



ABRIR CAPÍTULO 2

3. Tafonomía

3.1 Introducción

El yacimiento de Las Hoyas es, tal y como ya se ha mencionado en otros apartados de este trabajo, un yacimiento de tipo *Konservat-Lagerstätten* en el sentido de Seilacher *et al.* (1985), es decir un cuerpo de roca que muestra una riqueza inusual en información paleontológica tanto cualitativa como cuantitativamente, en el que se encuentran restos de organismos que no aparecen de forma habitual en el registro o restos que portan información paleobiológica y detalles anatómicos que habitualmente no aparecen en el registro fósil, es decir excepcionales.

El estudio tafonómico global y la reconstrucción de la historia tafonómica de un yacimiento como el de Las Hoyas es una tarea cuya envergadura desborda los objetivos de este trabajo, ya que este tipo de análisis requieren de la reunión de una enorme cantidad de datos y observaciones de muy diversa índole.

No es por tanto esto lo que se persigue, no se puede encontrar aquí un profundo estudio tafonómico del yacimiento. Por el contrario sólo se ha pretendido realizar un primer acercamiento a la problemática del estudio tafonómico y a la caracterización del yacimiento en su conjunto. Se intentará por tanto describir los caracteres tafonómicos generales del yacimiento y la distribución de esos caracteres en el

intervalo estratigráfico elegido para llevar a cabo el estudio.

Uno de los principales problemas que plantea este estudio es encontrar criterios descriptivos de los caracteres tafonómicos que presenta la asociación, dada la gran diversidad taxonómica de grupos fósiles que se encuentran en el yacimiento que corresponden a restos de organismos y evidencias de su actividad, que poseen composiciones y estructuras primarias muy dispares y que han condicionado comportamientos y respuestas a los procesos de alteración tafonómica y fosilización muy diferentes. Aunque se realizó una descripción bastante exhaustiva de la composición del yacimiento en el apartado 1.4 del trabajo se ha incluido aquí un cuadro resumen de la misma para facilitar el seguimiento del texto de esta parte (Tabla 3.1.I).

Se han llevado a cabo en los últimos años estudios tafonómicos de algunos de los grupos fósiles, de entre los que cabe destacar el trabajo de Martínez Delclòs (1991) sobre los diferentes estados de conservación y los caracteres tafonómicos que presentan los restos de insectos.

En Fregenal Martínez *et al.* (1995b) se realizó también una somera descripción de los caracteres de la mayoría de los grupos fósiles.

Sin embargo no se ha intentado realizar hasta ahora una descripción que aborde las características del yacimiento, con independencia de las asignaciones taxonómicas de los restos, de la misma manera que tampoco se ha estudiado la problemática que concierne a la distribución estratigráfica de los diferentes estados de conservación o de los caracteres tafonómicos o la correlación de esta distribución con la secuencialidad sedimentaria.

Esta aproximación es factible y cobra sentido una vez que se ha realizado una descripción e interpretación ambiental detalladas de las facies, en este caso microfacies, en las que se encuentran los fósiles.

Estos son precisamente los aspectos que se pretenden abordar en esta parte del trabajo presentado. Es decir, se ha realizado una aproximación general al establecimiento y descripción de las diferentes tafofacies presentes en el yacimiento de Las Hoyas. Se entiende como tafofacies el cuerpo estratigráfico de roca que se distingue de otros con los que se relaciona lateral y verticalmente en base a su conjunto particular de propiedades tafonómicas (Speyer y Brett, 1988).

Se ha intentado abordar este trabajo desde una concepción dinamicista y evolucionista del registro fósil y de los fósiles (*sensu* Fernández López, 1989, 1991) eludiendo otras concepciones del registro fósil y de los fósiles que adquieren especial relevancia en el caso de yacimientos excepcionales, tales como considerar que estos «son registros en los que los procesos tafonómicos han tenido menos impacto» (Wilson, 1988); o el resultado de la conjunción de un conjunto de circunstancias en las que «el telón de la preservación se ha levantado ligeramente para permitir vislumbrar la extraordinaria naturaleza de la vida primitiva» (Barthel *et al.*, 1990); o que las evidencias de organismos de cuerpo blando que se encuentran en este tipo de yacimientos «se deben a condiciones sedimentológicas

excepcionales en las que se inhibe la descomposición y las perturbaciones biogénicas» y constituyen «ventanas tafonómicas» (Allison y Briggs, 1990). Este tipo de planteamientos contienen prejuicios que impiden realizar un estudio tafonómico con sentido y como fin en sí mismo y es falso considerar que los fósiles que integran yacimientos excepcionales «sólo portan información paleobiológica mínimamente alterada por escasos procesos tafonómicos».

Se considerará sin embargo que la formación de yacimientos de tipo *Konservat-Lagerstätten* no es el resultado de una serie de circunstancias excepcionales diferentes de las que condicionan otros tipos de yacimientos, sino que al igual que todo el registro fósil depende de factores productivos y paleobiológicos, de factores extrínsecos como el ambiente, y de factores intrínsecos como la relación entre las entidades conservadas, y que durante la fosilización las entidades conservadas realizan actividades, se estabilizan, se replican y se transforman (Fernández López, 1989, 1991), dando lugar a la variabilidad de caracteres tafonómicos que se observan en las asociaciones conservadas.

Como complemento a los aspectos tafonómicos, y parte de la descripción global del yacimiento se ha considerado también oportuno describir en esta parte del trabajo la distribución estratigráfica de los taxones que se encuentran en el yacimiento y plantear la problemática acerca de los términos en que dicha distribución podría ser explicada.

En primer lugar se expondrán los aspectos metodológicos del trabajo, tras lo cual se describirá la distribución estratigráfica de taxones. Los aspectos tafonómicos se abordarán a continuación comenzando por una descripción general de los caracteres tafonómicos que presentan cada uno de los grupos fósiles encontrados en el yacimiento, y terminando con la descripción de las tafofacies establecidas en este trabajo.

FLORA

Charophyta: Nitellaceae indet.; Characeae indet.; Clavatoraceae indet. (A y B).
 Bryophyta : Hepatophyta: *Hepaticites* sp.
 Pteridophyta: Filicales: Schizaeaceae (*Ruffordia* sp.), Dicksoniaceae (*Onychiopsis* sp.),
 Osmundaceae (*Cladophlebis* sp.), Matoniaceae (*Weichselia reticulata*).
 Spermatophyta: Bennettitales: *Zamites* sp.
 Coniferales: Cheirolepidiaceae (*Cupressinocladus*, *Frenelopsis*, *Pagiophyllum*,
Brachyphyllum), Taxodiaceae (*Sphenolepis*), Incertae sedis
 (*Podozamites*).
 Gnetales: *Drewria potomacensis*
 Angiospermae: Angiospermae indet.
 Incertae sedis: *Montsechia vidali*

FAUNA

Molusca: Bivalvia indet. (Unionidae?), Gasterópoda indet. (A y B).
 Arthropoda: Crustacea: Ostracoda indet.
 Peracarida: Isopoda indet., Spelaeogrphaceae indet.
 Decapoda: Astacidae (*Austrapotamobious ilopisi*), Atyidae (*Delclosia martinelli*).
 Hexapoda: Ephemeroptera: Leptophlebiidae: *Huergoneta ciervaensis*; *Hispanoneta hoyaensis*.
 Odonata: Aeschniidae: *Gigantoaeschnidium ibericus*, *Nannoaeschnidium pumilio*; *Iberoaeschnidium conquensis*, Aeschniidae indet.
 Gomphidae: *Ilerdaegomphus torcae*
 Aeshnidae: *Hoyaeschna cretacea*
 Blattodea: Mesoblattinidae: *Hispanoblatta sumptuosa*, Mesoblattinidae indet.
 Isoptera: *Meiatermes bertrani*
 Orthoptera: Gryllidae: *Torcagryllus apexreditus*, *Hoyagryllus huecarensis*.
 Orthopteroidea: Chresmodidae.
 Heteroptera: Belostomatidae: *Hispanepa conquensis*, *Iberonepa romerali*,
Torcanepa magnapes.
 Homoptera: Cixiidae.
 Raphidioptera: Mesoraphiidae
 Coleoptera: Cupedidae, ?Ademosynidae, Escarabaeoidea
 Hymenoptera: Apocrita indet.
 Diptera: Nemestrinidae, Stratiomyiidae
 Mecoptera: Panorpidae
 Neuroptera: Chrysopidae (seis formas distintas), Kalligrammatidae
 Chordata: Sarcopterygii: Coelacantiformes: Coelacantidae: "*Holophagus*"?.
 Actinopterygii: Amiiformes: Caturidae (*Caturus* sp), Amiidae (*Amiopsis woodwardi*,
Vidalamia catalunica), Macrosemiidae (*Notagogus ferrer*,
Notagogus aff. *N. ferrer*, *Propterus* aff. *P. vidali*, *Propterus* sp.).
 Pycnodontiformes: Pycnodontidae (*Macromesodon* aff. *M. bernissartensis*, cf.
Eomesodon sp.).
 Semionotiformes: Semionotidae (tres formas de *Lepidotes* sp.).
 Teleostei: Pholidophoriformes: Pleuropholididae (*Pleuropholis* sp.).
 Gonorynchiformes: Chanidae: Rubiesichthyinae (*Rubiesichthys gregalis*, *Gordichthys conquensis*).
 Teleostei incertae sedis: cuatro formas.
 Amphibia: Albanerpetontidae: *Celtdens ibericus*
 Anura: Discoglossidae, Anura indet.
 Caudata: *Hylaeobatrachus*, *Valdotriton*; Caudata indet.
 Amniota: Chelonia: Centrocryptodira indet.
 Squamata: *Meyasaurus*, squamata indet (A y B).
 Crocodylomorpha: Crocodyliiformes indet
 Neosuchia: Atoposauridae (*Montsechosuchus*); *Unasuchus*,
Goniopholis, Neosuchia indet.
 Dinosauria: Theropoda: Ornithomimosauria (*Pelecanimimus poliodon*), Theropoda
 indet
 Aves: *Iberomesornis romerali*, *Concornis lacustris*, *Eoalulavis hoyasi*

Tabla 3.1.I. Resumen esquemático de la composición y diversidad del yacimiento de Las Hoyas.

3.2 Recogida de Datos y Muestreo en Campo

Los datos tafonómicos utilizados para realizar el trabajo han sido recogidos fundamentalmente en el campo, de *visu* o con la ayuda de una simple lupa de mano o una lupa binocular, y durante las campañas de excavación del yacimiento, no habiéndose realizado análisis detallados sobre las composiciones u otros caracteres que requieren técnicas más sofisticadas.

Poder llevar a cabo esta tarea ha implicado en primer lugar diseñar y perfeccionar progresivamente el método de muestreo y recogida de los datos en el campo conforme se iban definiendo y eligiendo los criterios más adecuados para la descripción.

Como ya se explicó en la introducción al análisis sedimentológico del yacimiento la recogida de datos se ha realizado utilizando un sistema de excavación en cuadrículas de dimensiones variables que oscilan entre los 15 y los 35 m², habiéndose excavado espesores que oscilan entre 80 y 40 cm según los casos. Las cuadrículas se colocaron con un lado paralelo a la dirección de las capas y el otro paralelo a la dirección de buzamiento y se excavaron de techo a base (ver figuras 2.4.14 y 2.4.15 en apartado 2.4.4 de este trabajo). La elección de los lugares en que se han ido situando las cuadrículas de excavación, así como la variabilidad de dimensiones de las mismas ha estado condicionada por varios factores.

En primer lugar se partía de un desconocimiento casi total de la estratigrafía y la estructura del yacimiento. Cuando se comenzó el trabajo el aspecto que presentaba el yacimiento era el de un área cubierta de fragmentos de rocas laminadas, es decir de lajas, que habían aflorado gracias a las labores de repoblación forestal. Existían algunas catas en las que se habían extraído fósiles en campañas previas al año 1991, pero estas excavaciones no habían sido realizadas de una forma sistemática. Ante este desconocimiento las primeras cuadrículas se colocaron de una forma casi aleatoria y con fines exploratorios. De la misma forma, las primeras etapas de la recogida de datos fueron aproximaciones preliminares o ensayos concebidos de una forma general, basada en la concepción que en ese momento se tenía acerca de cuales debían ser los datos a recoger o las observaciones que se podían realizar desde el punto de vista tafonómico.

Las sucesivas campañas permitieron adquirir progresivamente más conocimientos acerca del yacimiento en todos los aspectos (estratigráficos, sedimentológicos, paleobiológicos y tafonómicos) y consecuentemente se han ido variando de forma progresiva los criterios de elección de áreas de muestreo así como los de recogida de datos y muestras. En este sentido y aunque las diferencias se han ido paliando con la

sucesión de etapas de excavación, los criterios de recogida de datos son desiguales y no se posee la misma información de todos los niveles muestreados. Como ejemplo de esta variación de criterios sirva decir que en un primer momento se primó la búsqueda de criterios y técnicas que permitieran ubicar los restos en su correcta posición estratigráfica, así como conseguir elaborar criterios que permitieran determinar en cada momento que la superficie que se estaba excavando era la misma en toda la cuadrícula. Esto que en principio parece algo que no debería entrañar dificultad alguna no era inmediato en esos primeros momentos del trabajo. En primer lugar todo el cuerpo de roca que constituye el yacimiento ha sufrido fracturación y un intenso diaclasado, de manera que se encuentra compartimentado en pequeños bloques algunos de los cuales han sufrido ligeros basculamientos y colapsos a favor de planos preferentes de disolución kárstica reciente. Si a esto se suma que en conjunto las facies laminadas tienen un aspecto muy homogéneo en campo y que en esos momentos se sabía muy poco acerca de las diferentes microfacies que las constituían y mucho menos sobre si podría ser posible distinguirlas en campo, se entenderá que fuera dificultoso establecer la correspondencia lateral de dos planos de laminación separados por una diaclasa dentro de una misma área de excavación.

Estas mismas circunstancias explican la variación de dimensiones de las cuadrículas, ya que se ha intentado que éstas comprendan áreas no afectadas por fracturas o diaclasas, de manera que ha sido inevitable ir adaptando el tamaño de las áreas de muestreo elegidas a la estructura.

Por otra parte aunque siempre se ha intentado excavar de una forma continua comenzando por el techo de las cuadrículas y abriendo la mayor cantidad de superficies sucesivas de laminación hacia la base, en la práctica el número de niveles que pueden ser abiertos depende de las propiedades físicas y mecánicas de estos y ha resultado imposible abrir cada intervalo milimétrico de los que constituyen la

sucesión, de manera que existe una componente de sesgo impuesta por estos factores en el muestreo, que si bien no es aleatoria en sí misma da como resultado que en conjunto el espaciado estratigráfico de los niveles muestreados o la frecuencia de muestreo parezca serlo.

Conforme se fue teniendo un control más exacto sobre las características estructurales y estratigráficas y las técnicas que era necesario emplear para conseguir una sistemática apropiada en la recogida de datos se fueron diversificando los esfuerzos encaminados a ampliar la cantidad y naturaleza de los datos recogidos, de manera que el volumen de datos tafonómicos recogidos se ha incrementado con el tiempo, de la misma manera que se ha incrementado su calidad y su fiabilidad.

Así desde la campaña de 1993 y usando como base una cuadrícula abierta de forma aleatoria en 1992 (Cuadrícula Amarilla) se han venido excavando áreas e intervalos estratigráficos próximos geográficamente que ha sido posible correlacionar y que se suceden estratigráficamente, permitiendo así obtener una visión progresivamente más completa, aunque por el momento sigue siendo muy parcial si se tienen en cuenta las dimensiones totales del yacimiento (ver figuras 2.4.14 y 2.4.14 en apartado 2.4.4).

La diversidad taxonómica y el elevado número de restos muy diversos que pueden llegar a aparecer en un mismo nivel dificultaron la generación de un conjunto de criterios descriptivos que pudieran servir para caracterizar desde el punto de vista tafonómico cada nivel independientemente de su composición taxonómica, de la abundancia de restos o de la distribución de los restos en el nivel. En este sentido es necesario destacar por ejemplo que mientras en los primeros momentos se elaboraron estadillos para la recogida de los datos de cada elemento fósil se ha hecho necesario modificar el enfoque, dado que los restos raramente aparecen aislados y lo más habitual es encontrar varias decenas de elementos fósiles en cada nivel, perdiéndose una gran cantidad de información y operatividad en el análisis de

los resultados si los datos eran tomados para cada elemento de forma independiente y sin tener en cuenta su relación con el resto de los elementos.

Todas estas circunstancias y la desigualdad en la cantidad y la calidad de los datos deben de ser tenidas en cuenta en el momento de valorar el trabajo que se ha realizado y sus resultados. Aunque a estas alturas se ha conseguido un conocimiento más profundo del yacimiento, hay que considerar que en realidad se está en el comienzo de un trabajo que aún requiere perfeccionar muchos aspectos, no sólo sobre el muestreo y la recogida de datos, sino también sobre la elaboración de los mismos, ya que es ésta la que abre nuevas vías y plantea problemáticas que necesitan una readaptación de los criterios de muestreo y observación.

En general y aunque de forma desigual, se ha intentado recoger datos tafonómicos que contemplan las siguientes facetas para cada uno de los elementos: localización estratigráfica y localización geográfica relativa dentro del nivel, tamaño, orientación, composición mineralógica y petrológica, grado de articulación y dispersión, evidencias de deformación y determinación tafonómica. Todos los datos referentes a un mismo nivel son anotados en una ficha diseñada para la tarea de recogida de datos que permite sistematizar la misma. El diseño de la ficha ha ido variando con los avances en el conocimiento de las características del yacimiento.

La localización geográfica o posición relativa de cada fósil en el nivel se obtiene generando un sistema de coordenadas propio para cada cuadrícula que permite medir los valores de coordenadas (x, y, z), en el que x corresponde a la coordenada paralela a la dirección de las capas, y la coordenada paralela a la dirección de buzamiento de las capas y z la coordenada vertical. Para tomar las medidas se ha utilizado un aparato diseñado por el equipo de investigación que consta de dos semicírculos graduados colocados perpendicularmente entre sí, uno en

posición horizontal y otro en posición vertical cuyos orígenes coinciden. De este origen pende una cuerda graduada. El aparato se sitúa aproximadamente en la mitad del lado de la cuadrícula paralelo a la dirección de buzamiento. Cuando se quieren tomar las coordenadas de un fósil se extiende y tensa la cuerda desde el origen hasta el resto, el semicírculo vertical gira hasta encontrarse adosado a la cuerda y se toman las medidas de la longitud de cuerda entre el origen y el fósil, el valor del ángulo que la cuerda señala en el semicírculo vertical y el valor del ángulo que señala en el semicírculo horizontal la posición del vertical. Posteriormente una sencilla fórmula trigonométrica permite leer estas medidas en términos de valores de coordenadas (x, y, z). Lógicamente existe un margen de error en las medidas que en el caso de x e y es admisible, sin embargo la medida de la posición vertical o estratigráfica (z) requiere una precisión milimétrica, ya que un error de unos milímetros puede suponer que un nivel se considere compuesto por una determinada microfacies cuando en realidad está compuesto por otra que podría ser incluso la más alejada genéticamente de la primera dentro del espectro total de microfacies. Debido a esto normalmente la medida de z es desechada, utilizándose la localización que se obtiene de la medida sistemática de los espesores de los niveles que van siendo excavados. Al mismo tiempo se señala en las muestras recogidas para el análisis de microfacies la posición del nivel de la forma más exacta posible.

Dado el gran número de restos que suelen aparecer en muchas capas resulta muy laborioso tomar las medidas de coordenadas de cada uno de los fósiles, por lo que en estos casos se superpone al nivel una rejilla cuya luz tiene 1 cm^2 . La rejilla se encuentra reproducida gráficamente en la ficha de datos. En el esquema gráfico se representan la posición de cada uno de los restos, apoyándose en el reticulado, tomándose solamente las coordenadas de los extremos de la rejilla. La recogida de este tipo de datos permite realizar estimaciones sobre la densidad de restos en los niveles y los patrones de distribución.

Las medidas de orientaciones se toman respecto al norte con una brújula, no siendo necesario en el caso de este yacimiento tomar medidas de inclinación con respecto a los planos de estratificación, ya que la práctica totalidad de los restos están contenidos en los planos de laminación y su inclinación es 0°.

Existen datos que resultan especialmente problemáticos tales como la determinación de las composiciones de determinados restos (insectos, crustáceos o plantas, por ejemplo) o la generación de criterios sobre el grado de articulación cuando se trata de valorar éste en conjunto para niveles que presentan una alta diversidad taxonómica de restos que muestran estructuras anatómicas muy diferentes.

Como ya se explicó en el apartado 2.4.4 los datos estratigráficos y sedimentológicos de las facies laminadas del yacimiento han sido recogidos durante la excavación de cada cuadrícula, a la vez que se ha realizado la extracción de los fósiles y se han tomado los datos tafonómicos. Al igual que para la recogida de estos datos se han elaborado unas fichas que permiten recoger sistemáticamente las observaciones de índole estratigráfica realizadas en cada nivel excavado. En estas fichas constan los datos

de espesor de las capas, el color, las características y estructuras de sus techos y bases, las estructuras internas y las observaciones que se pueden realizar a escala macroscópica sobre el tipo de laminación interna. Además se anotan las siglas de la muestra o las muestras recogidas para el estudio microscópico de las facies y la numeración de las fichas que contienen la información taxonómica y tafonómica sobre los fósiles encontrados en el nivel.

Por tanto, se posee una extensa base de datos en la que se encuentran almacenados los datos de toda índole recogidos en el campo que es posterior y progresivamente completada con las observaciones realizadas posteriormente en el laboratorio (microfacies, asignaciones taxonómicas más precisas, datos tafonómicos, ubicación de los restos en la colección almacenada, etc). Esta forma de recogida de datos permite obtener una visión rápida y una información global de las características de toda índole que presentan los niveles que han sido excavados.

No todos estos datos han sido utilizados para la elaboración del trabajo que se presenta porque su tratamiento e interpretación abarcan aspectos muy diversos que desbordan los objetivos propuestos.

3.3 Distribución Estratigráfica de Taxones

3.3.1 Introducción

Se ha analizado la distribución de 8.729 fósiles hallados en las campañas de excavación realizadas entre los años 1992 y 1996, distribuidos en 131 niveles correspondientes al muestreo de los transeptos estratigráficos comprendidos por seis cuadrículas de excavación, cuadrículas Amarilla, Negra, Rosa, Bermeja, Naranja y Morada (para localización geográfica y estratigráfica ver las figuras 2.4.14 y 2.4.15 en el apartado 2.4.4 de este trabajo). Estos niveles se han numerado de base a techo de forma consecutiva comenzando por el nivel de base de la Cuadrícula Amarilla y terminando por el nivel de techo de la Cuadrícula Morada.

El objetivo perseguido con este análisis es obtener una evaluación de la distribución de la frecuencia de taxones en cada nivel a lo largo de la columna estratigráfica muestreada, y determinar si ésta es diferencial u homogénea.

Para llevar a cabo el análisis, en un primer momento se realizó un agrupamiento específico, pero los resultados demostraron que éste resultaba

muy poco significativo, por lo que se optó por agrupar los ejemplares por taxones que se consideraba que tenían un diseño morfológico, estructural y en algunos casos composicional similar. Se han ensayado varios tipos de agrupaciones y se discutirán datos procedentes de dos de las formas de agrupamiento. En la primera se consideran agrupamientos de rango menor con categorías variables según los grupos, mientras que en la segunda se consideran taxones mayores: vegetales, invertebrados no artrópodos, crustáceos, insectos, peces y tetrápodos.

Para el análisis y representación se han usado histogramas de frecuencias, mostrando tanto la distribución absoluta, como la distribución relativa de los distintos grupos en la columna estratigráfica (ver datos en Tabla 3.3.I). Los niveles 1 a 17 corresponden a la Cuadrícula Amarilla; los niveles 18 a 36 corresponden a la Cuadrícula Rosa y a los niveles lateralmente equivalentes de la Cuadrícula Negra (ver Fig. 2.4.17 en apartado 2.4.4); los niveles 37 a 50 corresponden a la parte más alta de la Cuadrícula Negra; los niveles 51 a 78

pertenecen a la Cuadrícula Bermeja; los niveles 78 a 100 se encuentran en la Cuadrícula Naranja; los niveles 101 a 131 pertenecen a la Cuadrícula Morada.

Aunque los niveles se han representado de forma continua es preciso tener en cuenta que entre los intervalos estratigráficos correspondientes a cada columna existen otros intervalos que no han sido muestreados (ver Fig. 2.4.15 en apartado 2.4.4).

Además de estos análisis, como técnica exploratoria y complemento se ha llevado a cabo un análisis de componentes principales con la intención de discriminar y, en su caso, establecer distintos estilos de frecuencia para grupos de asociaciones (ver datos en Tabla 3.3.II).

3.3.2 Descripción de resultados

Restos vegetales

Exceptuando la Cuadrícula Naranja (niveles 78 a 100) y la parte superior de la Cuadrícula Negra (niveles 37 a 50) en la práctica totalidad de los niveles muestreados se han hallado restos vegetales. La ausencia de restos vegetales

en el caso de la Cuadrícula Naranja puede estar asociado a un sesgo del muestreo ya que la fuerte compactación de las capas que componen esta cuadrícula dificultó considerablemente realizar un muestreo exhaustivo y a la misma escala a la que fue posible llevarlo a cabo en otros intervalos estratigráficos.

En general se observa un incremento de la frecuencia de aparición de restos vegetales de base a techo del transecto estratigráfico total muestreado.

Un examen detallado de esta distribución permite apreciar que este incremento puede ser la resultante de distintos pulsos de incremento de frecuencia. A su vez y a menor escala se observa una reiteración de la tendencia general observada en paquetes de niveles, a escala centimétrica.

Los valores absolutos de la distribución de restos vegetales están en buena medida influenciados por la presencia episódica en algunos niveles de restos de *Montsechia* que llegan a constituir hasta el 25% del total de restos fósiles recogidos en todo el muestreo. Sin embargo, la frecuencia de aparición de restos de *Montsechia* está altamente correlacionada con la presencia del resto de los grupos vegetales. Por tanto todos los restos vegetales incluido el género

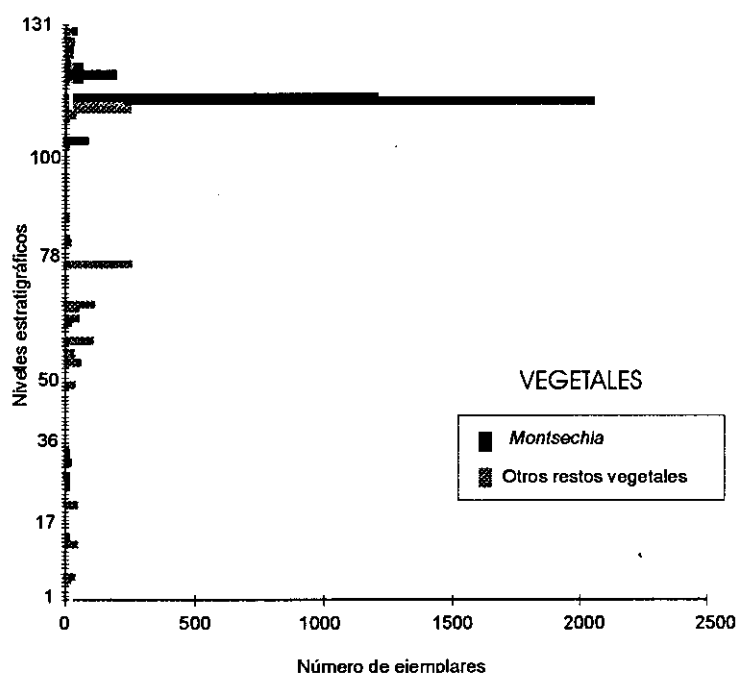


Fig. 3.3.1. Distribución de las frecuencias absolutas de restos vegetales desglosados en restos del género *Montsechia* y otros restos vegetales, en los sucesivos niveles excavados, ordenados estratigráficamente.

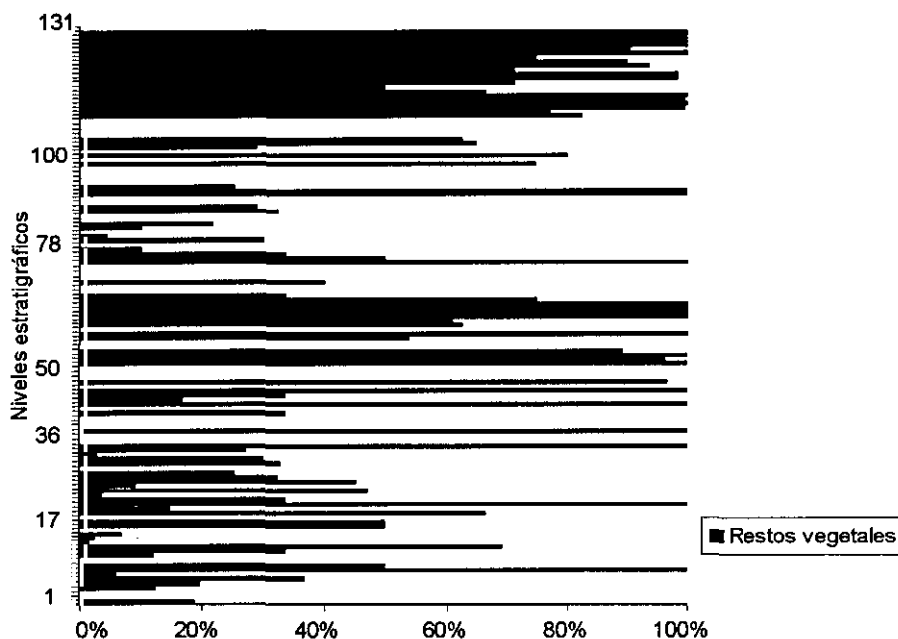


Fig. 3.3.2. Distribución de las frecuencias relativas de restos vegetales frente al resto de los grupos en los sucesivos niveles excavados, ordenados estratigráficamente.

Montsechia presentan un comportamiento similar (Fig. 3.3.1).

En cuanto a las frecuencias relativas, en general se observa también una tendencia al incremento en la proporción de restos vegetales frente al resto de los grupos en los niveles, de base a techo (Fig. 3.3.2). Los pulsos de incremento de frecuencias absolutas se correlacionan con intervalos de aumento de la frecuencia relativa de restos vegetales en los niveles.

Invertebrados no artrópodos

Aparecen generalmente aislados con la excepción de un único nivel que contiene un número más elevado de restos (gasterópodos) en la Cuadrícula Naranja (Fig. 3.3.3) que a esta escala no resulta muy significativo.

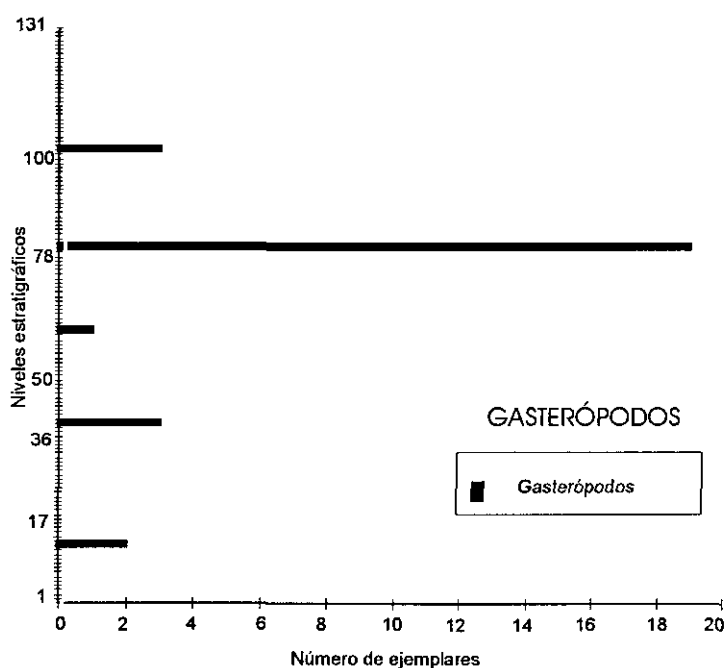


Fig. 3.3.3. Distribución las frecuencias absolutas de restos de moluscos en los sucesivos niveles excavados, ordenados estratigráficamente.

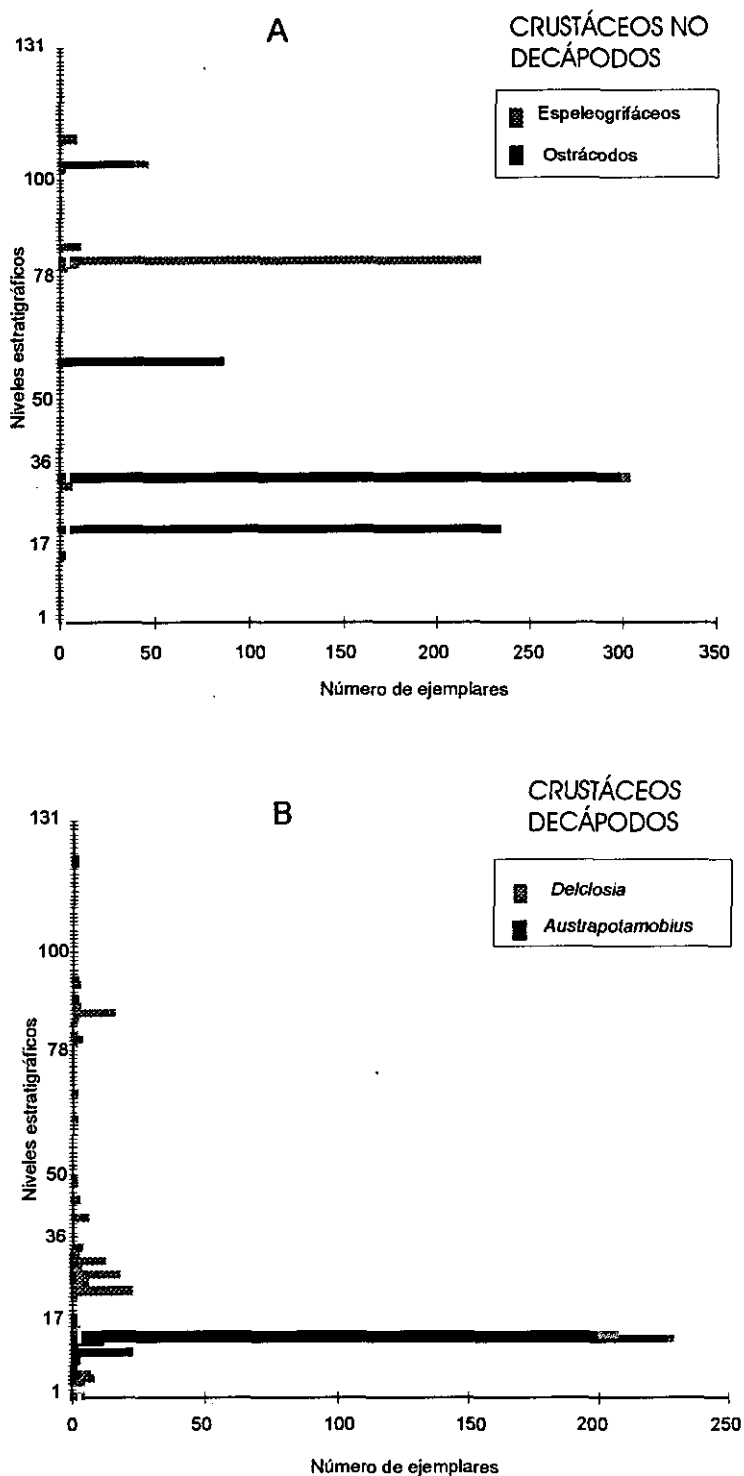


Fig. 3.3.4. A. Distribución de las frecuencias absolutas de restos de crustáceos no decápodos en los niveles excavados desglosados en espeleogrifáceos y ostrácodos en los sucesivos niveles excavados, ordenados estratigráficamente. B. Distribución de frecuencias a absolutas de restos de crustáceos decápodos desglosados en los géneros *Delclosia* y *Austrapotamobius*, en los niveles excavados desglosados en los distintos grupos, ordenados estratigráficamente.

Crustáceos

Se han considerado aquí todos los grupos de crustáceos encontrados en el muestreo (ostrácodos, peracáridos espeleogrifáceos, decápodos astácidos y decápodos carideos). La distribución de estos grupos está caracterizada por la aparición de acumulaciones excepcionales

generalmente monoespecíficas de cada uno de los distintos grupos, sin aparente correlación entre ellos. Una aproximación global indicaría una tendencia a una disminución de la frecuencia de crustáceos a lo largo de la columna. Sin embargo esta tendencia está construida por las aportaciones de cada uno de los grupos independientemente. Es decir, los niveles

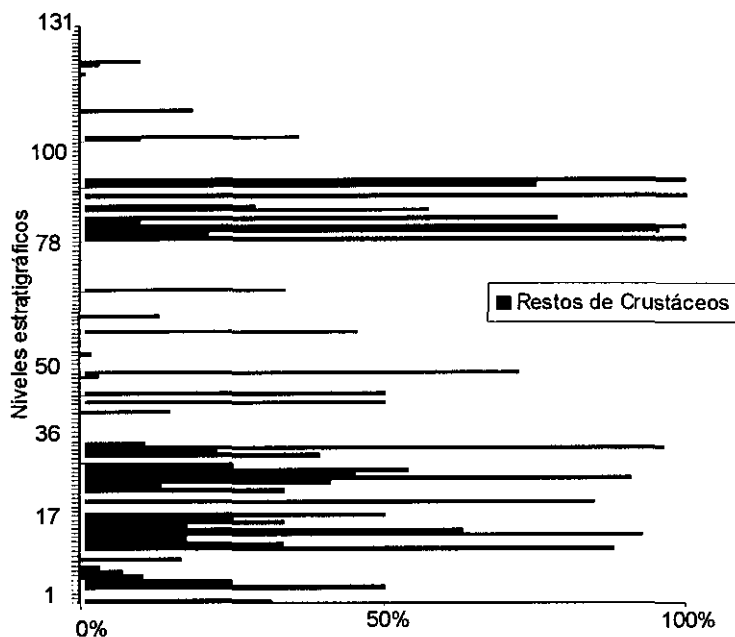


Fig. 3.3.5. Distribución de las frecuencias relativas de restos de crustáceos frente al restos de los grupos en los sucesivos niveles excavados, ordenados estratigráficamente.

con una frecuencia más alta de decápodos se localizan en la parte más baja de la columna, los niveles con ostrácodos aparecen como niveles con una alta densidad de restos por unidad de superficie que se distribuyen a lo largo de toda la columna, pero con una frecuencia decreciente hacia el techo (Fig. 3.3.4). Tan sólo se ha hallado un nivel con un elevado número de restos de peracáridos espeleogríficos, excepcional en el contexto considerado.

A lo largo de toda la columna hay una aparición constante pero de baja frecuencia de restos de crustáceos constituida por elementos de cualquiera de los taxones considerados que presenta una ligera tendencia a decrecer en frecuencia hacia el techo.

En la distribución de frecuencias relativas (Fig. 3.3.5) se observan dos intervalos estratigráficos en los que la proporción de crustáceos en las muestras es muy elevada. La primera corresponde a la base y comprende las cuadrículas Amarilla y Rosa y la segunda pertenece a la Cuadrícula Naranja. En este segundo intervalo se puede observar que los crustáceos llegan a constituir el 100% de la muestra de algunos niveles. En general se puede observar cierta tendencia a la disminución en la proporción de crustáceos

en las muestras que se correlacionaría con la tendencia observada en la distribución de frecuencias absolutas, aunque esta tendencia se encuentra truncada por el intervalo de la Cuadrícula Naranja.

Insectos

Para el análisis de la distribución de frecuencias absolutas se han considerado por separado las fases acuáticas y las fases terrestres. La distribución de frecuencias absolutas no muestra una tendencia estratigráfica definida (Fig. 3.3.6). Se reconocen al menos cuatro picos de alta frecuencia de aparición de insectos distribuidos a lo largo de la columna. Estos picos de alta frecuencia están generalmente constituidos tanto por fases acuáticas como por fases terrestres. Las dos formas pueden aparecer asociadas o de forma independiente.

La distribución de frecuencias relativas (Fig. 3.3.7), en la que no se han separado las formas acuáticas de las terrestres, presenta una buena correlación con la distribución de frecuencias absolutas, y en ella se observan también cuatro picos en los que los restos de insectos constituyen porcentajes importantes de la muestra total obtenida.

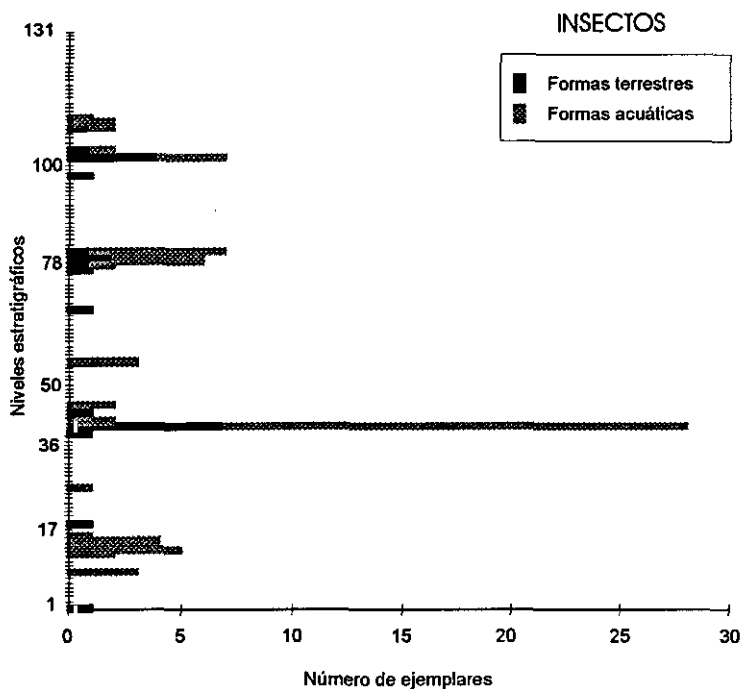


Fig. 3.3.6. Distribución de las frecuencias absolutas de restos de insectos desglosados en formas acuáticas y terrestres en los niveles excavados, ordenados estratigráficamente.

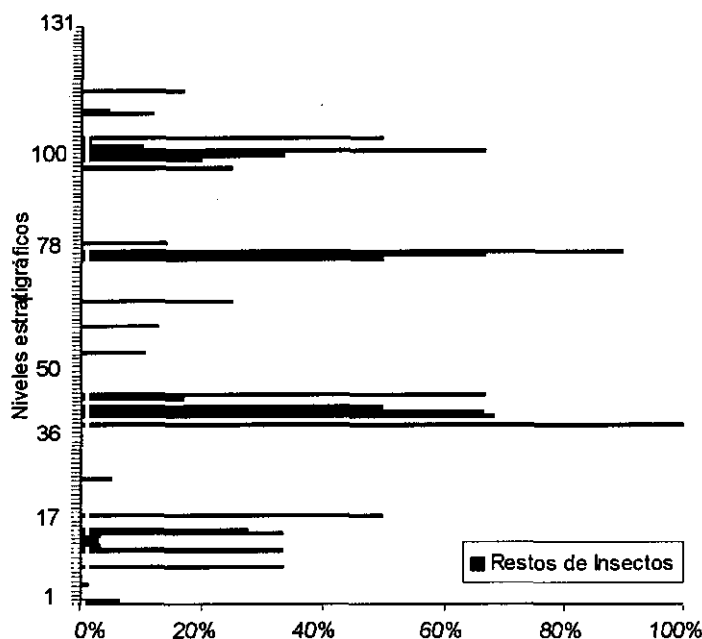


Fig. 3.3.7. Distribución de las frecuencias relativas de restos de insectos frente al resto de los grupos en los sucesivos niveles excavados, ordenados estratigráficamente.

Peces

La distribución de frecuencias absolutas observada está fuertemente condicionada por la distribución de los restos más frecuentes que corresponden a restos de individuos juveniles de distintos taxones de teleósteos primitivos (Fig. 3.3.8). Esta distribución presenta su máxima frecuencia en la base del intervalo estratigráfico total de muestreo (en los niveles comprendidos por la Cuadrícula Amarilla y en la parte basal de las cuadrículas Rosa y Negra). La

presencia de restos de peces en el resto de la columna es constante pero con frecuencias absolutas muy bajas. Los niveles de aparición de individuos juveniles de teleósteos primitivos suelen presentar una altadensidad de ejemplares y se han interpretado como niveles de mortalidad en masa (Pinardo Moya *et al.*, 1995).

No existe una correlación entre la distribución de frecuencias absolutas (Fig.

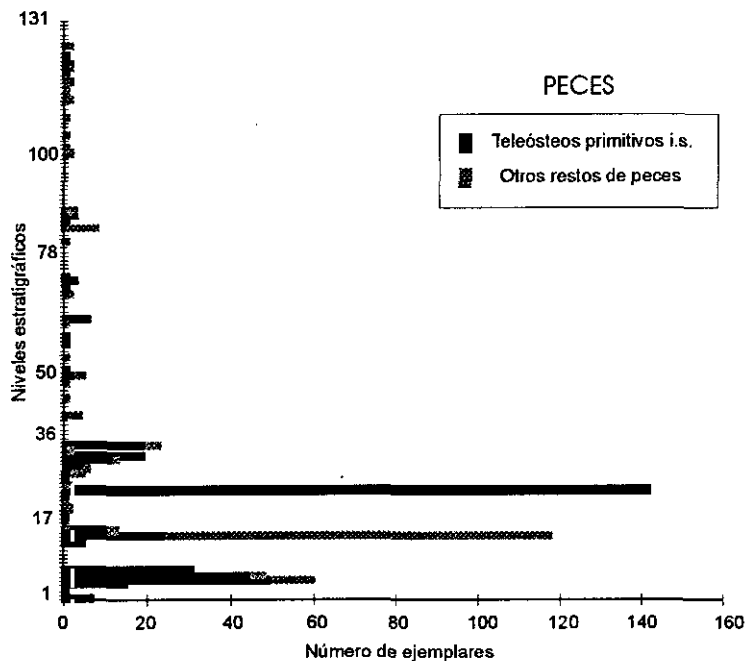


Fig. 3.3.8. Distribución de las frecuencias absolutas de restos de peces, desglosados en telósteos primitivos y otros en los niveles excavados, ordenados estratigráficamente.

3.3.8) y la distribución de frecuencias relativas (Fig. 3.3.9). La distribución de frecuencias relativas no registra de una forma tan clara la tendencia a la disminución en la concentración de restos de peces. En los intervalos basales los perfiles de las distribuciones son similares y se observa una mayor cantidad de niveles en los que se registran restos de peces. Hacia el techo los restos de peces constituyen un porcentaje importante del total de las muestras de una gran cantidad de niveles, en algunos casos el 100% de la muestra. Dado el bajo número de restos de peces que estas muestras contienen en términos

absolutos (Fig. 3.3.10), este tipo de casos se corresponden con niveles en los que el número total de elementos recuperados es también muy bajo.

Tetrápodos

Estos son los grupos taxonómicos que presentan unas menores frecuencias relativas y absolutas en el muestreo y por tanto su representatividad puede circunscribirse a su presencia testimonial en algunos niveles.

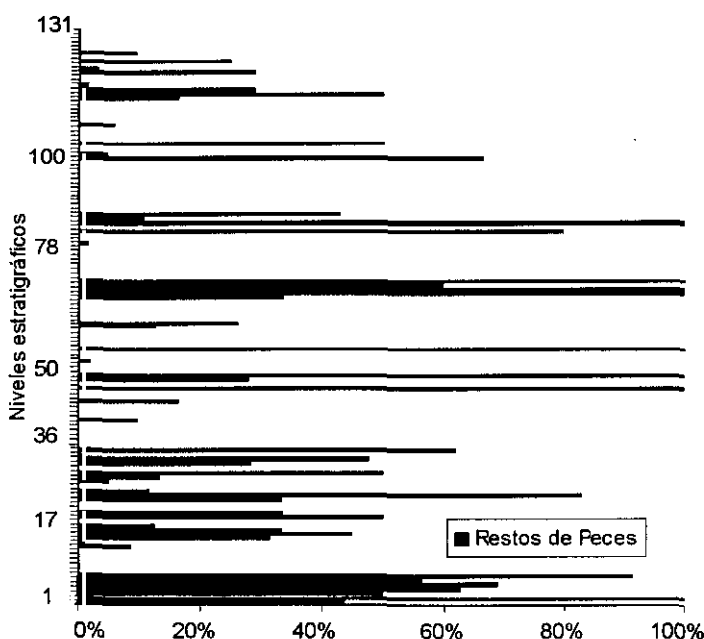


Fig. 3.3.9. Distribución de las frecuencias relativas de restos de peces frente al resto de los grupos en los sucesivos niveles excavados, ordenados estratigráficamente.

En conjunto, la distribución de los taxones considerados en el muestreo muestra una correlación positiva de las frecuencias absolutas entre los restos de peces y los restos de crustáceos y una correlación negativa entre estos y los restos de plantas. Atendiendo a estos datos se ha intentado encontrar una asociación de niveles caracterizados por estos grados de correlación. Con este objetivo se han realizado distintos análisis de componentes principales que sin embargo no muestran la presencia de asociaciones definidas y repetidas en la columna estratigráfica (Fig. 3.3.10). Es decir, que no existen distintos conjuntos de niveles que puedan ser agrupados o considerados como semejantes por presentar composiciones y distribuciones de frecuencias relativas similares. Estos análisis sí muestran por el contrario cierta tendencia a la expansión de la nube de puntos respecto al eje de abscisas

que podría estar relacionada con las correlaciones observadas en las distribuciones de frecuencias absolutas de los distintos grupos en sentido estratigráfico.

Otra característica singular observada en la distribución estratigráfica de los restos es la correlación que se observa entre las máximas y mínimas frecuencias de elementos recuperados y las microfácies sedimentarias que componen dichos niveles. Así, las máximas frecuencias observadas a lo largo de la columna (Fig. 3.3.11) se corresponden siempre con niveles compuestos por microfácies 7 y 8, y microfácies 6 en algunos casos, mientras que las menores frecuencias se suelen observar tanto en los niveles compuestos por microfácies 1 a 5 como por cualquiera de las otras mencionadas.

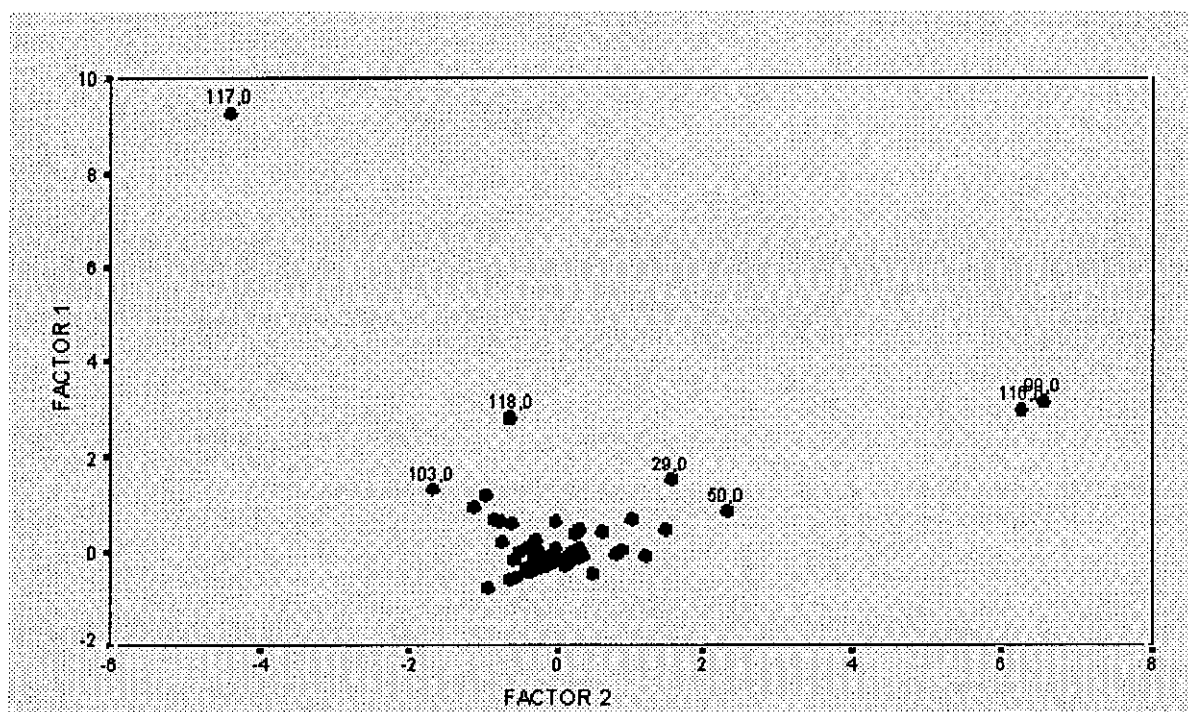


Fig. 3.3.10. Análisis de componentes principales realizado con la frecuencia de aparición de los distintos taxones en los niveles de muestreo. El diagrama bivariante se ha construido utilizando los dos ejes que explican un mayor porcentaje de variación de la muestra (ver Tabla 3.3.II).

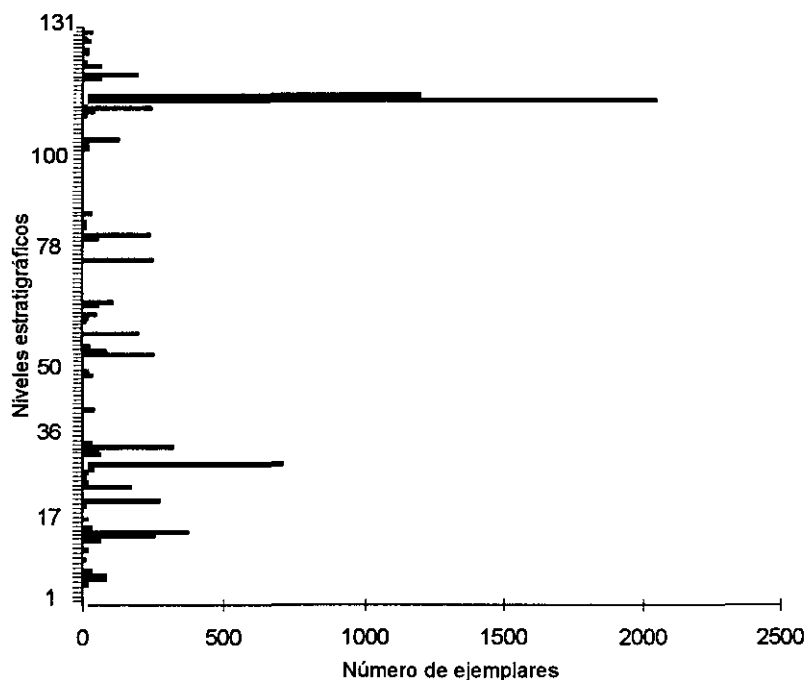


Fig. 3.3.11. Distribución de las frecuencias absolutas de aparición de fósiles en los sucesivos niveles excavados ordenados estratigráficamente.

3.3.3 Discusión de los resultados

Proponer una hipótesis o un conjunto de hipótesis que permita explicar las distribuciones observadas es sumamente arriesgado y fácilmente podría entrar en el terreno especulativo. Distintos factores pueden haber participado en la conformación de lo que finalmente se observa.

No se pretende ahora explicar las distribuciones de cada uno de los grupos, sin embargo cabediscutir someramente algunas observaciones sobre el conjunto, en concreto sobre la correlación positiva de las frecuencias absolutas entre los restos de peces y los restos de crustáceos y la correlación negativa entre estos y los restos de plantas.

Aunque tanto factores paleoecológicos como factores tafonómicos están probablemente implicados en el diseño final de las distribuciones es plausible que estas correlaciones estén fuertemente influenciadas por factores paleoecológicos. La mayor abundancia relativa de restos de peces y crustáceos se encuentra localizada en los niveles basales del conjunto total del intervalo estratigráfico muestreado, mientras que los restos vegetales muestran

una concentración preferente en los niveles del techo. El estudio sedimentológico de las facies laminadas de los intervalos muestreados permite identificar a grandes rasgos una tendencia general a la somerización del medio. Esta somerización se refleja en el predominio hacia la base de las microfacies 1 a 4 (ver apartado 2.4.4), que como se explicó representan la sedimentación en las etapas con mayor lámina de agua, mientras que hacia el techo predominan gradualmente las microfacies 7 y 8, que representan la sedimentación en las etapas con menor lámina de agua. Esta tendencia no es completamente lineal, ya que como se ha explicado en el análisis sedimentológico del yacimiento, el conjunto de facies laminadas muestra una ordenación cíclica con varios órdenes de ciclicidad de distinto origen superpuestos. Por tanto, esta tendencia general correspondería a un único ciclo de orden mayor compuesto por múltiples ciclos de menor orden. Sin embargo, y a grandes rasgos podría haber una correspondencia o una correlación entre la etapa más somera y la acumulación de restos vegetales y la etapas con mayor lámina de agua y la acumulación de restos de peces y crustáceos. Como también se ha descrito en el apartado anterior las distribuciones de las frecuencias absolutas de estos grupos

están también construidas por pulsos de aumento y disminución de frecuencias que podrían corresponderse a grandes rasgos con los ciclos sedimentarios de orden menor.

No se ha encontrado una hipótesis suficientemente consistente respecto a la correlación entre los niveles que muestran las mayores frecuencias absolutas, o el mayor número de elementos fósiles respecto al total de niveles de la muestra, y la composición de dichos niveles (microfacies 7 y 8). No existen razones para pensar que la producción de restos fue mayor durante los momentos de formación

de las microfacies 7 y 8 debido a las condiciones ambientales o a otros factores ecológicos. En este caso sería posible proponer que el hecho observado se relaciona causalmente con los procesos tafonómicos. Sin embargo, como se verá más adelante tampoco se han encontrado diferencias notables entre los caracteres tafonómicos que presentan los conjuntos registrados en las microfacies con mayor frecuencia absoluta de restos fósiles, que constituyen un extremo del espectro de microfacies, y los conjuntos registrados en niveles compuestos por microfacies del otro extremo del espectro en las que en general las frecuencias absolutas son menores.

	Nivel de	Total	Montsec.	Total	Invet.	Crustác.	Crustác.	Crustác.	Total	Insectos	Insectos	Insectos	Total	Teleóst.	Otros	Total	Tetrapod
Cuadrícula	muestreo	fósiles		Vegetal.	no artr	No decápo.	Decápo.	indet.	Crustác.	acuáticos	terrestres	indet.	Insectos	Primitiv.	Peces	Peces	
Amarilla base	1	17	1	2	0	1	4	0	5	0	1	0	1	7	0	7	0
	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	3	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
	4	24	2	1	0	1	4	1	6	0	0	0	0	15	0	15	0
	5	89	1	16	0	0	8	1	9	0	0	1	1	50	10	60	0
	6	85	0	31	0	0	6	0	6	0	0	0	0	45	3	48	0
	7	34	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	31	0	31	0
	8	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	12	0	6	0	0	2	0	2	3	0	1	4	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	25	0	3	0	0	22	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	3	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
	13	64	0	41	0	0	11	0	11	1	1	0	2	5	0	5	0
	14	258	0	4	2	0	228	9	237	4	1	3	8	3	0	3	0
	15	378	2	7	0	0	207	30	237	1	2	9	12	25	91	118	0
	16	37	0	2	0	2	2	1	5	3	1	4	8	11	2	13	1
Amarilla techo	17	4	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
Rosa base	18	24	0	4	0	1	1	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1
	19	2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
	21	15	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0
	22	275	0	41	0	233	0	0	233	0	0	0	0	0	1	1	0
	23	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	3	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
	25	176	0	6	0	0	22	1	23	0	0	0	0	142	0	142	0
	26	19	2	6	0	1	3	3	7	0	0	0	0	0	2	2	0
	27	13	0	1	0	0	5	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	28	23	3	6	0	1	5	3	9	0	1	0	1	1	0	1	0
	29	40	10	2	0	1	17	2	20	0	0	0	0	2	1	5	0

Tabla 3.3.I. (sigue). Valores de frecuencia de los diferentes taxones en los niveles estratigráficos muestreados.

	30	713	2	1	0	0	3	0	3	0	0	0	0	5	1	6	0
	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	32	62	2	13	0	6	12	0	18	0	0	0	0	12	1	13	0
	33	57	0	12	0	4	2	3	9	0	0	0	0	19	0	19	0
	34	323	4	5	0	303	2	0	305	0	0	0	0	1	1	2	0
	35	38	1	9	0	1	3	0	4	0	0	0	0	20	3	23	0
Rosa techo	36	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negra s. base	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	39	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	40	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	42	42	0	0	3	1	5	0	6	19	9	0	28	1	3	4	0
	43	3	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0
	44	3	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
	45	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	46	9	0	1	0	1	2	0	3	0	1	0	1	0	1	1	0
	47	3	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0
	48	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	49	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Negra s. Techo	50	36	0	31	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bermeja base	51	20	0	0	0	0	1	12	13	0	0	0	0	3	2	5	0
	52	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	53	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	54	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	55	250	0	54	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
	56	85	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	57	31	0	25	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0
	58	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	60	200	1	102	0	86	0	1	87	0	0	0	0	1	0	1	0
	61	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	63	11	2	3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0

Tabla 3.3.I. (continúa). Valores de frecuencia de los diferentes taxones en los niveles estratigráficos muestreados.

	64	24	3	11	0	0	1	2	3	0	0	0	0	6	0	6	0
	65	54	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	66	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	67	57	1	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	68	105	0	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	69	4	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	70	8	1	1	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0
	71	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	72	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	73	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0
	74	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	76	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	77	251	0	251	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bermeja techo	78	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Naranja base	79	3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0
	80	10	0	1	0	0	0	0	0	4	2	3	9	0	0	0	0
	81	4	0	0	0	3	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	82	57	2	15	19	9	3	0	12	6	1	1	8	0	1	1	0
	83	238	5	5	0	222	1	0	223	0	0	0	0	0	0	0	0
	84	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	85	11	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	7	8	0
	86	16	3	0	0	10	1	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
	87	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	88	35	1	8	0	1	15	0	16	0	0	0	0	3	0	3	0
	89	7	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	2	3	0
	90	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	91	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	92	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	93	6	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	94	6	0	1	0	1	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	95	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.3.I. (continúa). Valores de frecuencia de los diferentes taxones en los niveles estratigráficos muestreados.

	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	99	4	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Naranja techo	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Morada base	101	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	102	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0
	103	21	2	4	0	0	0	0	0	3	4	7	14	0	1	1	0
	104	21	2	11	3	2	0	0	2	0	0	2	2	0	0	0	0
	105	130	80	0	0	46	0	0	46	0	2	0	2	0	0	0	0
	106	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	109	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	110	17	0	14	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	1	1	0
	111	44	0	34	0	8	0	0	8	2	0	0	2	0	0	0	0
	112	244	0	243	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
	113	14	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	114	2055	1814	235	0	1	0	0	1	0	0	3	3	0	2	2	0
	115	1200	1169	30	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	116	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	-1	1	0
	117	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	118	8	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
	119	63	20	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	120	191	174	14	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0	1	0
	121	7	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0
	122	64	22	37	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	0	2	0
	123	15	4	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	124	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	125	23	2	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	126	21	2	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0
	127	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	128	29	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	129	11	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	130	37	5	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Morada techo	131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.3.I. (concluye). Valores de frecuencia de los diferentes taxones en los niveles estratigráficos muestreados.

Matriz de factores:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
CASTAC	,72843	-,30357	-,00198	-,02661	,02110
CCONCHOS	-,03327	-,03743	,02232	,03511	-,09352
CDELC	,37246	-,09284	-,21152	-,04738	,13687
COSTRAC	-,02583	,09810	-,17210	,21119	,10593
CRUSTIND	,83613	-,39310	-,00014	,03272	,06549
CSPELA	-,03901	,06113	-,50907	,46096	,34289
INSECACU	,40090	,66613	-,10084	-,44315	-,06625
INSECIND	,78071	-,02989	,17282	,12243	-,13909
INSECTAD	,30958	,58605	-,14977	-,50919	-,07993
INSECTLA	,73265	,29196	,05289	-,08815	,03605
MIRIAP	-,04599	,07548	-,52662	,50636	,36054
NAGAST	,13381	,28020	-,12234	-,31648	-,04798
NAVERM	-,03086	-,02820	-,03341	,00855	-,01271
PAMIIF	,52334	-,34485	-,06705	,01999	,05774
PCHAN	-,10530	-,11264	,57914	-,18881	,52173
PEZIND	,81658	-,39785	,01969	,04728	,03883
PLEPID	,10780	,24452	-,13256	-,28802	-,04658
PMACROS	,21148	,56301	,03714	,16538	,09381
PPEURO	,13594	-,17598	-,11338	-,01246	,05827
PPYCNO	,26006	,55257	,40664	,56278	,10115
PTELPRIM	,24626	-,14097	-,10207	,05532	,11460
TAVES	,26006	,55257	,40664	,56278	,10115
TLAGAR	-,03069	-,01484	-,02662	,00537	-,00639
VANGIO	-,09913	-,09511	,41983	-,14620	,32506
VCONIF	-,01586	-,06542	,22627	,13618	-,45221
VCYCA	-,07819	-,07884	,43132	-,14066	,40799
VFILIC	-,09082	-,10977	,37841	-,13546	,33452
VHEPA	-,02063	-,06010	,17529	,17133	-,50970
VMONTSE	,00473	-,08574	,26295	,22449	-,65986
VVEGIND	-,06588	-,08608	,13748	,09730	-,26053
VWEIS	-,00706	,01997	-,05944	-,05208	-,00103

	Factor 6	Factor 7	Factor 8	Factor 9	Factor 10
CASTAC	,10548	-,20020	,00623	,06955	-,17414
CCONCHOS	,01358	-,06501	,05037	,69530	,30841
CDELC	-,25272	,77446	,04493	,06654	,00977
COSTRAC	,14041	-,02631	-,01421	,15908	,12796
CRUSTIND	,02803	-,13232	,00783	,00249	,06550
CSPELA	,54489	,06067	,03993	-,04548	-,02832
INSECACU	,23213	,07717	,01980	,04411	,02806
INSECIND	,14938	-,12331	,00221	-,01415	-,13244
INSECTAD	,24178	,05508	,01708	-,00088	-,03154
INSECTLA	,09465	-,03961	,03690	,04237	-,04715
MIRIAP	,55625	,04975	,03006	-,01154	,00419
NAGAST	,16881	,07806	,03254	,04234	,04657
NAVERM	-,08166	,01355	-,02725	,05856	-,12154
PAMIIF	-,06932	-,02846	-,06870	-,18043	,40453
PCHAN	,36205	,16012	-,34094	,04935	,03213
PEZIND	,07239	-,13750	,01040	,06945	-,12944
PLEPID	,07199	,00529	-,05764	-,15754	,28288
PMACROS	-,01878	,06078	-,01255	,05406	,14017
PPEURO	-,15713	,15718	-,09083	-,30798	,75609
PPYCNO	-,28158	-,01303	,00394	-,04236	,04414
PTELPRIM	-,29994	,75568	,06193	,17640	-,23483
TAVES	-,28158	-,01303	,00394	-,04236	,04414
TLAGAR	-,05728	-,03618	-,03288	-,03386	-,09954
VANGIO	,24002	,04734	,62994	-,09507	,07381
VCONIF	,33010	,21529	,02125	,02369	,04101
VCYCA	,27723	,13551	-,68188	,08175	-,01554
VFILIC	,17911	,09492	,65904	-,10633	,03995
VHEPA	,31010	,22653	-,06262	-,27114	-,02366
VMONTSE	,44017	,29059	-,02765	-,16917	,01834
VVEGIND	,18083	,04046	,12559	,65653	,26694
VWEIS	-,05759	,11261	-,02062	-,02485	-,17337

Tabla 3.3.II. (sigue). Aportación de cada una de las variables a la construcción de los 13 factores del análisis de componentes principales que explican el 75,6% de la variación de la muestra.

	Factor 11	Factor 12	Factor 13
CASTAC	-,00860	-,01553	,00539
CCONCHOS	,18823	,12905	,02520
CDELC	-,01537	-,03084	,03264
COSTRAC	-,77364	-,04608	,01715
CRUSTIND	-,03895	,00654	,00004
CSPELA	,28805	,01607	-,00614
INSECACU	,03971	-,03239	,01288
INSECIND	,09630	,00318	-,00312
INSECTAD	-,01432	,11929	-,03820
INSECTLA	-,07331	,01833	-,00265
MIRIAP	,05997	,00810	-,00603
NAGAST	,25870	-,18847	,06349
NAVERM	,04762	-,52227	-,51561
PAMIIF	,00996	,03966	-,02221
PCHAN	-,00492	-,00101	,00117
PEZIND	-,05437	-,01033	-,00206
PLEPID	,14950	-,08407	,00503
PMACROS	-,48082	-,01801	,00948
PPLEURO	,05455	,05479	-,02977
PPYCNO	,17767	,00941	-,00698
PTELPRIM	,01274	-,06823	,05368
TAVES	,17767	,00941	-,00698
TLAGAR	,03537	-,04631	,81431
VANGIO	-,01933	,00032	-,00314
VCONIF	,00384	,00759	,00548
VCYCA	,01049	-,00266	,00269
VFILIC	-,04154	,00251	,00071
VHEPA	-,07109	-,01086	-,00043
VMONTSE	-,04713	-,00373	,00176
VVEGIND	,07418	,00238	,00261
VWEIS	,01281	,80920	-,25823

Porcentaje de variación explicado por cada uno de los factores:

Variable	Communality *	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
CASTAC	,71068 *	1	4,04832	13,1	13,1
CCONCHOS	,65121 *	2	2,60715	8,4	21,5
CDELC	,88551 *	3	2,08560	6,7	28,2
COSTRAC	,75896 *	4	2,05266	6,6	34,8
CRUSTIND	,88322 *	5	2,00154	6,5	41,3
CSPELA	,98279 *	6	1,90540	6,1	47,4
INSECACU	,88115 *	7	1,57301	5,1	52,5
INSECIND	,73917 *	8	1,46640	4,7	57,2
INSECTAD	,80606 *	9	1,28903	4,2	61,4
INSECTLA	,65551 *	10	1,21841	3,9	65,3
MIRIAP	,98817 *	11	1,14728	3,7	69,0
NAGAST	,35994 *	12	1,01831	3,3	72,3
NAVERM	,56978 *	13	1,00794	3,3	75,6

Tabla 3.3.II. (concluye). Aportación de cada una de las variables a la construcción de los 13 factores del análisis de componentes principales que explican el 75,6% de la variación de la muestra.

CASTAC -Crustáceos astácidos (*Austrapotamobius*). CCONCHOS - Crustáceos conchostracos. CDELC - Crustáceos carídeos (*Delclosia*). COSTRAC - Crustáceos ostrácodos. CSPELA - Crustáceos espeleogríficos. INSECACU - Insectos acuáticos. INSECTAD - Insectos terrestres adultos. INSECTLA - Insectos terrestres larvas. MIRIAP - Miriápodos. NAGAST - Invertebrados no artrópodos gasterópodos. NAVERM - Invertebrados no artrópodos vermiformes. PAMIIF - Peces amiiformes. PCHAN - Peces chánidos. PEZIND - Peces indet. PLEPID - Peces *Lepidotes*. PMACRO -Peces macrosemidos. PPLEURO - Peces pleurofolidos. PPYCNO - Peces picnodontiformes. PTELPRIM - Peces teleósteos primitivos. TAVES - Tetrápodos aves. TLAGAR - Tetrápodos lagartos. VANGIO - Vegetales angiospermas. VCONIF - Vegetales coníferas. VCYCA - Vegetales cycadales. VFILIC - Vegetales filicales. VHEPA - Vegetales hepáticas. VMONTSE - Vegetales *Montsechia*. VVEGIND - Vegetales indet. VWEIS - Vegetales *Weischelia*.

3.4 Características tafonómicas generales del yacimiento

Antes de abordar el análisis de tafofacies realizado en este trabajo se procederá a realizar una descripción sintética y global de los diferentes estados de conservación y caracteres tafonómicos que muestran los restos de los diferentes grupos fósiles encontrados en el yacimiento.

Esta síntesis está basada fundamentalmente en la que realizaron Fregenal Martínez *et al.* (1995b), aunque se han añadido novedades posteriores y observaciones realizadas para la realización de este trabajo.

Plantas

La mayoría de las plantas están preservadas como impresiones, compresiones o restos carbonificados.

Los componentes anatómicos que más comúnmente se preservan son las hojas y las semillas, pero también se han encontrado tallos, ramas, conos e inflorescencias.

Se ha observado una relación entre los taxones registrados y sus características tafonómicas. El 50% de los elementos de *Montsechia* y el 40% de los de *Weitschelia* se encuentran como restos carbonificados (Lámina X. 2 y 3). El 20% de los de *Weitschelia* como compresiones

limonitizadas mientras que el mayor porcentaje de restos conservados como compresiones con restos de cutícula se encuentran entre las coníferas (Lámina X.4). La mayoría de las bennetitales y las filicales se conservan como impresiones.

La presencia de estructuras anatómicas asociadas como tallos con ramas y conos son especialmente relevantes, como lo son la conservación de las cutículas, de estructuras histológicas y órganos como estambres, células epidérmicas y estructuras estomatales. No hay evidencias del color original y aún no se han realizado análisis para comprobar la presencia de componentes orgánicos.

Se observan muy comúnmente cambios en la forma debido a distorsión tafonómica, particularmente distorsiones que implican pérdida de simetría radial en las ramas de las coníferas.

Moluscos

En este grupo se contemplan tanto bivalvos como gasterópodos. Los restos se conservan como moldes externos e internos (Lámina XI.6). En el caso de los moluscos bivalvos generalmente se presentan articulados, conservado las dos valvas abiertas y en posición de máxima estabilidad, aunque también es posible

encontrarlos con las dos valvas articuladas y cerradas. En ocasiones se conservan restos de la concha original, aunque lo más común es que éstas hayan sufrido procesos de neomorfismo o reemplazamiento por otros carbonatos.

Restos de organismos segmentados incertae sedis

Se conservan tanto en forma de impresiones, como en forma de réplicas mineralizadas de la cutícula aplanadas y fusiformes (Lámina XI.5). Presentan evidencias de tracto digestivo, generalmente en forma de réplicas formadas por carbonatos. Suelen aparecer acumulados con un empaquetamiento denso y no orientados.

Crustáceos

Estos se conservan siempre como réplicas mineralizadas. No se conserva la composición mineralógica original y la microestructura cuticular original no se ha observado, todas las cutículas han sufrido un proceso de fosfatización (Rabadà, 1991). Análisis posteriores de algunos restos cuticulares de *Delclosia* y *Austropotamobius* no han permitido confirmar la presencia de fosfatos en su composición, aunque sí existen en su composición moléculas orgánicas con predominio de los compuestos aromáticos (Stankiewicz *et al.*, 1997). Suelen presentar un recubrimiento de la cutícula por minerales limoníticos.

Delclosia fosiliza habitualmente en posición lateral (Lámina XI.3), mientras que *Austropotamobius* se encuentra generalmente en posición dorso-ventral (Lámina XI.1), ambas posiciones son las de máxima estabilidad mecánica o física en relación con su morfología.

Los ejemplares de ambos géneros han sufrido distorsión tafonómica, y se observa pérdida de simetría bilateral en algunos

casos de ejemplares del género *Austropotamobius*.

La compactación del sedimento induce el acortamiento según el eje paralelo a la dirección de esfuerzos de la compactación y un alargamiento en la dirección perpendicular a los esfuerzos y paralela a los planos de estratificación o laminación. En general este proceso suele conllevar la desarticulación de los segmentos de los apéndices. A pesar de esto la mayoría de los ejemplares se encuentran bien articulados, aunque es posible encontrar fragmentos aislados.

La conservación en forma de réplicas de estructuras delicadas, que se descomponen o biodegradan fácilmente tales como el tracto digestivo, los apéndices más delicados y los ojos se ha observado en algunos ejemplares de *Delclosia*.

Los peracáridos, tanto isópodos como espeleogrífaeos, se conservan casi siempre en posición dorso-ventral (Lámina XI.2 y 4), aunque los segundos aparecen también en posición lateral.

Se conservan también como réplicas mineralizadas. Suelen aparecer aplanados y deformados por compresión aunque en ocasiones se observa cierto volumen. Suelen mostrar un alto grado de articulación, así se observan en conexión estructuras especialmente delicadas en estos grupos como antenas, apéndices y elementos del telson.

Los ostrácodos suelen aparecer acumulados o resedimentados en niveles que contienen un elevado número de restos con un empaquetamiento denso. Las concentraciones están compuestas tanto por ejemplares completos con valvas articuladas, cerradas o abiertas, como por valvas aisladas y fragmentos de éstas. Los elementos que constituyen la acumulación no presentan una selección de tamaños y en muchas ocasiones no se encuentran en posición de máxima estabilidad. Las valvas son réplicas mineralizadas en las que se observa en ocasiones ornamentación.

Insectos

Se pueden distinguir dos tipos generales de conservación. Estos dos tipos están claramente relacionados con las facies en las que se conservan los fósiles, particularmente en relación al contenido en materia orgánica.

Los insectos conservados en facies con un alto contenido en materia orgánica se encuentran comprimidos y sin relieve o volumen, pero en algunos ejemplares es posible reconocer compuestos y patrones de color original (Lámina XII.3). Aún no se han realizado análisis que permitan establecer si los compuestos orgánicos detectados corresponden con la composición original. Nunca se ha observado la estructura cuticular original.

Los insectos conservados en facies pobres en materia orgánica mantienen volumen o relieve y corresponden a moldes o réplicas mineralizadas (Lámina XII.1 y 2).

En general hay un alto grado de articulación, pero es posible encontrar alas aisladas (Lámina XII.5), así como algunos restos desarticulados (patas y abdomen) de un mismo individuo con un nivel bajo de dispersión.

Cuando se observa desarticulación, el patrón suele corresponder con los patrones resultantes de la descomposición durante la flotación y el transporte y no con los patrones resultantes de la depredación (Martínez Delclòs y Martinell, 1993).

Hay pocas evidencias de partes blandas: el sistema traqueal de algunas larvas de dípteros así como el contenido estomacal de algunas cucarachas. Muchos ejemplares conservan en forma de réplicas estructuras delicadas como ojos compuestos, antenas, ovoposidores, apéndices finos del abdomen, patrones de nerviación de las alas de odonatos o neurópteros, ornamentación de élitros de coleópteros.

La mayoría de los ejemplares han sufrido distorsión tafonómica y es posible observar acortamiento y elongación del cuerpo en todos los grupos y deformaciones tales como arrugas.

Peces

La mayoría de los peces están fosilizados en su posición de máxima estabilidad física o mecánica, es decir en posición lateral (Lámina XIII.1, 2 y 3). Cuando la posición de fosilización es dorsal o ventral, los ejemplares suelen estar altamente deformados por la compresión durante la compactación.

Las dos características más destacables del yacimiento en cuanto a este grupo son la abundancia de peces pequeños (pequeños adultos y juveniles de la mayoría de los grupos) y la presencia de niveles de mortalidad en masa de teleósteos primitivos juveniles (Pinardo Moya *et al.*, 1995) (Lámina XIII.3).

El grado de articulación es generalmente muy alto y habitualmente hay integridad esquelética. En los ejemplares desarticulados el grado de dispersión es bajo y todos los componentes anatómicos están conservados dentro de un área reducida. En algunos casos es posible proponer que los patrones de desarticulación que implican un alto grado de desorden puedan haber sido generados por un agente biogénico, quizás un carroñero de fondo. En otros, por ejemplo en el caso de un grado de desarticulación menor que afecta a áreas periféricas del contorno del pez como son los radios de la aletas, es posible que el agente de desarticulación sean corrientes de fondo muy débiles. Muchos de los ejemplares adultos retienen las escamas articuladas que generalmente se encuentran ausentes en los juveniles que están débilmente osificados. La excepción la constituyen aquellos peces que presentan un fuerte exoesqueleto dotado de escamas ganoideas (Lámina

XIII.1), como los géneros *Lepidotes*, *Propterus* o *Pleuropholis* que muestran escamas articuladas desde tempranos estadios ontogenéticos.

Ocasionalmente se conservan evidencias de partes blandas, por ejemplo de los globos oculares, hay impresiones de la membrana peritoneal en algunos ejemplares de *Rubiesichthys* y también se han observado unos bandeados blancos que pueden corresponder a réplicas mineralizadas de miómeros musculares en algunos teleósteos.

La mayoría de los especímenes muestran evidencias de compresión, lo que suele dar lugar a un incremento en su altura. También se ha observado curvatura en el esqueleto axial de los ejemplares de teleósteos primitivos juveniles (Lámina XIII.3).

Salamandras, albanerpetontidos y lagartos

La mayoría de los tetrápodos pequeños de Las Hoyas muestran un alto grado de articulación. Algunos están conservados en posición lateral, pero la mayoría están conservados en posición dorsal o ventral, la posición de máxima estabilidad. Sólo un ejemplar muestra desarticulación significativa y parece constituir un pellet fecal o regurgitado que contiene restos de al menos cinco lagartos jóvenes (Barbadillo y Evans, 1995).

El principal ejemplar de albanerpetontido muestra los dígitos de las manos y los pies «en garra» debido al sometimiento a un ambiente subaéreo o hipersalino durante la alteración tafonómica (Lámina XIII.4).

Los ejemplares conservados en facies ricas en materia orgánica muestran réplicas mineralizadas de piel, glándulas y contenido intestinal. Estas trazas son raras en ejemplares procedentes de facies que contienen menos materia orgánica, a pesar de que el contenido estomacal y las impresiones de partes blandas son visibles

en ocasiones. Todos los ejemplares muestran evidencias de compresión dorso-ventral.

Tortugas

Todos los ejemplares encontrados en el yacimiento presentan integridad esquelética, con un alto grado de articulación. Casi todos conservan elementos del esqueleto post-craneal además del caparazón. Todos ellos se encuentran en posición dorsal o ventral, ambas de mayor estabilidad física que la lateral, y en la mayor parte de los casos muestran las extremidades, el cuello y el cráneo fuera del caparazón (Lámina XIII.5). El caparazón aparece completamente colapsado en todos los casos y se pueden observar desplazamientos de los elementos óseos que lo componen al nivel de las suturas. Así la serie costal aparece frecuentemente desplazada de la serie periferal y se producen distintos desplazamientos de los elementos anteriores y posteriores del plastrón, posiblemente debidos a la acomodación de las cinturas. Estas distorsiones se interpretan como distorsiones mecánicas debidas a la compactación diagenética gravitacional.

Cocodrilos

En el yacimiento se han encontrado seis ejemplares de cocodrilo bien articulados que muestran integridad esquelética. Cuatro de ellos han fosilizado en la posición de máxima estabilidad, es decir dorsal; uno se encuentra en posición dorso-lateral y en el último el cuerpo se encuentra en posición lateral con la cabeza en posición de máxima estabilidad (Lámina XIV.2). Además se han encontrado cráneos desarticulados y dientes aislados.

En general, cuando se observa desarticulación ésta consiste en el desplazamiento de los osteodermos de la posición que ocuparon en vida. Estos pueden observarse en vista ventral en un



ejemplar que muestra la armadura dérmica en vista dorsal, mientras que en otro los osteodermos desarticulados se encuentran próximos al cuerpo y a la derecha del mismomostrando una disposición en abanico.

Los patrones más comunes de desarticulación se deben a pequeños movimientos de algunos elementos esqueléticos con mínima dispersión.

Todos los ejemplares muestran evidencias de haber sufrido compresión, en forma de pequeñas fracturas y de colapso de las áreas neumatizadas y de las áreas que contienen cavidades. Sin embargo, los elementos compactos suelen conservar su forma.

Cuatro ejemplares parecen mostrar señales de desecación tras la muerte, pero no se encuentran otras evidencias de exposición subaérea, meteorización o bioerosión sobre los elementos esqueléticos.

Algunos ejemplares muestran impresiones del contorno corporal y réplicas de tegumentos.

Dinosaurios y Aves

Al igual que otros taxones de tetrápodos las aves y el dinosaurio ornitomimosaurio de Las Hoyas se encuentran en general bien articulados. Aunque también se han encontrado restos esqueléticos aislados, tres autópodos posteriores, y plumas aisladas.

Lámina X

1. Carófitas. Resto fósil del aparato vegetativo de una de las carófitas representadas en el Yacimiento de Las Hoyas. El morfotipo figurado ha sido asignado a la familia Clavatoraceae, caracterizado por presentar talos robustos, de hasta varios decímetros de longitud, y cubiertos de rosetas de acículas dispuestas en espiral. Longitud del resto 10 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto Mario Herraiz.

2. Filicales. Restos fósiles de pinnulas atribuidas a Matoniaceae *Weichselia reticulata*. Los restos de este helecho de porte arbóreo constituyen la mayor parte del registro de filicales recogido en Las Hoyas. Longitud de la pinnula mayor 12 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto Mario Herraiz.

3. *Montsechia vidali*. El taxón vegetal más abundantemente representado en Las Hoyas es *Montsechia*, una planta de controvertidas relaciones de parentesco y, hasta el momento exclusiva del Cretácico inferior español. Escala en mm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid.

4. Coniferales. Resto representando el ápice de una ramificación de *Brachyphyllum*. Anchura 1 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto Mario Herraiz.

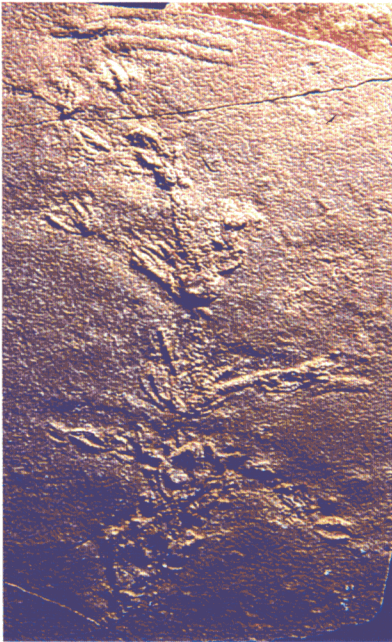
El ejemplar tipo de *Iberomesornis*, aunque se encuentra bien articulado carece de algunos elementos esqueléticos de la mano, así como el cráneo y vertebras cervicales anteriores (Lámina XIV.3 y 4).

El ejemplar tipo de *Eoalulavis* presenta un altísimo grado de articulación, así los elementos de la cintura torácica y el esternón conservan su posición original (Lámina XV.1 y 2).

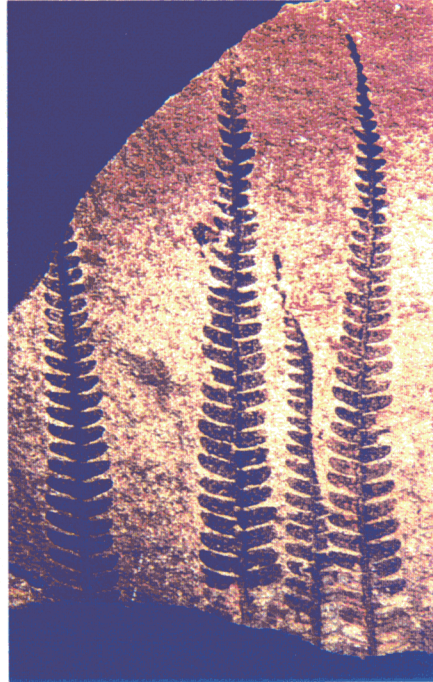
El dinosaurio ornitomimosaurio, *Pelecanimimus polyodon*, muestra integridad esquelética y la desarticulación observada se debe a torsión cervical y dorsal, probablemente por desecación o hipersalinidad, que lleva a la fracturación de dos vértebras cervicales y a la dispersión de algunos huesos en la región occipital del cráneo (Lámina XV.3 y 4). También presenta fracturas limpias con escaso desplazamiento de los húmeros.

Tanto el dinosaurio como las aves muestran evidencias de compresión y aplastamiento de los huesos y por consiguiente distorsiones de la morfología original.

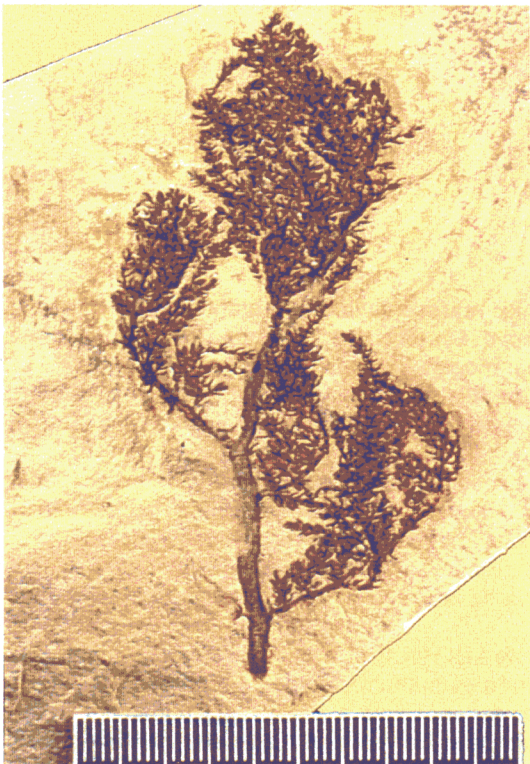
Algunas aves conservan las plumas en conexión como el álula o las rémiges en *Eoalulavis* (Sanz *et al.*, 1996a) (Lámina XV.2) y se han identificado réplicas mineralizadas e impresiones de estructuras musculares y dérmicas en el ejemplar tipo de *Pelecanimimus polyodon* (Briggs *et al.*, 1997).



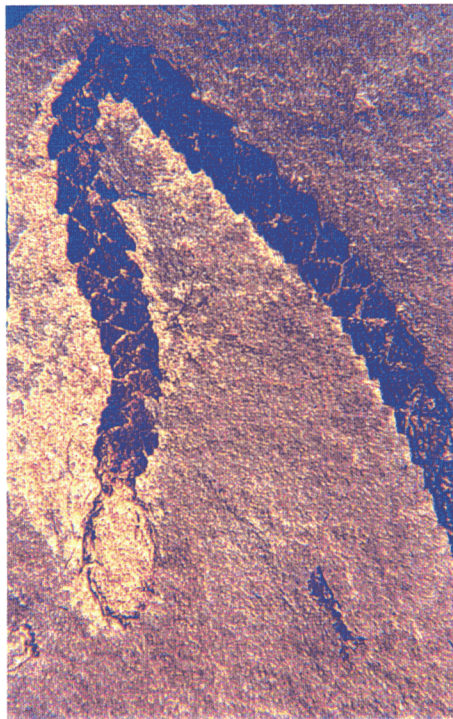
1



2



3

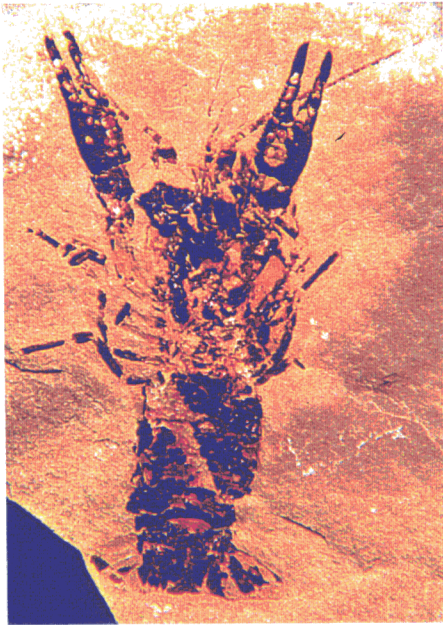


4

Lámina X

Lámina XI

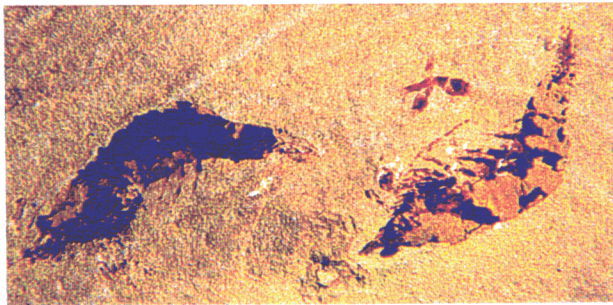
1. Crustáceos decápodos: *Austropotamobius llopsi*. El único representante de Reptantia representado en Las Hoyas fue inicialmente asignado al género *Pseudastacus*. Sin embargo, recientemente estos fósiles han sido transferidos al género *Austropotamobius*, considerándolos como la primera evidencia de la presencia de este género en el registro fósil. Longitud 10 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto Mario Herraiz.
2. Crustáceos peracáridos: Spelaeogriffaceae indet. Los espeleogrífáceos son un grupo de peracáridos cavernícolas del que se conocen únicamente dos géneros actuales. Los espeleogrífáceos de Las Hoyas representan ejemplares de pequeño tamaño (sólo algunos milímetros de longitud) y pueden presentarse muy abundantemente en algunos niveles. Longitud 1,3 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto G.F. Kurtz.
3. Crustáceos decápodos: *Delclosia martinelli* los Caridea de Las Hoyas son los únicos representantes de la familia Atyidae reconocidos en el Cretácico, aunque la familia está abundantemente representada en medios continentales terciarios. Longitud 1,8 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto Mario Herraiz.
4. Crustáceos peracáridos: Isopoda indet. Longitud 1,5 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto Mario Herraiz.
5. Miriapoda indet.: Iulidae?. Longitud estimada 1 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto Mario Herraiz.
6. Moluscos bivalvos: Unionidae? Escala 1:1. Ejemplar perteneciente a la colección de D. Armando Díaz Romeral. Foto José Luis Sanz.



1



2



3



4



6



5

Lámina XI

Lámina XII

1. Insectos: Neuroptera Chrysopidae. Longitud del ala 2,5 cm. Ejemplar perteneciente a la colección de D. Armando Díaz Romeral. Foto Xavier Martínez Delclòs.
2. Insectos: Coleoptera. Longitud del fósil 2 cm. Ejemplar perteneciente a la colección de D. Armando Díaz Romeral. Foto Xavier Martínez Delclòs.
3. Insectos: Mecoptera Panorpidae. Algunos de los ejemplares recogidos en el yacimiento preservan patrones de coloración sobre las alas. Longitud del fósil 2 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto Mario Herraiz.
4. Insectos: Orthopteroidea Chresmodidae: Los representantes de la familia encontrados en el yacimiento son insectos con largas patas velludas que se desplazarían sobre el agua de forma similar a como lo hacen los gérridos actuales (zapateros). Longitud corporal 2,3 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Fotog. Xavier Martínez Delclòs.
5. Insectos: Odonata. La mayor parte de los odonatos representados en el yacimiento los están por alas aisladas. Longitud del fósil 3 cm. Ejemplar perteneciente a la colección de D. Armando Díaz Romeral. Foto Xavier Martínez Delclòs.

1



2



3



4



5



Lámina XII

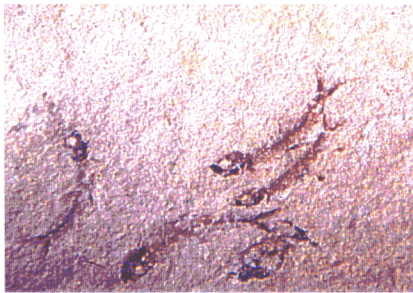
Lámina XIII

1. Pez semionotiforme *Lepidotes* sp. Escala en centímetros. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto D. Serrette, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.
2. Pez teleósteo gonorynchiforme *Gordichthys conquensis*. Longitud del fósil 1,4 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto F. J. Poyato Ariza.
3. Individuos juveniles de peces teleósteos primitivos indeterminados, que forman parte de un nivel de mortalidad en masa. La longitud de cada ejemplar oscila entre 15 y 20 mm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto F.J. Poyato Ariza.
4. Amphibia Albanerpetontidae: *Celtdens ibéricus*. Las Hoyas ha facilitado los primeros restos articulados que representan a un ejemplar completo de un miembro de este grupo. Fluorescencia inducida mediante luz ultravioleta. Longitud del fósil 8 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto Susan Evans.
5. Tortugas: Centrocryptodira indet. Longitud del fósil 15 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto G.F. Kurtz.

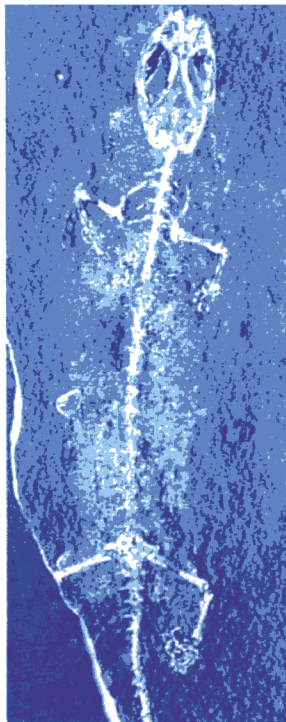


1

2



3



4



5

Lámina XIII

Lámina XIV

1. Escincomorfos teiioideos: *Meyasaurus diazromerali*. Longitud del fósil 9 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto Javier Barbadillo.
2. Crocodilomorfos: *Crocodyliformes* indet. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto G.F. Kurtz.
3. Aves: *Iberomesornis romerali*. Longitud del resto 8 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto G.F. Kurtz.
4. Aves: *Iberomesornis romerali*. Fluorescencia inducida mediante luz ultravioleta. Longitud del resto 8 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto G.F. Kurtz.
5. Aves enantiornitas: *Concomis lacustris*. Escala en milímetros. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto G.F. Kurtz.



3

1

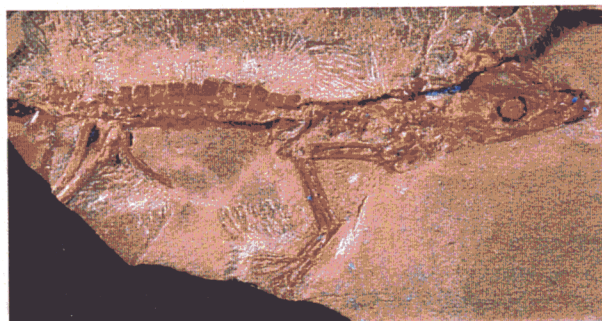


4



5

2

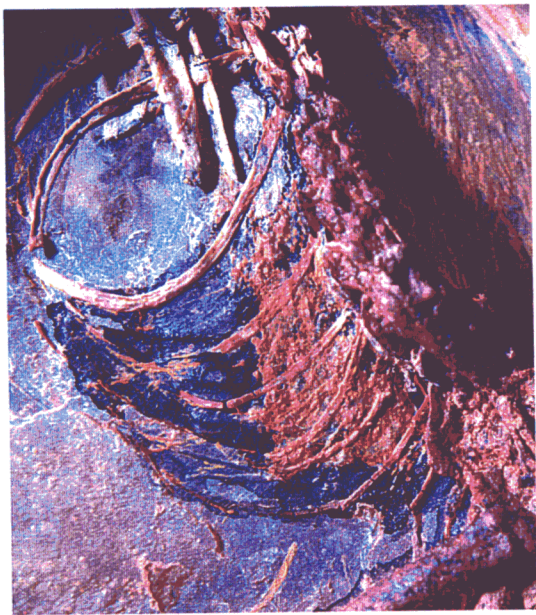


0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 1

Lámina XIV

Lámina XV

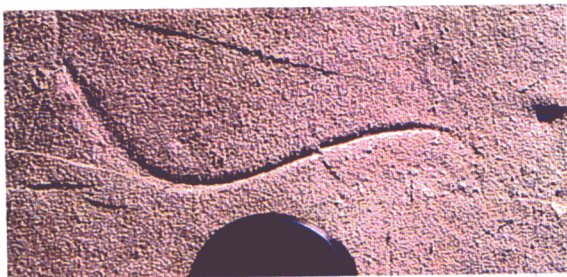
1. Aves enantiornithes: *Eoalulavis hoyasi*. Detalle de la cavidad torácica en la que pueden reconocerse fragmentos de caparazones de crustáceos. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto G.F. Kurtz.
2. Aves enantiornithes: *Eoalulavis hoyasi*. Detalle del extremo distal del ala mostrando algunas plumas en la posición que ocuparían en vida. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto G.F. Kurtz.
3. Dinosaurios ornitomimosaurios. Vista lateral del cráneo de *Pelecanimimus poliodon*. Longitud del cráneo 20 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto José Luis Sanz.
4. Dinosaurios ornitomimosaurios: Mitad anterior del ejemplar *Pelecanimimus poliodon*. Longitud del cráneo 20 cm. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto G.F. Kurtz.
5. Restos indirectos: *Undichna* sp. Traza atribuida al contacto de alguna de las aletas de un pez con el substrato durante el desplazamiento. Ejemplar perteneciente al Museo de Cuenca provisionalmente depositado en la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid. Foto Francisco Ortega.



1



2



5



3



4

Lámina XV

3.5 Análisis de Tafofacies

3.5.1 Introducción

El establecimiento, la caracterización y descripción de las distintas tafofacies que puedan constituir el yacimiento de Las Hoyas es un trabajo que se encuentra aún en una fase preliminar.

Una vez realizado el análisis y la interpretación detalladas de las microfacies laminadas se procedió en primer lugar a comparar los caracteres tafonómicos que presentaban las asociaciones conservadas en ellas. Para llevar a cabo esta tarea se comenzó por comparar los caracteres de los dos conjuntos de microfacies que constituyen los términos extremos del espectro total de microfacies relacionadas genéticamente que se había establecido (ver apartado 2.4.4).

Para la descripción de los caracteres tafonómicos de las asociaciones se eligieron los siguientes aspectos referentes a los mecanismos de alteración tafonómica: biodegradación-descomposición, encostramiento, composición mineralógica y petrológica, grado de carbonificación, disolución, relleno y cementación, desarticulación y dispersión de los restos y distorsiones. Estos parámetros han servido para describir y caracterizar al conjunto de

la asociación independientemente de su composición y diversidad taxonómicas.

En un principio se comenzó por describir y comparar las asociaciones presentes en niveles constituidos por microfacies 1 y 2 con las de los niveles constituidos por microfacies 7 y 8. Esta tarea tropezó con una dificultad resultante de la ausencia o escasez de restos que habitualmente se encuentran en los niveles formados por las microfacies 1 y 2, hecho éste que ya ha sido comentado en el apartado dedicado a la distribución estratigráfica de taxones en el yacimiento. Se realizó a continuación una comparación de las asociaciones de niveles formados por las microfacies 7 y 8 con las microfacies 3 y 4. Aunque en general es posible observar caracteres tafonómicos diferentes en los conjuntos de restos de los distintos niveles muestreados de ambos conjuntos de microfacies, no existen o por el momento no se han encontrado evidencias suficientemente sólidas que permitan discriminar completamente ambas y establecer dos tafofacies diferentes.

Sí se han reconocido sin embargo dos tafofacies diferentes que a grandes rasgos

agrupan al total de las muestras y que no muestran una correspondencia clara con las microfacies descritas hasta el momento.

Como ya se mencionó en el análisis sedimentológico, es posible a escala de campo diferencias dos tipos diferentes de facies laminadas en función de su contenido en materia orgánica.

Las facies laminadas con mayor contenido en materia orgánica son fétidas, de color gris oscuro a negro, muestran un aspecto compacto y fractura concoidea y suelen además presentar una mayor cantidad de deformaciones hidrolásticas sinsedimentarias o formadas durante las primeras etapas del enterramiento. Los análisis composicionales de estas facies revelan que contienen hasta un 5 ó 6% de arcillas, cuarzo y materia orgánica, estando el resto compuesto por carbonato cálcico.

Las facies laminadas con menor contenido en materia orgánica muestran colores grises, se abren habitualmente en lajas milimétricas continuas y su contenido en materia orgánica y arcillas no suele sobrepasar el 2% del total de la muestra, estando el resto compuesto por carbonato cálcico.

Las asociaciones conservadas en cada una de estas dos facies muestra diferentes caracteres tafonómicos, de manera que cada una de ellas constituiría una tafofacies diferente.

3.5.2 Descripción de las tafofacies

3.5.2.1 Tafofacies 1

La asociación conservada en facies con alto contenido en materia orgánica presenta en conjunto las siguientes características tafonómicas:

Biodegradación-descomposición. Se encuentran evidencias abundantes de partes

blandas en todos los grupos, patrones de color original (Lámina XII.3), restos tegumentarios, estructuras histológicas, evidencias de tractos intestinales y restos de cadenas moleculares orgánicas y en general de componentes anatómicos delicados como segmentos de antenas y apéndices de los crustáceos que suelen desarticularse en los primeros momentos de la descomposición orgánica.

Encostramiento. Se han reconocido evidencias de inclusión de los restos en tapices microbianos. El desarrollo de procesos de encostramiento no se reconoce fácilmente en el campo siendo necesario el uso del microscopio electrónico para reconocer tanto los restos de los tapices como las impresiones en los mismos y/o las réplicas mineralizadas de estructuras anatómicas delicadas.

Composición. Como ya se ha mencionado resulta difícil, cuando no imposible establecer las composiciones mineralógicas y petrológicas de los restos en el campo y con el simple uso de la lupa. En general son más frecuentes los restos formados por compuestos de carbono y tanto las réplicas de las cutículas de los restos de crustáceos e insectos (Lámina XII.4) como los restos óseos presentan un color o una tinción oscura.

Carbonificación. En general son muy frecuentes los procesos de carbonificación, especialmente evidentes en los restos de plantas (Lámina X.2 y 3). Es posible observar que existen diferentes grados de carbonificación de los restos aunque no es posible en campo caracterizar adecuadamente todo el espectro que posiblemente esté presente. Otro problema que se ha planteado al respecto es la diferenciación de los restos carbonificados durante el enterramiento de los restos quemados antes del enterramiento o *charcoal*, no habiéndose realizado una distinción en campo de ambos tipos.

Disolución. No es frecuente observar procesos de disolución, salvo en algunos restos óseos. Por otra parte y aunque son escasos los restos de organismos con

exoesqueleto carbonático, fundamentalmente moluscos, suelen presentar disolución total de las conchas habiendo sido preservados como moldes internos en la mayor parte de los casos (Lámina XI.6).

Relleno y cementación. Aparte del relleno sedimentario de las conchas de moluscos previo a la disolución de las mismas, se han observado rellenos y mayoritariamente cementaciones durante la diagénesis de algunas cavidades anatómicas y algunos procesos de permineralización de tejidos orgánicos, aunque dadas las características de los restos estos son procesos difícilmente observables en campo.

Desarticulación y dispersión. Aunque la evaluación del grado de articulación se realiza con criterios diferentes para los distintos grupos, en general los restos presentan un alto grado de articulación y la dispersión de componentes anatómicos desarticulados suele ser muy baja. Cuando se observan desarticulaciones lo más habitual es que los componentes desarticulados aparezcan dispersos en un espacio muy reducido y mostrando ligeros cambios respecto a su posición anatómica original.

Distorsiones tafonómicas. Los caracteres debidos a deformación mecánica son especialmente abundantes. En general todos los restos se encuentran fuertemente comprimidos y la conservación de volúmenes es rara, excepto en los casos de elementos anatómicos de estructura compacta. Los colapsos de cavidades neumatizadas y la compresión de los elementos óseos es común en los tetrápodos. Los insectos y crustáceos suelen presentar una pérdida total de volumen y la superposición de caracteres anatómicos dorsales y ventrales. En general y como consecuencia es frecuente observar la pérdida de simetrías especialmente cuando los restos no han sido enterrados en posiciones de máxima estabilidad mecánica.

3.5.2.2 Tafofacies 2

La asociación conservada en facies con bajo contenido en materia orgánica presenta en conjunto las siguientes características tafonómicas:

Biodegradación-descomposición. Las evidencias de partes blandas son menos abundantes que en el caso de la Tafofacies 1 (Fig. 3.5.1). No se han encontrado patrones del color, es menos frecuente la aparición de estructuras delicadas en conexión y es menos frecuente la conservación de moléculas orgánicas. Las evidencias de partes blandas aparecen siempre en forma de réplicas mineralizadas.

Encostramiento. También en esta tafofacies se reconocen evidencias de inclusión de los restos en tapices microbianos, al igual que en el caso anterior (Fig. 3.5.1). Este proceso es el que favorece la formación de réplicas mineralizadas en diagénesis temprana de tejidos orgánicos y estructuras anatómicas fácilmente biodegradables.

Composición. Al igual que en el caso anterior el establecimiento de las composiciones mineralógicas y petrológicas en campo resulta complicado. A diferencia de los restos encontrados en la Tafofacies 1 estos no presentan el color oscuro de los restos óseos o de las cutículas de crustáceos e insectos y son menos frecuentes los compuestos de carbono (Fig. 3.5.1). Son muy abundantes los restos compuestos por limonita debido al relleno de porosidad móldica.

Carbonificación. El grado de carbonificación que suelen presentar los restos vegetales es menor que en el caso de la Tafofacies 1 (Fig. 3.5.1) y es probable que una parte importante de los restos carbonificados correspondan en realidad a restos quemados.

Disolución. Las evidencias del desarrollo de procesos de disolución son

más abundantes en esta tafofacies. En general corresponden a disoluciones parciales de restos óseos producidas en ambientes meteóricos recientes o relativamente recientes (Fig. 3.5.1), así como a disoluciones de restos cuticulares que habían sido previamente mineralizados. Sin embargo se observa una mayor cantidad de restos de conchas de moluscos que mantienen la concha original, aunque es probable que neomorfizadas.

Relleno y cementación. Como ya se ha mencionado al describir la composición es muy común observar la presencia de rellenos y cementaciones, en su mayor parte

formados por limonita, carbonatos y otros minerales cuya composición aún no ha podido ser establecida. Estos rellenos y cementaciones se realizan a favor de la disolución previa de algunos componentes anatómicos (elementos óseos, por ejemplo) y en algunos casos de la disolución total y parcial de las réplicas mineralizadas de restos cuticulares que dejan una impresión que es posteriormente rellena y cementada.

Desarticulación y dispersión. Al igual que en el caso de la microfacies anterior el grado de articulación suele ser muy alto y la dispersión de restos es baja. Suelen encontrarse un mayor número de casos de

	TAFOFACIES 1	TAFOFACIES 2
BIODEGRADACIÓN-DESCOMPOSICIÓN		
ENCOSTRAMIENTO		
COMPOSICIÓN		Moléculas orgánicas
CARBONIFICACIÓN		
DISOLUCIÓN	 	Diagénesis tardía Diagénesis temprana
RELLENO Y CEMENTACIÓN	 	Diagénesis tardía Diagénesis temprana
DESARTICULACIÓN-DISPERSIÓN	 	Elementos óseos Elementos delicados biodegradables
DISTORSIÓN TAFONÓMICA		

Fig. 3.5.1. Esquema comparativo que representa el sentido en que varían los atributos tafonómicos que caracterizan las Tafofacies 1 y 2. Este esquema carece de cualquier connotación cuantitativa.

desarticulación de apéndices finos en crustáceos e insectos ligada al desarrollo de las primeras etapas de biodegradación.

Distorsiones tafonómicas. Aunque también es común observar la presencia de distorsiones y deformaciones mecánicas en los restos fósiles de esta tafofacies, éstas son menos comunes (Fig. 3.5.1). Así es frecuente poder observar restos que conservan gran parte de su volumen original. Esto parece ser especialmente evidente en los restos de insectos, especialmente en aquellos que presentan cutículas fuertemente esclerotizadas (Lámina XII.2), siendo posible reconocer moldes externos de los restos en volumen (Martínez Delclòs, 1991; Fregenal Martínez *et al.*, 1992).

3.5.3 Modelo de tafofacies

Como se puede inferir de las observaciones que se han realizado de los caracteres tafonómicos de las dos tafofacies propuestas, ambas presentan notables diferencias, especialmente evidentes en aspectos como el grado de biodegradación-descomposición, las composiciones, las cementaciones o las distorsiones y deformaciones mecánicas.

Ambas tafofacies son el resultado de diferentes modificaciones tafonómicas condicionadas por la diferente interacción de los restos de cada asociaciones entre ellos y con el ambiente. A lo largo de la fosilización los elementos conservados se han estabilizado, replicado y transformado de manera diferente en función de los sucesivos cambios ambientales y de las sucesivas variaciones en su composición y estructura, habiendo adquirido un conjunto de caracteres tafonómicos que reflejan la sucesión de alteraciones tafonómicas.

La Tafofacies 1 contiene restos que fueron enterrados en un sedimento con un contenido relativamente alto en materia orgánica en el que el ambiente fue reductor y con un pH más ácido. En este ambiente los procesos de biodegradación-descomposición pueden haberse visto

retardados y algunas estructuras orgánicas delicadas habrían sido estables durante más tiempo, mientras que por el contrario se habría favorecido la disolución de estructuras óseas formadas por fosfatos cálcicos estables en medios más alcalinos por ejemplo. En la Tafofacies 2 la conservación de estructuras delicadas y partes blandas se debería fundamentalmente al encostramiento por tapices bacterianos y no habría tenido lugar la disolución de restos óseos, al mismo tiempo que la biodegradación-descomposición habría actuado con mayor eficacia.

La materia orgánica y los minerales de la arcilla inhiben la cementación temprana del carbonato (Morse y Mackenzie, 1990; Choquette y James, 1990), de manera que el sedimento de la Tafofacies 1 debió enterrarse en estado muy plástico sufriendo posteriormente una compactación diferencial respecto a los sedimentos con menor contenido en materia orgánica de la Tafofacies 2 que podrían haberse cementado o litificado en momentos muy tempranos de la diagénesis, en algunos casos casi inmediatamente después de la sedimentación. Esto explicaría la mayor abundancia de estructuras de deformación mecánica que se observan en los restos de la Tafofacies 1 y la conservación en volumen preferente en los restos pertenecientes a la Tafofacies 2. Los propios sedimentos suelen mostrar una mayor cantidad de estructuras de deformación producidas con el sedimento en estado plástico ya enterrado, así como una mayor abundancia de estilolitos.

Esta compactación diferencial habría dado lugar a la menor friabilidad de las rocas resultantes de la litificación de los sedimentos ricos en materia orgánica, que a pesar de presentar una estructura interna laminada no se separan fácilmente en láminas milimétricas como las rocas con menor contenido en materia orgánica.

Como consecuencia, durante la exhumación del yacimiento en el Cenozoico con el comienzo del ciclo alpino, la consiguiente entrada de aguas meteóricas

habría provocado el desarrollo de un conjunto de procesos de transformación de los restos que habrían afectado fundamentalmente a la asociación conservada en la Tafofacies 2, estando esto favorecido por la menor compactación de manera que los fluidos pudieron circular con mayor facilidad por los planos de discontinuidad de la laminación. Por el contrario los restos de la Tafofacies 1, perteneciente a las facies con mayor contenido en materia orgánica, no habrían experimentado esta etapa de transformación. Durante esta etapa se habrían desarrollado los procesos de disolución que se observan en los restos de la Tafofacies 2 y se habrían producido los rellenos y cementaciones limoníticas y carbonáticas que se observan en estos restos a favor de las cavidades generadas por la disolución.

Aunque esto son solamente resultados de un estudio preliminar y es muy probable

que sea posible distinguir otras tafofacies en el yacimiento de Las Hoyas, resulta evidente que existen y se pueden reconocer estados de conservación diferentes en el mismo y que en contra de lo que habitualmente se piensa los *Konservat-Lagertätten* no son yacimientos en los que los procesos tafonómicos destructivos no han ocurrido o han tenido muy poco impacto. Es obvio que el yacimiento tiene una historia de evolución tafonómica a lo largo de la cual los restos se han alterado, han sufrido modificaciones y han adquirido nuevos caracteres y que estos procesos se han desarrollado desde que estos restos fueron producidos hasta la actualidad, lo cual no es incompatible en absoluto con que los mismos restos y el yacimiento en su conjunto porten reseñables cantidades de información paleobiológica que pueda ser considerada poco habitual. Esta es quizás la conclusión más importante que puede extraerse del estudio.

4. Consideraciones Finales

El análisis conjunto y la concurrencia de los muy diversos aspectos implicados en el estudio de un yacimiento como el de Las Hoyas constituye una fructífera vía de contrastación continua de hipótesis que proceden de cada área particular de investigación. Esta contrastación permite generar constantemente nuevas hipótesis y plantear problemas que de otra forma no llegarían a aparecer.

En este trabajo se han abordado solamente algunos de estos múltiples aspectos. Desde distintas escalas de observación y con metodologías diversas se ha abordado el estudio general del contexto paleogeográfico y los factores de control que pudieron estar implicados a gran escala en la formación del yacimiento, la reconstrucción paleoambiental del sistema sedimentario, la modelización a escala detallada de las litofacies del yacimiento, el análisis de las características tafonómicas del yacimiento y el análisis de la distribución de los taxones en el mismo.

Las conclusiones obtenidas independientemente en cada uno de estos análisis son en muchos casos coherentes con las obtenidas en los demás, las hipótesis han podido ser mejor contrastadas y se han podido plantear otras nuevas cuando se han rechazado las previas.

Sirvan como ejemplo de estos hechos la coherencia encontrada entre la distribución de taxones y las evidencias icnológicas, con las variaciones de lámina de agua interpretadas para las facies

laminadas relacionadas con ciclicidad climática.

El desarrollo e influencia de la ciclicidad climática en la sedimentación está, a su vez, apoyada por otras evidencias sedimentológicas obtenidas del estudio de medios sedimentarios distintos aunque contemporáneos con el yacimiento y relacionados paleogeográficamente.

Otro ejemplo lo constituyen la coincidencia entre la ciclicidad observada en el estudio de las microfacies y los pulsos de variación de frecuencias absolutas en la distribución de los taxones.

La velocidad de sedimentación alta que se deduce del análisis sedimentológico es coherente con el enterramiento rápido que explica algunos caracteres tafonómicos adquiridos por los restos.

El desarrollo de corrientes turbidíticas de baja densidad es coherente con los patrones de orientación que algunas concentraciones de restos muestran. Al mismo tiempo la existencia de estos patrones de orientación apoyan algunas interpretaciones de las facies realizadas independientemente. Así por ejemplo algunas de las microfacies interpretadas como flujos turbidíticos, podrían haberse interpretado también como productos de decantación de sedimento en suspensión en la lámina de agua, y habría sido más complejo probar claramente la primera interpretación. Sin embargo la presencia de concentraciones de restos, especialmente

peces, orientados en dichas microfacies apoyan la interpretación como flujos turbidíticos.

Las interpretaciones realizadas sobre el funcionamiento tectónico de la cuenca se apoyan en datos obtenidos de la observación a escala regional, a escala local y son coherentes también con la presencia de microfacies y estructuras de deformación en las facies laminadas debidas a actividad tectónica. En relación con este tema el análisis global de la dinámica de funcionamiento sedimentario y evolución paleogeográfica de la Cubeta de Las Hoyas ha permitido relacionar la formación de los litosomas laminados fosilíferos con los momentos de máxima subsidencia tectónica, en los que se ha mantenido durante un periodo de tiempo relativamente largo el equilibrio en las condiciones ambientales y paleogeográficas que han dado lugar a la formación del yacimiento.

El ambiente diagenético ha condicionado en etapas posteriores las modificaciones sucesivas sufridas por el yacimiento y la alteración tafonómica de los restos, que en función de las interacciones entre ellos y con el ambiente desde el momento de su producción se han transformado, replicado y estabilizado dando lugar a sucesivas asociaciones conservadas y a las asociaciones registradas estudiadas. El yacimiento contiene una cantidad excepcional de información paleobiológica independientemente de que los restos hayan sufrido alteraciones y modificaciones tafonómicas.

El banco de datos aún por elaborar que se posee es muy amplio y existe una amplia problemática abierta por resolver en todo lo que concierne al yacimiento de Las Hoyas. Sin embargo hasta el momento, el enfoque y las metodologías aplicadas han resultado sumamente útiles y productivas.

5. Resumen

En el trabajo que aquí concluye se ha realizado el análisis de la Cubeta sedimentaria de Las Hoyas, en la que se encuentra el yacimiento del mismo nombre, así como de su entorno paleogeográfico más cercano, es decir el análisis estratigráfico, sedimentológico y paleogeográfico del registro sedimentario de la Formación Calizas de La Huérguina (Cretácico inferior) en la zona suroccidental de la Serranía de Cuenca. Además se ha realizado un estudio sedimentológico detallado del yacimiento de Las Hoyas y una aproximación al análisis tafonómico del mismo.

El resumen de los principales resultados obtenidos se expondrá siguiendo el mismo esquema con el que se ha realizado la memoria.

Análisis de Cuenca

Análisis Estratigráfico

1. Del análisis estratigráfico de los materiales de la Formación Calizas de La Huérguina (Cretácico Inferior) presentes en el área de estudio sólo ha sido posible realizar la división en unidades estratigráficas del registro sedimentario en el Sinclinatorio de Las Hoyas. Este registro está formado por 400 m de sedimentos aluviales y lacustres, y corresponde al mayor espesor de sedimentos registrados de la Formación Calizas de La Huérguina en la Serranía de Cuenca.

Esta tarea se apoya tanto en el levantamiento y análisis de columnas y cortes estratigráficos como en la representación de los datos cartografiados en un fotomapa geológico general del área de estudio y en un fotoplano geológico del Sinclinatorio de Las Hoyas.

Para la realización de esta tarea se ha aplicado la metodología de la Estratigrafía Secuencial y se han tenido en cuenta los conceptos de unidades aloestratigráficas y de secuencias deposicionales.

El registro sedimentario del Sinclinatorio de Las Hoyas ha sido dividido en cuatro secuencias de depósito a las que se ha denominado de más antigua a más moderna como sigue: Secuencia de la Rambla de las Cruces I, Secuencia de la Rambla de las Cruces II, Secuencia del Pocillo del Pozuelo, Secuencia de la Hoya de la Madre de las Latas.

Se ha asumido que la edad de las cuatro secuencias se encuentra comprendida en el intervalo correspondiente al Barremiense superior.

La Secuencia de la Rambla de las Cruces I se apoya discordantemente sobre un sustrato jurásico fracturado y paleokarstificado, presenta una geometría lentejona asimétrica, un espesor máximo de 150 m y mínimo de 25 m, y está compuesta por sedimentos siliciclásticos y carbonáticos con predominio neto de estos últimos.

La Secuencia de la Rambla de las Cruces II se apoya concordante sobre la secuencia precedente y sobre el sustrato jurásico fracturado y paleokarstificado en los extremos oriental y meridional del sinclinorio. Presenta geometría lentejón asimétrica, un espesor máximo de 170 m y mínimo de 30 m, y está compuesta íntegramente por sedimentos calcáreos. Esta secuencia puede ser dividida en tres subunidades correspondientes a tres sucesiones de facies que representan cada una de ellas un ciclo completo de somerización y colmatación de un sistema lacustre permanente de envergadura media. En esta secuencia, concretamente en la segunda subunidad, se encuentra el yacimiento de Las Hoyas.

La Secuencia del Pocillo del Pozuelo se apoya mediante una discordancia sobre la secuencia precedente y sobre el sustrato jurásico fracturado y paleokarstificado en los extremos oriental y meridional del sinclinorio. Presenta geometría lentejón asimétrica y un espesor máximo de 100 m y está compuesta por sedimentos siliciclásticos y carbonáticos.

La Secuencia de la Hoya de la Madre de las Latas se apoya mediante una discordancia sobre distintos niveles estratigráficos de las secuencias de la Rambla de las Cruces I y II, y sobre el sustrato jurásico fracturado y paleokarstificado en su extremo meridional. Presenta geometría lentejón asimétrica y su espesor no excede los 20 m. Está compuesta totalmente por materiales calcáreos.

Análisis Sedimentológico

1. En cuanto al estudio sedimentológico, el conjunto de materiales estudiados fueron depositados en dos sistemas de depósito principales relacionados entre sí: un sistema de llanuras aluviales distales y palustres y un sistema lacustre.

Los sistemas de llanuras aluviales distales y palustres presentan a su vez varios dominios ambientales internos en los que se depositaron sedimentos fundamentalmente calcáreos y de forma subordinada siliciclásticos: dominio aluvial, dominio lacustre-palustre y dominio mixto o de interacción entre los dos anteriores. En el dominio aluvial se han interpretado asociaciones de facies formadas en ambientes de llanura de inundación lutítica, canales y conos de deyección. En el dominio lacustre-palustre se han identificado secuencias de instalación y relleno de charcas en la llanura de inundación, secuencias de somerización de margen lacustre con eulitoral o intralitoral agitado y una asociación de facies formada en ambiente de llanura palustre. En el dominio mixto se han reconocido cinco asociaciones de facies: desembocadura de canales en eulitorales lacustres, lóbulos arenosos en eulitorales lacustres, microdeltas, entrada de flujos en masa en cuerpos de agua lacustres, entrada de derrames calcareníticos en cuerpos de agua lacustres.

Como correspondientes al desarrollo de sistemas lacustres se han interpretado las sucesiones de facies formadas en lagos carbonatados permanentes, de pequeña y media envergadura y con dinámica ambiental apropiada para la formación y preservación de sedimentos laminados. Estos sistemas lacustres o paleolagos presentan también tres dominios ambientales internos principales: dominio supralitoral y eulitoral, dominio intralitoral y sublitoral y dominio de talud y cuenca. En el dominio de cuenca de estos paleolagos se formaron sedimentos laminados que contienen una asociación muy diversa de fósiles excepcionalmente preservados compuesta por plantas, moluscos, artrópodos, peces y tetrápodos. En total se han reconocido en el área de estudio cinco litosomas laminados fosilíferos, tres en el Sinclinorio de Las Hoyas, uno en el Sector Occidental, y otro en el Sector Meridional. El yacimiento de Las Hoyas corresponde con uno de los

litosomas localizados en el Sinclinorio de Las Hoyas.

2. Se ha llevado a cabo un análisis sedimentológico detallado de las facies laminadas que constituyen el yacimiento de Las Hoyas. A pesar del aspecto homogéneo que estas facies presentan a escala macroscópica ha sido posible distinguir hasta ocho microfacies diferentes, para las que se propone un modelo de facies. En conjunto estas microfacies son el resultado del transporte y la acumulación en el dominio de cuenca de detritos carbonáticos de grano muy fino previamente producidos y depositados en las áreas litorales del mismo lago o en las llanuras palustres que lo rodearon. Los depósitos se produjeron fundamentalmente por decantación a partir de la lámina de agua lacustre o de corrientes turbidíticas diluidas distales de grano fino, y se propone que el principal mecanismo desencadenante de la removilización y transporte de los sedimentos fue el desarrollo de tormentas, probablemente estacionales.

3. El análisis de la ciclicidad y del ordenamiento secuencial de estas ocho microfacies ha permitido discriminar la participación de controles autocíclicos o autogénicos, de la participación de controles alogénicos o alocíclicos en la formación de los patrones de ordenamiento observados. Se han distinguido por tanto dos tipos de secuencias cíclicas: secuencias autocíclicas o autogénicas que resultan en una laminación rítmica, discíclica, episódica y no periódica y secuencias alocíclicas o alogénicas que resultan en una laminación rítmica, cíclica y periódica. Este segundo tipo de secuencias o ciclos está controlado fundamentalmente por factores climáticos y los ciclos son el reflejo de la alternancia de estaciones húmedas y secas, y a mayor escala de la alternancia de etapas húmedas y de etapas más áridas, que pudieron provocar fluctuaciones rápidas y drásticas de la lámina de agua lacustre.

Análisis Paleogeográfico

1. Utilizando como criterio la tendencia regional que la Formación Calizas de La Huérguina presenta hacia la inundación de la cuenca por expansión de los sistemas lacustres sobre sistemas aluviales distales, se han correlacionado las sucesiones sedimentarias de todas las áreas de afloramiento estudiadas, para lo que se ha usado como *datum* el comienzo de la expansión lacustre. Esta labor sólo podía ser realizada una vez conocidas las interpretaciones sedimentológicas y la distribución geográfica y estratigráfica de los medios sedimentarios. Como resultado se ha podido establecer la existencia de cuatro etapas de evolución paleogeográfica correlacionables con cada una de las cuatro secuencias de depósito descritas en el Sinclinorio de Las Hoyas.

2. La sedimentación tuvo lugar durante una etapa de *rifting* intracontinental que afectó a toda la Cuenca Ibérica y dio lugar a la compartimentación interna de la misma en numerosos bloques y cubetas sedimentarias.

La lectura e interpretación conjunta de la cartografía geológica y los datos referentes a las variaciones de facies y espesores fundamentales reconocidos, ha permitido establecer las principales directrices paleotectónicas que fueron activas durante la sedimentación de la Formación Calizas de La Huérguina en el área de estudio y controlaron su evolución paleogeográfica.

Así se concluye que existen tres direcciones estructurales principales que delimitan varios bloques subsidentes.

La primera es de dirección NO-SE y corresponde con la dirección ibérica. Esta directriz limita los surcos subsidentes principales a escala regional, y a favor de ella se realizó la extensión del *rifting*. El

área de estudio se encuentra incluida en la mitad sur de uno de estos surcos (Surco de Uña-Las Hoyas) y dentro de él esta directriz se reconoce en una fractura principal cuya actividad se refleja en cambios de facies.

La segunda directriz es perpendicular a la anterior, es decir NE-SO, y corresponde a las fracturas de transferencia y acomodación de la extensión. En el área de estudio se reconocen dos fallas principales con esta dirección: la Falla de Pozorruf y la Falla de Valdemoro-Sierra. Ligados a estas fracturas principales y a fracturas secundarias de la misma dirección se observan también cambios de facies y espesores importantes.

La tercera y última directriz presenta una dirección ONO-ESE y estructura la zona de estudio en tres cubetas de sedimentación principales que muestran geometría asimétrica desembraben, cuyo margen fallado y abrupto corresponde a una fractura con la mencionada dirección. De norte a sur estas tres cubetas son y se han denominado: Cubeta de Los Aliagares, Cubeta de Las Hoyas, Cubeta de La Cierva. La Cubeta de Las Hoyas está limitada en su margen sur por una fractura a la que se ha denominado Falla de La Cierva. Estas cubetas están internamente compartimentadas por las dos directrices arriba mencionadas. La Falla de Pozorruf separa la Cubeta de Las Hoyas de un bloque subsidente situado al oeste de ésta al que se ha denominado Bloque de Buenache de la Sierra. Hacia el este un conjunto de fracturas de dirección NE-SW separan la Cubeta de Las Hoyas de un conjunto de pequeños bloques subsidentes localizados entre las localidades de Valdemoro-Sierra y La Cierva.

3. Durante la Etapa 1 de evolución paleogeográfica se registró sedimentación en ambientes de llanuras aluviales distales y llanuras palustres en la Cubeta de Los Aliagares y en la Cubeta de Las Hoyas. En la Cubeta de Las Hoyas esta etapa corresponde al depósito de la Secuencia de la Rambla de las Cruces I. No hubo

sedimentación durante esta etapa en la Cubeta de La Cierva. La Cubeta de Las Hoyas y la Cubeta de Los Aliagares pudieron permanecer separadas durante esta etapa por un alto paleogeográfico relativo. El área fuente de sedimentos principal se encontraba situada hacia el este y correspondería aproximadamente con los afloramientos actuales de unidades triásicas situados en una banda de dirección NO-SE que coincide con la Lineación Hespérica. Este área elevada habría separado el Surco de Uña-Las Hoyas del Surco de La Huérguina situado al este. En la Cubeta de Las Hoyas se diferencian dos dominios paleogeográficos diferentes, uno oriental en el que dominan los ambientes aluviales y otro occidental en el que dominan los ambientes palustre-lacustres.

Durante la Etapa 2 se registra una expansión generalizada de los ambientes lacustres y la inundación de todo el área. Esta etapa podría corresponderse con el momento de climax del *rifting* a escala regional. Ocurre sedimentación en todas las cubetas y bloques subsidentes, que probablemente se encontraron conectados. En esta etapa se desarrollan las secuencias de somerización lacustres que contienen facies laminadas fosilíferas. Se reconocen cinco secuencias de este tipo, tres en la Cubeta de las Hoyas, una en el Bloque de Buenache de la Sierra y una en la Cubeta de La Cierva.

Las tres secuencias reconocidas en la Cubeta de Las Hoyas constituyen cada una de las tres subunidades que conforman la Secuencia de la Rambla de las Cruces II. En la segunda de ellas se encuentra el yacimiento de Las Hoyas. Los litosomas laminados se desarrollaron en los momentos de máxima subsidencia.

La Etapa 3 conlleva importantes cambios en la configuración paleogeográfica, cambios en la geometría de las áreas subsidentes y reactivación del área fuente fundamentalmente. Sólo hay registro de sedimentación en la Cubeta de Las Hoyas y en los bloques orientales. Los ambientes

sedimentarios reconocidos corresponden a medios de llanuras aluviales distales y llanuras palustres. La ausencia del registro correspondiente a esta etapa en el resto del área de estudio se debe probablemente a erosión posterior.

La Etapa 4, de la que sólo existe registro de sedimentación en la Cubeta de Las Hoyas, probablemente estuvo muy restringida temporal y paleogeográficamente y ocurrió en los últimos momentos de la sedimentación de la Formación Calizas de La Huérguina, por lo que la ausencia de sedimentos de la misma en el resto del área de estudio se interpreta que se debe a no sedimentación. Los depósitos se formaron en ambientes de llanuras palustres con charcas.

4. Los principales factores de control paleogeográfico alocíclicos fueron el clima y la tectónica. La tectónica controló la geometría y localización de las principales áreas subsidentes y de los depocentros de dichas áreas, y las variaciones de estos a lo largo de la evolución paleogeográfica.

El clima fue de tipo subtropical con alternancia anual de estaciones húmedas y estaciones áridas y con alternancias de periodos plurianuales húmedos y áridos. Su dinámica ha quedado reflejada en el funcionamiento de los canales, en el tipo de paleosuelos reconocidos, así como en el ordenamiento cíclico de las facies lacustres laminadas.

El paleokarst desarrollado sobre el sustrato calcáreo jurásico fue probablemente activo durante la sedimentación y ejerció un control importante sobre la hidrología de la cuenca.

Las áreas fuentes estuvieron compuestas fundamentalmente por rocas calcáreas jurásicas, lo que favoreció la formación predominante de depósitos detríticos carbonáticos frente a los siliciclásticos.

La elevada producción de carbonatos y la capacidad para reciclar internamente sus propios sedimentos son las dos características más relevantes que presentan los sistemas de depósito en cuanto a sus características de control interno.

Tafonomía

Se ha realizado una tarea de descripción general de las principales características tafonómicas que presenta el yacimiento de Las Hoyas, así como la descripción de la distribución de los taxones en el transepto estratigráfico estudiado.

1. En cuanto a la distribución de los taxones, la correlación positiva de las frecuencias absolutas entre los restos de peces y los restos de crustáceos y la correlación negativa entre estos y los restos de plantas observadas, ha sido explicada en términos paleoecológicos dada la correspondencia entre la mayor abundancia de restos de peces y crustáceos y la presencia de las microfácies que representan las etapas sedimentación con mayor lámina de agua, y la mayor abundancia de restos vegetales y la presencia de las microfácies que representan la sedimentación con menor lámina de agua. En sentido estratigráfico estas distribuciones evidencian una tendencia general hacia la somerización en el transepto muestreado.

2. El estudio general de los caracteres tafonómicos del yacimiento, realizada con independencia de la asignación taxonómica de los restos, y de su distribución estratigráfica ha permitido establecer la existencia de al menos dos tafofácies diferentes. La primera tafofacies contiene una asociación conservada en facies con alto contenido relativo en materia orgánica y minerales de la arcilla y la segunda contiene una asociación conservada en facies con bajo contenido en

materia orgánica y minerales de la arcilla. Cada una de las asociaciones ha sufrido procesos de alteración tafonómica diferentes y presentan diferentes caracteres tafonómicos.

La presencia abundante de materia orgánica y minerales de la arcilla da lugar a condiciones de pH y Eh diferentes en el ambiente sedimentario, impide la cementación temprana del carbonato y da lugar a una mayor compactación diagenética del sedimento y como consecuencia a la menor friabilidad de la roca, lo que dificulta la circulación de aguas meteóricas. En este contexto se explican las características de la asociación conservada de la Tafofacies 1: gran proporción de restos con estructuras delicadas o fácilmente biodegradables preservadas, mayor presencia de compuestos orgánicos en la composición de los restos, mayor abundancia de restos carbonificados, disolución temprana de estructuras óseas y abundancia de evidencias de distorsión tafonómica.

El ambiente sedimentario alcalino, la menor compactación y la mayor friabilidad de la rocas que facilita la

circulación de aguas meteóricas condicionan que los procesos de alteración tafonómica que afectaron a los restos de la Tafofacies 2 hayan sido diferentes y que las características observadas sean diferentes: conservación de las estructuras delicadas en forma de réplicas mineralizadas cuya formación está favorecida por procesos de encostramiento por tapices microbianos, compuestos orgánicos y restos carbonificados menos abundantes, así como los restos carbonificados, abundantes rellenos por limonita y carbonatos de la porosidad móldica y menor abundancia de evidencias de distorsión tafonómica que en la Tafofacies 1.

4. Contrariamente a lo que habitualmente se asume respecto a la formación de yacimientos de tipo *Konservat-Lagerstätten* como el de Las Hoyas, la presencia de cantidades elevadas de restos muy diversos, que portan una gran cantidad de información paleobiológica excepcional opoco habitual no es incompatible con que los restos hayan sufrido alteraciones y modificaciones tafonómicas y hayan adquirido nuevos caracteres tafonómicos.

6. Bibliografía

- Allen, J.R.L. 1983. Studies in fluvial sedimentation: bars, bar complexes and sandstone sheets (low sinuosity braided streams) in the Brownstones (L. Devonian), Welsh Borders. *Sedimentary Geology*, **33**, 237-293.
- Allen, P.A. y Allen, J.R.L. 1990. *Basin Analysis: Principles and Applications*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 451 pp.
- Allen, P.A. y Collinson, J.D. 1986. Lakes. En: Reading, H.G. (Ed.) *Sedimentary Environments and Facies*. 2nd. edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford. 63-94.
- Allen, P.A.; Cabrera, L.; Colombo, F. y Matter, A. 1983. Variations in fluvial style on the Eocene-Oligocene alluvial fan of the Scala Dei Group, SE Ebro basin; Spain. *Journal of the Geological Society of London*, **140**, 133-146.
- Allison, P.A. y Briggs, D.E.G. (Ed.). 1991. *Taphonomy. Releasing the Data Locked in the Fossil Record*. Topics in Geobiology 9. Plenum Press, New York. 560 pp.
- Alonso, A.; Meléndez, N. y Mas, J.R. 1991. Sedimentación lacustre durante el Cretácico en la Cordillera Ibérica, España. *Acta Geológica Hispánica*, **21**, 35-54.
- Alonso Zarza, A.M.; Calvo, J.P. y García del Cura, M.A. 1992. Palustrine sedimentation and associated features -grainification and pseudomicrokarst- in the Middle Miocene (Intermediate Unit) of the Madrid Basin, Spain. *Sedimentary Geology*, **76**, 43-61.
- Alvaro, M. 1987. La subsidencia tectónica en la Cordillera Ibérica durante el Mesozoico. *Geogaceta*, **3**, 34-37.
- Alvaro, M.; Capote, R. y Vegas, R. 1979. Un modelo de evolución geotectónica para la Cadena Celtibérica. *Acta Geológica Hispánica*, **14** (Libro homenaje a Luis Solé Sabaris), 172-177.
- Anderton, R. 1985. Clastic facies models and facies analysis. En: Brenchley, P.J. y Williams, B.P.J. (Eds.) *Sedimentology, recent developments and applied aspects*. Published for the Geological Society by Blackwell Scientific Publications. 31-47.
- Arche, A. y López Gómez, J. 1996. Origin of the Permian-Triassic Iberian Basin, Central-eastern Spain. *Tectonophysics*, **266**, 443-464.
- Arias, C.; Elizaga, E. y Vilas, L. 1979. Distribución de las facies del Cretácico inferior en el SE de la provincia de Albacete. Sus relaciones. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **5**, 453-470.
- Arribas, M.E. 1982. Petrología y Sedimentología de las facies carbonáticas del Paleógeno de la Alcarria (Sector NW). *Estudios Geológicos*, **38**, 4-27.
- Arribas, M.E. 1986. Petrología y análisis secuencial de los carbonatos lacustres del paleógeno del sector N de la cuenca terciaria del Tajo (Provincia de Guadalajara). *Cuadernos de Geología Ibérica*, **10**, 295-334.
- Arribas, M.E., Gómez Fernández, J.C. y Meléndez, N. 1989. Early diagenetic processes in lacustrine and in related flood plain sediments from the lower Cretaceous (Central Spain). *Abstracts 10th. I.A.S. Regional Meeting on Sedimentology*. Publicado por Hungarian Geological Institute, Budapest. 3-4.
- Arribas Mocoroa, M.E.; Martínez Salanova, J. y Díaz Molina, M. 1990. Sedimentología de una unidad carbonatada lacustre del Mioceno Inferior. Sector nororiental de la Cuenca de Loranca (Provincia de Cuenca, España). *Boletín Geológico y Minero*, **101**, 858-871.
- Arthaud, F. y Matte, P. 1975. Les décrochements tardy-hercyniens du Sud-Ouest de l'Europe. Géométrie et essai de reconstruction des conditions de la déformation. *Tectonophysics*, **25**, 139-171.
- Arthaud, F. y Matte, P. 1977. Late Paleozoic strike slip faulting in Southern Europe and Northern Africa: results of a right lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. *Geological Society of America Bulletin*, **88**, 1305-1320.
- Astin, T.R. 1986. Septarian cracks formation in carbonate concretions from shales and mudstones. *Clay Minerals*, **21**, 617-631.
- Aubry, M.P. 1991. Sequence stratigraphy: eustasy or tectonic imprint. *Journal of Geophysical Research*, **96B**, 6641-6679.

- Banerjee, I. 1977. Experimental study on the effect of deceleration on the vertical sequence of sedimentary structures in silty sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, **47**, 771-783.
- Barbadillo, L.J. y Evans, S.E. 1995a. Lacertilians. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 57-58.
- Barbadillo, L.J. y Evans, S.E. 1995b. Lizards (Reptilia: Squamata) from the Early Cretaceous of Las Hoyas, Spain. *Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones*, Cuenca. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 27-28.
- Barthel, K.W.; Swinburne, N.H.M. y Conway Morris, S. 1990. *Solnhofen. A study in Mesozoic paleontology*. Cambridge University Press, Cambridge. 236 pp.
- Barron, E.J. 1990. Climate and lacustrine petroleum source prediction. En: Katz, B.J. (Ed.) *Lacustrine Basin Exploration -Case Studies and Modern Analogs. A.A.P.G. Memoir*, **50**, 1-18.
- Bates, R.L. y Jackson, J.A. 1987. *Glossary of Geology*. 3rd. Edition. American Geological Institute. 788 pp.
- Berasategi, J. y Ramírez, J.I. 1982/1986. *Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Hoja nº 611 (Cañete)*. Segunda serie - Primera edición. I.G.M.E. Madrid.
- Berasategi, J. y Ramírez, J.I. 1982/1986. *Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Hoja nº 588 (Zafrilla)*. Segunda serie - Primera edición. I.G.M.E. Madrid.
- Bernier, C.; Gaillard, J.C.; Gall, J.C.; Barale, G.; Bourseau, J.P.; Buffetaut, E. y Wenz, S. 1991. Morphogenetic impact of microbial mats on surface structures of Kimmeridgian micritic limestones (Cerin, France). *Sedimentology*, **38**, 127-136.
- Bertrand-Sarfati, J.; Freytet, P. y Plaziat, J.C. 1966. Les calcaires concrétionnés de la limite Oligocene-Miocene des environs de Saint-Pourcain-sur Sioule (limage d'Allier): rôle des algues dans leur édifications; analogie avec les stromatolites et rapports avec la sédimentation. *Bull. Soc. Géol. France*, **7**, 652-662.
- Birnbaum, S.J. y Wireman, J.M. 1984. Bacterial sulfate reduction and pH implication for early diagenesis. *Chemical Geology*, **43**, 143-149.
- Blatt, H.; Middleton, G.V. y Murray, R.C. 1980. *Origin of sedimentary rocks*. 2nd Edition. Englewood Cliff, N.J., Prentice Hall. 728 pp.
- Brennen, W. 1976. Ostracoden und Charophyten des spanischen Wealden. *Paleontographica (A)*, **152** (4-6), 113-201.
- Brenner, P. y Wiedmann, J. 1974. Nuevas aportaciones al conocimiento del «Weald» Celtibérico Septentrional y sus relaciones paleogeográficas. *Ier. Symp. Cretácico de la Cordillera Ibérica*, Cuenca. 123-134.
- Brewer, R. 1964. *Fabric and mineral analysis of soils*. John Wiley & Sons Inc. New York. 470 pp.
- Briggs, D.E.; Wilby, P.R.; Pérez-Moreno, B.P.; Sanz, J.L. y Fregenal-Martinez, M.A. (1997). The mineralization of dinosaur soft tissue in the Lower Cretaceous of Las Hoyas, Spain. *Journal of the Geological Society of London*, **154**, 587-588.
- Brinkmann, W. 1989. Vorläufige Mitteilung über die Krokodilier-Faunen aus dem Ober-Jura (Kimmeridgium der Kohlegrube Guimarota, bei Leiria (Portugal) und der Unter-Kreide (Barremium) von Uña (Provinz Cuenca, Spanien). *Documenta Naturae*, **56**, 1-28.
- Brinkmann, W. 1991. The Crocodilian from Uña (Early Cretaceous, Spain). *Contribution from the Paleontological Museum University of Oslo*, **364**, 11-12.
- Brinkmann, W. 1992. Die Krokodilier-Fauna aus der Unter-Kreide (Ober-Barremium) von Uña (Provinz Cuenca, Spanien). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, **E(5)**, 1-123.
- Burgis, M.J. y Morris, P. 1987. *The Natural History of Lakes*. Cambridge University Press. 218 pp.
- Buscalioni, A.D. 1992. Historia evolutiva de los Crocodylomorpha. El registro de cocodrilos

- mesozoicos en Cuenca. En: Sanz, J.L. y Buscalioni, A. D. (coord.) Los dinosaurios y su entorno biótico. *Serie Actas Académicas*, 4. Instituto «Juan de Valdés» del Excmo. Ayuntamiento de Cuenca. 307-344.
- Buscalioni, A.D. y Ortega, F. 1995. Crocodylomorphs. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid, 59-62.
- Buscalioni, A.D.; Barbadillo, L.J. y Sanz, J.L. 1988. Los reptiles diápsidos de Las Hoyas (Cretácico inferior, Cuenca). *Comunicaciones de las IV Jornadas de Paleontología*, 27.
- Buscalioni, A.D.; Ortega, F.; Pérez Moreno, B.P. y Evans, S.E. 1996. The Upper Jurassic Maniraptoran Theropod *Lisbosaurus estesi* (Guimarota, Portugal) reinterpreted as a Crocodylomorph. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 16, 358-362.
- Buscalioni, A.D.; Ortega, F.; Rasskin Gutman, D. y Pérez Moreno, B.P. 1997. Loss of carpal elements in crocodilian limb evolution: morphogenetic model corroborated by paleobiological data. *Biological Journal of the Linnean Society*, 62, 133-144.
- Buurman, P. 1975. Possibilities of Paleopedology. *Sedimentology*, 22, 289-298.
- Cabañas Ruesgas, F. 1948. Resumen fisiográfico y geológico de la Serranía de Cuenca. *Revista de la Real Academia de Ciencias*, 48, 263-277.
- Cabrera, L.; Colombo, F. y Robles, S. 1985. *Sedimentation and tectonics interrelationships in the Paleogene marginal alluvial systems of the SE Ebro Basin. Transition from alluvial to shallow lacustrine environments*. Guía de Campo, Congreso de Sedimentología, Lérida.
- Canudo, J.I. y Cuenca Bescós, G. 1996. Two new mammalian teeth (Multituberculata and Peramuria) from the Lower Cretaceous (Barremian) of Spain. *Cretaceous Research*, 17, 215-228.
- Capote, R. 1983. La tectónica de la Cordillera Ibérica. *Libro Jubilar a J. M. Ríos*, II. Ed. I.G.M.E. Madrid. 108-113.
- Choquette, P.W. y James, N.P. 1990. Limestones - The burial diagenetic environment. En: McIlreath, I.A. y Morrow, D.W. (Eds.). *Diagenesis. Geoscience Canada*, Reprint Series, 4, 75-11.
- Cole, G.A. 1983. *Textbook of Limnology*. 3rd. Edition. Waveland Press, Inc. Illinois. 401 pp.
- Collinson, J.D. 1969. The sedimentology of the Grindslow Shales and the Kinderscout Grit. a deltaic complex in the Namurian of northern England. *Journal of Sedimentary Petrology*, 39, 194-221.
- Collinson, J.D. 1996. Alluvial sediments. En: Reading, H.G. (Ed). *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3rd. edition. Blackwell Science Ltd., Oxford. 37-82.
- Cortázar, D. 1875. Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Cuenca. *Memoria del Mapa geológico de España*, II (16), 406 pp.
- Curnelle, R. 1968. *Etude geologique dans la Serranía de Cuenca de Priego a Beteta (Chaînes Ibériques Occidentales-Province de Cuenca*. Tesis Doctoral, Universidad de Bordeaux.
- Dam, G. y Surlyk F. 1993. Cyclic sedimentation in a large wave- and storm-dominated anoxic lake; Kap Stewart Formation (Rhaetian-Sinemurian), Jameson Land, East Greenland. *I.A.S. Special Publications*, 18, 419-448.
- Dean, W.E. 1981. Carbonate minerals and organic matter in sediments of modern north temperate hard-water lakes. *S.E.P.M. Special Publications*, 31, 213-231.
- Dean, W.E. y Fouch, T.D. 1983. Lacustrine Environments. En: Scholle, P.A.; Bebout, D.G. y Moore, C.M. (Eds.) *Carbonate Depositional Environments. A.A.P.G. Memoir*, 33, 97-130.
- De Gibert, J.M.; Buatois, L.A.; Mangano, G; Fregenal Martínez, M.A.; Ortega, F.; Poyato-Ariza, F.J. y Wenz, S. En prensa. The fish trace fossil *Undichna* from the Cretaceous of Spain: Taphonomic and paleoenvironmental implication for the ichnogenus. *Paleontology*.

- De la Fuente, M.; Ortega, F.; Jiménez-Fuentes, E. En prensa. Addendum a: «Quelonios fósiles del Cretácico inferior de Las Hoyas». En Poyato-Ariza, F.J.; Sanz, J.L. (ed.): «*Las Hoyas*» *Un lago de Tiempos remotos*. Instituto «Juan de Valdés». Excmo. Ayuntamiento de Cuenca.
- Del Olmo, P. y Alvaro, M. 1986/1989. *Mapa Geológico Hoja nº 610 (Cuenca)*. Mapa Geológico de España Escala 1:50.000. Segunda Serie. Primera Edición. I.G.M.E., Madrid.
- Diéguez, C. 1992. La flora cretácica de Las Hoyas (Cuenca). En: Sanz, J.L. y Buscalioni, A.D. (coord.) Los dinosaurios y su entorno biótico. *Serie Actas Académicas*, 4. Instituto «Juan de Valdés» del Excmo. Ayuntamiento de Cuenca. 373-396.
- Diéguez, C. y Hill, C.R. En prensa. El origen de las angiospermas. Aportaciones al problema en el registro de Las Hoyas. En: Sanz J.L. y Poyato Ariza, F.J. «*Las Hoyas*» *un lago de tiempos remotos*. Instituto «Juan de Valdés» del Excmo. Ayuntamiento de Cuenca.
- Diéguez, C. y Montero, A. 1994. Floras wealdienses de España. *Comunicaciones de las X Jornadas de Paleontología*, Madrid, 61-62.
- Diéguez, C. y Martín-Closas, C. 1995. The charophyte flora of Las Hoyas (Lower Cretaceous, Cuenca, Spain). *Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones*, Cuenca. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 61-62.
- Diéguez, C.; Martín-Closas, C.; Meléndez, N.; Rodríguez-Lázaro, J. y Trincao, P. 1995a. Biostratigraphy. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 77-79.
- Diéguez, C.; Martín-Closas, C.; Trincao, P. y López-Morón, N. 1995b. Flora. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 29-32.
- Doblas, M. 1987. Late Hercynian extensional and transcurrent tectonics in central Iberia. *Tectonophysics*, 191, 325-339.
- Doblas, M. 1989. Tardi-Hercynian extensional and transcurrent tectonics in central Iberia. *Conference on Deformation and Plate Tectonics*, Gijón, Universidad de Oviedo, p. 29.
- Dott, R.H. 1988. An episodic view of shallow marine clastic sedimentation. En: De Boër, P.L.; van Gelder, A. y Nio, S.D. (Eds.). *Tide-influenced sedimentary environments and facies*. Reidel, Dordrecht, 3-12.
- Duchafour, P. 1968. *L'évolution des sols (essay sur le dynamique des profils)*. Ed. Masson et Cie, Paris. 483 pp.
- Duchafour, P. 1975. *Manual de Edafología*. Toray-Masson, S.A., Barcelona. 476 pp.
- Duchafour, P. 1982. *Pedology*. George Allen & Unwin, Londres. 449 pp.
- Duck, R.W. 1995. Subaqueous shrinkage cracks and early sediment fabrics preserved in Pleistocene calcareous concretions. *Journal of the Geological Society of London*, 152, 151-156.
- Dunham, R.J. 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. En: Ham, W.E. (Ed.) *Classification of carbonate rocks. A.A.P.G. Memoir*, 1, 108-121.
- Dyni, J.R. y Hawkins, J.E. 1981. Lacustrine turbidites in the Green River Formation, northwestern Colorado. *Geology*, 9, 235-238.
- Einsele, G.; Ricken, A. y Seilacher, A. (Eds.) 1991. *Cycles and Events in Stratigraphy*. Springer-Verlag, Berlín. 955 pp.
- Ebinger, C.J.; Rosendahl, B.R. y Reynolds, D.J. 1987. Tectonic model of the Malawi Rift, Africa. *Tectonophysics*, 141, 215-235.
- Einsele, G. 1992. *Sedimentary Basins*. Springer-Verlag, Berlín. 628 pp.
- Embry, A.F. y Klovan, J.E. 1971. A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, Northwest Territories. *Bull. Can. Petrol. Geol.*, 19, 730-781.
- Emery, D. y Myers K.J. 1996. *Sequence Stratigraphy*. Blackwell Science, London. 297 pp.

- Esteban, M. y Kappla, C. 1983. Subaerial exposure. En: Scholle, P.A.; Bebout, D.G. y Moore, C.M. (Eds.) *Carbonate Depositional Environments. A.A.P.G. Memoir*, 33, 1-54.
- Eugster, H.P. y Hardie, L.A. 1981. Saline Lakes. En: Lerman, A. (Ed.) *Lakes, Chemistry, Geology, Physics*. Springer-Verlag, Berlín. 239-293.
- Eugster, H.P. y Kelts, K. 1983. Lacustrine chemical sediments. En: Goudie, A. y Pye, K. (Eds.) *Chemical Sediments and Geomorphology*. Academic Press, London. 321-368.
- Evans, S.E. y Barbadillo, L.J. 1996. The Early Cretaceous lizards of Montsec (Catalonia, Spain). *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 5, 5-13.
- Evans, S.E. y Barbadillo, L.J. 1997. Early Cretaceous lizards from Las Hoyas, Spain. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 119, 23-49.
- Evans, S.E. y Milner, A.R. 1995. Early Cretaceous salamanders (Amphibia: Caudata) from Las Hoyas, Spain. *Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones*, Cuenca. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 63-66.
- Evans, S.E. y Milner, A.R. 1996. A metamorphosed salamander from the early Cretaceous of Las Hoyas, Spain. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B351, 627-646.
- Evans, S.E.; McGowan, G.; Milner, A.R. y Sanchíz, B. 1995. Amphibians. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 51-54.
- Fernández López, S. 1989. La materia fósil. Una concepción dinamicista de los fósiles. En: Aguirre, E. (Ed.) *Nuevas Tendencias: Paleontología*. C.S.I.C. Madrid, 25-45.
- Fernández López, S. 1991. Sistemas tafonómicos: Función y evolución. *Revista Española de Paleontología*, nº Extraordinario: El estudio de la Forma Orgánica y sus consecuencias en Paleontología Sistemática, Paleoecología y Paleontología Evolutiva, 21-34.
- Fey, B. 1986. First results of the survey of the Lower Cretaceous Anura from Uña, East Spain. *Studies in Herpetology*, 103-106.
- Fey, B. 1988. Die Anurenfauna aus der Unterkreide von Uña (Ostspanien). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, A (103), 1-125.
- Folk, R.L. 1959. Practical petrographic classification of limestones. *A.A.P.G. Bulletin*, 43, 1-38.
- Folk, R.L. 1962. Spectra subdivision of limestone types. En: Ham, W.E. (Ed.) *Classification of carbonate rocks. A.A.P.G. Memoir*, 1, 62-84.
- Francés, V. y Sanz, J.L. 1989. Restos de dinosaurios del Cretácico inferior de Buenache de la Sierra (Cuenca). En: Sanz, J.L. (coord.) *La fauna del pasado en Cuenca*. Instituto «Juan de Valdés» del Excmo. Ayuntamiento de Cuenca. 125-144.
- Frazier, D.E. 1974. Depositional episodes: their relationship to the Quaternary stratigraphic framework in the northwestern portion of the Gulf Basin. *Geological Circular*, 74-1. Bureau of Economic Geology, University of Texas, 26 pp.
- Fregenal Martínez, M.A. 1991. *El sistema lacustre de Las Hoyas (Cretácico inferior, Serranía de Cuenca): Estratigrafía y Sedimentología*. Tesis de Licenciatura. Universidad Complutense de Madrid, 226pp.
- Fregenal Martínez, M.A. 1996. El sistema lacustre de Las Hoyas (Cretácico inferior, Serranía de Cuenca): Estratigrafía y Sedimentología. *Serie Paleontología*, 1. Publicaciones de la Exma. Diputación Provincial de Cuenca. 181 pp.
- Fregenal Martínez, M.A. y Meléndez, N. 1992. Alta resolución paleoambiental de secuencias lacustres en relación con su potencial de preservación de biotas fósiles. Dos ejemplos del Cretácico inferior de la Península Ibérica: yacimientos de Las Hoyas (Cuenca) y de la Sierra del Montsec (Lleida), España. *Resúmenes III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología, Salamanca. Simposios*, 1, 70-77.
- Fregenal Martínez, M.A. y Meléndez, N. 1993. Sedimentología y evolución paleogeográfica

- de la cubeta de Las Hoyas. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 17, 231-256.
- Fregenal Martínez, M.A. y Meléndez, N. 1994. Sedimentological analysis of the Lower Cretaceous lithographic limestones of the «Las Hoyas» fossil site (Serranía de Cuenca, Iberian Range, Spain). *Geobios*, Mém. Spec. 16, 185-193.
- Fregenal Martínez, M.A. y Meléndez, N. 1995a. Geological setting. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense. Madrid. 1-10.
- Fregenal Martínez, M.A. y Meléndez, N. 1995b. Paleotectonic controls of the origin of the Las Hoyas fossil site (Serranía de Cuenca, Spain). *Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones, Cuenca*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 71-74.
- Fregenal Martínez, M.A. y Meléndez, N. 1995c. Autocyclic rhythms in the carbonate lacustrine laminites of the Las Hoyas Sub-basin (Lower Cretaceous, Serranía de Cuenca, Central Spain). *Abstracts First International Limno-geological Congress, Copenhagen*. p.39.
- Fregenal Martínez, M.A. y Moratalla, J. 1995. Paleoichnology. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 77-80.
- Fregenal Martínez, M.A.; Buatois, L.A. y Mángano, M.G. 1995a. Invertebrate trace fossils from Las Hoyas fossil site (Serranía de Cuenca, Spain). *Paleoenvironmental interpretations. Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones, Cuenca*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 67-70.
- Fregenal Martínez, M.A.; Buscalioni, A.D.; Diéguez, C.; Evans, S.; MacGowan, G.; Martínez-Delclòs, X.; Meléndez, N.; Ortega, F.; Pérez-Moreno, B.P.; Poyato-Ariza, F.J.; Rabadà, D.; Sanz, J.L.; Wenz, S. 1995b. Taphonomy. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid, 21-28.
- Fregenal Martínez, M.A.; Martínez Delclòs, X.; Meléndez, N.; Querol, X. y Ruiz de Loizaga, M.J. 1992. Differential preservation of fossil insects during diagenesis of carbonate microturbiditic facies with different organic matter content (Las Hoyas fossil site, Spain). *Abstracts E.P.A. Workshop on Taphonomy, Strasbourg*. p.27.
- Freytet, P. 1964. Le Vitrollien des Corbières orientales, réflexions sur la sédimentation lacustre Nord-Pyrénéenne divagation fluviale, biorexistence, pédogénèse. *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dynam.* VI, 179-199.
- Freytet, P. 1971. Paléosols résiduelles et paléosols alluviaux hydromorphes associés et dépôts fluviaux dans le Crétacé supérieur et l'Eocène basal du Languedoc. *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dynam.*, 13, 245-268.
- Freytet, P. 1973. Petrography and paleoenvironments of Continental carbonate deposits with a particular reference to Upper Cretaceous and Lower Eocene of Languedoc, southern France. *Sedimentary Geology*, 10, 25-60.
- Freytet, P. 1984. Les sédiments lacustres carbonatés et leur transformation par émergence et pédogénèse. *Bull. Centr. Rech. Explor. Elf Zéquitaine*, 8, 223-247.
- Freytet, P. y Plaziat, J.C. 1965. Importance des constructions algaires dues à des Cyanophycées dans les formations continentales du Crétacé supérieur et de l'Eocène du Languedoc. *Bull. Soc. Géol. France*, Sec. 7, 7, 679-694.
- Freytet, P. y Plaziat, J.C. 1972. Les constructions algaires continentales stromatolitiques. Exemples pris dans le Crétacé supérieur et le Tertiaire de France et d'Espagne du Nord. *24th. I.G.C., Section 7*, 524-534.
- Freytet, P. y Plaziat, J.C. 1982. Continental carbonate sedimentation and pedogenesis. *Contributions to Sedimentology*, 11. Elsevier Publ. Co. 216 pp.
- Friend, P.; Slater, M. y Williams, R. 1979. Vertical and lateral building of river sandstones bodies. Ebro Basin, Spain. *Journal of the Geological Society of London*, 136, 133-146.

- Frostick, L.E. y Reid, I. 1987. A new look at rifts. *Geology Today*, 3, 122-126.
- Gaffney, E.S. y Meylan, P.A. 1988. A phylogeny of turtles. En Benton, M. (ed.). *The Classification of the Tetrapods. Vol. 1 The Systematic Association*, Special Volume 35A. Clarendon Press, Oxford, 157-219.
- Galloway, W.E. 1989. Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I: architecture and genesis flooding-surface bounded depositional units. *A.A.P.G. Bulletin*, 73, 125-142.
- Galloway, W.E. y Hobday, D.K. 1996. *Terrigenous Clastic Depositional Systems*. 2nd. edition. Springer. 489 pp.
- Garassino, A. 1997. The macruran decapod crustaceans of the Lower Cretaceous (Lower Barremian) of Las Hoyas (Cuenca, Spain). *Atti. Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano*, 137 (I-II), 101-126.
- García Quintana, A. 1974. El «weald» en el sector de Siete Aguas (Valencia). *Ier. Symp. Cretácico de la Cordillera Ibérica*, Cuenca. 207-218.
- García Quintana, A. 1977. Jurásico terminal y Cretácico inferior en la región central de la provincia de Valencia y noreste de la provincia de Albacete. *Seminarios de Estratigrafía*, 1. Editorial de la Universidad Complutense, Madrid. 334 pp.
- Gerdes, G. y Krumbein, W.E. 1987. Biolaminated deposits. *Lecture Notes on Earth Sciences*, 9, Springer-Verlag, Berlín. 183 pp.
- Gerdes, G.; Krumbein, W.E. y Reineck, H.E.; 1991. Biolaminations - Ecological Versus Depositional Dynamics. En: Einsele, G.; Ricken, W. y Seilacher, A. (Eds.). *Cycles and Events in Stratigraphy*. Springer-Verlag, Berlín. 592-607.
- Gierlowski-Kordesch, E. y Janofske, D. 1989. Paleoenvironmental reconstruction of the Weald around Uña (Serranía de Cuenca, Cuenca province, Spain). En: Wiedmann, J. (Ed.). *Cretaceous of the Western Tethys. Proceedings 3rd. International Cretaceous Symposium*, Tübingen, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 239-264.
- Gierlowski-Kordesch, E. y Kelts, K. 1994. Introduction. En: Gierlowski-Kordesch, E. y Kelts, K. (Eds.) *Global Geological Record of Lake Basins, 1*. IGCP-Project 324. UNESCO-IUGS. Cambridge University Press. xvii-xxxiii.
- Gierlowski-Kordesch, E.; Gómez-Fernández, J.C. y Meléndez, N. 1991. Carbonate and coal deposition in an alluvial lacustrine setting: Lower Cretaceous (Weald) in the Iberian Range (East-Central Spain). En: Anadón, P.; Cabrera, Ll. y Kelts, K. *Lacustrine Facies Analysis. I.A.S. Special Publications*, 13, 111-127.
- Giménez Aguilar, J. 1928. El yacimiento petrolífero de Cuenca. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 28, 439-448.
- Giménez, R. y Rey, L. 1982. El Cretácico entre Villanueva de Alcorón y Villar de Cobeta. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8, 391-410.
- Glenn, C. y Kelts, K. 1991. Sedimentary rhythms in lake deposits. En: Einsele, G.; Ricken, W. y Seilacher, A. (Eds.) *Cycles and Events in Stratigraphy*. Springer-Verlag, Berlín. 188-221.
- Gómez Fernández, J.C. 1988. *Estratigrafía y Sedimentología del Cretácico inferior en «Facies Weald» de la región meridional de la Serranía de Cuenca*. Tesis de Licenciatura. Universidad Complutense de Madrid, 228 pp.
- Gómez Fernández, J.C. y Meléndez Hevia, N. 1991. Rhythmically laminated lacustrine deposits in the lower Cretaceous of the Serranía de Cuenca basin (Iberian Ranges, Spain). En: Anadón, P.; Cabrera, Ll. y Kelts, K. *Lacustrine Facies Analysis. I.A.S. Special Publications*, 13, 247-258.
- González Bernáldez, F. 1992. *Los paisajes del agua: terminología popular de los humedales*. J. M. Reyero Editor, Madrid, 257 pp.
- Goy, A.; Gómez, J.J. y Yébenes, A. 1976. El Jurásico de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (mitad Norte). I. Unidades litoestratigráficas. *Estudios Geológicos*, 32, 391-423.

- Gressly, A. 1838. Observations géologiques sur la Jura Soleurois. *Neue Deukschr. allg. Schweiz. Ges. ges Naturw.*, 2, 1-112.
- Hahn, G. y Hahn, R. 1992. Neue Multituberculaten-Zähne aus der Unterkreide (Barremium) von Spanien (Galve and Uña). *Geologica et Paleontologica*, 26, 143-162.
- Hahne, C. 1930. La Cadena celtibérica al este de la línea Cuenca-Teruel-Alfambra. Traducido por M. San Miguel (1943) en *Publicaciones alemanas sobre Geología de España*. C.S.I.C., II, 7-50.
- Hakanson, L. y Jansson, M. 1983. *Principles of Lake Sedimentology*. Springer-Verlag. Berlín. 316 pp.
- Hallan, A. 1981. *Facies interpretation and the stratigraphic record*. Freeman, Oxford. 291 pp.
- Haq, B.U. 1991. Sequence stratigraphy, sea-level change, and significance for the deep-sea. *I.A.S. Special Publications*, 12, 3-39.
- Haq, B.U.; Hardenbol, J. y Vail, P.R. 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). *Science*, 235, 1156-1167.
- Haq, B.U.; Hardernol, J. y Vail, P.R. 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. En: Wilgus, C.K.; Hastings, B.S.; Kendall, C.G.; Posamentier, H.W.; Ross, C.A. y Van Wagoner, J.C. (Eds). *Sea-level Changes: an integrated approach*. *S.E.P.M. Special Publications*, 42, 71-108.
- Hardenbol, J.; Vail, P.R. y Ferrer, J. 1981. Interpreting paleoenvironments, subsidence history and sea-level changes of passive margins from seismic and biostratigraphy. *Oceanol. Acta Suppl.* 3, 33-44.
- Hardie, L.; Smoot, J. y Eugster, H. 1978. Saline lakes and their deposits: a sedimentological approach. En: Matter, A. y Tucker, M.E. (Eds.) *Modern and ancient lake sediments*. *I.A.S. Special Publications*, 2, 7-41.
- Harris, N.B.; Sorriaux, P. y Toomey, D.F. 1994. Geology of the Lower Cretaceous Vido carbonate, Congo Basin, Utah. En: Lomando, A.J.; Schreiber, B.C. y Harris P.M. (Eds.). *Lacustrine Reservoirs and Depositional Systems*. *S.E.P.M. Core Workshop*, 19, 143-172.
- Hedberg, H.D. (Ed.) 1976 *International stratigraphic guide*. John Wiley & Sons, Nueva York, 220 pp.
- Henkel, S. y Krebs, B. 1969. Zwei Säugetier-Unterkiefer aus der Unteren Kreide von Uña (Prov. Cuenca, Spanien). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, München.*, 8, 449-463.
- Hoffstetter, R. 1966. Les sauria (=Lacertilia) du Jurassique supérieur du Montsec (Espagne). *Bull. Soc. Géol. France*, 7, 549-577.
- Hsü, K.J. y Kelts, K. 1978. Late Neogene chemical sedimentation in the Black Sea. En: Matter, A. y Tucker, M.E. (Eds.). *Modern and ancient lake sediments*. *I.A.S. Special Publications*, 2, 129-145.
- Hsü, K.J. y Kelts, K. (Ed.) 1984. Quaternary geology of Lake Zurich: an interdisciplinary investigation by deep lake drilling. *Contrib. Sedimentol.*, 13, 210 pp.
- Hutchinson, G.E. 1957. *A Treatise on Limnology. I, Geography, Physics and Chemistry*. John Wiley & Sons, New York. 670 pp.
- Jewell, P.W. 1992. Hydrodynamic controls of anoxia in shallow lakes. En: Whelan, J. y Farrington, J.W. (Eds.). *Organic Matter: Productivity, accumulation and preservation in recent and ancient sediments*. Columbia University Press, New York. 201-228.
- Jiménez Fuentes, E. En prensa. Tortugas fósiles de la provincia de Cuenca. En: Sanz, J.L. y Poyato Ariza (Eds.) «*Las Hoyas*» un lago de tiempos remotos. Instituto «Juan de Valdés» del Excmo. Ayuntamiento de Cuenca.
- Jiménez Fuentes, E. 1995. Turtles. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 55-56.
- Jones, B.F. y Browser, C.J. 1978. The mineralogy and related chemistry of lake sediments. En: Lerman, A. (Ed.) *Lakes: Chemistry, Geology, Physics*. Springer-Verlag, Berlín. 175-235.
- Jones, F.G. y Wilkinson, B.H. 1978. Structure and growth of lacustrine pisoliths from recent Michigan marl lakes. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44, 30-39.

- Kelts, K. 1988. Environments of deposition of lacustrine petroleum source rocks: an introduction. En: Fleet, A.; Kelts, K. y Talbot, M.R. *Lacustrine Petroleum Source Rocks. Geological Society Special Publications*, 40, 3-26.
- Kelts, K. y Hsü, K.J. 1978. Freshwater carbonate sedimentation. En: Lerman, A. (Ed.) *Lakes, Chemistry, Geology and Physics*. Springer-Verlag, Berlín. 295-323.
- Kindelan y Duany, J.A. 1946. *Explicación de la hoja geológica nº610 (Cuenca)*. I.G.M.E. Madrid.
- Kohring, R. 1991. Lizard egg shells from the Lower Cretaceous of Cuenca province, Spain. *Paleontology*, 34 (1), 237-240.
- Krebs, B. 1980. The search for mesozoic Mammals in Spain and Portugal. *Mesozoic Vertebrate Life*, 1, 23-25.
- Krebs, B. 1993. Das Gebiss von Crusafontia (Eupantotheria, Mammalia)-Funde aus der Unter-Kreide von Galve and Uña (Spanien). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, 9, 233-252.
- Krebs, B. 1995. The Barremian Vertebrate locality Uña (Province of Cuenca). Materials for a comparison with Las Hoyas. *Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones*, Cuenca. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 95-97.
- Lambert, A. y Hsü, K.J. 1979. Non-annual cycles of varve-like sedimentation in Walensee, Switzerland. *Sedimentology*, 26, 453-461.
- Lambert, A.M.; Kelts, K.R. y Marshall, N.F. 1976. Measurements of density underflows from Walensee, Switzerland. *Sedimentology*, 23, 87-105.
- Lincoln, R.J.; Boxshall, G.A. y Clark, P.F. 1982. *A dictionary of ecology, evolution and systematics*. Cambridge University Press. 298 pp.
- Link, M.H. y Osborne, R.H. 1978. Lacustrine facies in the pliocene ridge Basin Group: Ridge Basin, Californi. En: Matter, A. y Tucker, M.E. (Eds.) *Modern and ancient lake sediments. I.A.S. Special Publications*, 2, 169-187.
- Lerman, A. (Ed.) 1978. *Lakes, Chemistry, Geology and Physics*. Springer-Verlag, Berlín. 362 pp.
- Lerman, A.; Imboden, D.M. y Gat, J.R. (Eds.) 1995. *Physics and Chemistry of Lakes*. 2nd. edition. Springer-Verlag, Berlín. 334 pp.
- Lockley, M.G.; Logue, T.J.; Moratalla, J.J.; Hunt, A.P.; Schultz, R.J. y Robinson, J.W. 1995. The fossil trackway Pterarchnus is pterosaurian, not crocodolian: implications for the global distribution of pterosaur tracks. *Ichnos*, 4, 7-20.
- López Gómez, J. 1985. Sedimentología y Estratigrafía de los materiales pérmicos y triásicos del sector SE de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica entre Cueva del Hierro y Chelva (provincia de Cuenca y Valencia). *Seminarios de Estratigrafía*, 11. Editorial de la Universidad Complutense. Madrid. 343 pp.
- López Gómez, J. y Arche, A. 1993. Sequence stratigraphic analysis and paleogeographic interpretation of the Buntsandstein and Muschelkalk facies (Permo-Triassic) in the SE Iberian Range, E Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 103, 179-201.
- Loucks, R.G. y Longman, M.W. 1982. Lower Cretaceous Ferry Lake anhydrite, Fairway Field, East Texas: Product of shallow-subtidal deposition. En: Handford, C.R.; Loucks, R.G. y Davies, G.R. (Eds.). *Depositional diagenetic spectra of evaporites. S.E.P.M. Core Workshop*, 3, 130-161.
- Ludlam, S.D. 1974. Fayetteville Green Lake, New York 6. The role of turbidity currents in lake sedimentation. *Limnology and Oceanography*, 19, 656-665.
- Maisey, J.G. (Ed.). 1991. *Santana fossils: An illustrated atlas*. T.F.H. Publications. 459 pp.
- Malod, J.A. 1989. Iberian Kinematics during the Cretaceous - Paleogeographic consequences. En: Wiedmann, J. (Ed.). *Cretaceous of the Western Tethys. Proceedings 3rd. International Cretaceous Symposium, Tübingen, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart*. 3-16.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Ed. Omega, Barcelona. 1010 pp.

- Martín Closas, C. y Diéguez, M.C. En prensa. Charophytes from the Lower Cretaceous of the Iberian Ranges (Spain). *Paleontology*.
- Martinell, J. y Martínez Delclòs, X. 1990. Observaciones sobre la flotabilidad de los insectos. En: Fernández López, S. (Coord.). *Comunicaciones de la I Reunión de Tafonomía y Fossilización*, Madrid. 201-210.
- Martínez Delclòs, X. 1989a. *Chresmoda aquatica* n.sp. insecto Chresmodidae del Cretácico inferior de la Sierra del Montsec, Lleida, España. *Revista Española de Paleontología*, 4, 67-74.
- Martínez Delclòs, X. 1989b. Insectos del Cretácico inferior de «Las Hoyas», Cuenca. En: Sanz, J.L. (coord.) *La fauna del pasado en Cuenca*. Instituto «Juan de Valdés» del Exmo. Ayuntamiento de Cuenca. 51-82.
- Martínez Delclòs, X. 1991. *Insectes hemimetàbols del Cretaci inferior d'Espanya. Tafonomia i Paleoautoecologia*. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, 784 pp.
- Martínez Delclòs, X. 1993. Blátidos (Insecta Blattodea) del Cretácico inferior de España. Familias Mesblattinidae, Blattulidae y Poliphagidae. *Boletín Geológico y Minero*, 104, 516-538.
- Martínez Delclòs, X. En prensa. Paleontomofauna del yacimiento de «Las Hoyas» (La Cierva, Cuenca). En: Sanz, J.L. y Poyato Ariza, F.J. (Eds.) «Las Hoyas» un lago de tiempos remotos. Instituto «Juan de Valdés» del Exmo. Ayuntamiento de Cuenca.
- Martínez Delclòs, X. y Martinell, J. 1993. Insect taphonomy experiments. Their application to the Cretaceous outcrops of lithographic limestones from Spain. *Kaupia*, 2, 133-144.
- Martínez Delclòs, X. y Martinell, J. 1995. The oldest known record of insect society. *Journal of Paleontology*, 69, 594-599.
- Martínez Delclòs, X. y Nel, A. 1994. Revisión de los Gomphidae (Odonata: Anisoptera) del Cretácico inferior de España. *Revista Española de Paleontología*, 9, 176-184.
- Martínez Delclòs, X. y Nel, A. 1995a. Crustaceans decapods and mysidaceans. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 35-36.
- Martínez Delclòs, X. y Nel, A. 1995b. Insects. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 37-42.
- Martínez Delclòs, X. y Ruiz de Loizaga, M.J. 1994. Les insectes des calcaires lithographiques du Crétacé inférieur d'Espagne. Faune et taphonomie. *Geobios, Mém. Spec.* 16, 195-201.
- Martínez Delclòs, X.; Nel, A. y Popov, Y.A. 1995. Systematic and functional morphology of *Iberonepa romerali* n.gen., n.sp. Belostomatidae Stygonepinae from the Spanish Lower Cretaceous (Insecta, Heteroptera, Nepomorpha). *Journal of Paleontology*, 69, 496-508.
- Martinsen, O.J.; Martinsen, R.S. y Steidtmann, J.R. 1993. Mesaverde group (upper Cretaceous), southeastern Wyoming: allostratigraphy versus sequence stratigraphy in a tectonically active area. *A.A.P.G. Bulletin*, 77, 1351-1373.
- Mas, J.R. 1981. El Cretácico inferior de la región noroccidental de la provincia de Valencia. *Seminarios de Estratigrafía*, 8. Editorial de la Universidad Complutense, Madrid. 408 pp.
- Mas, J.R. y Alonso, A. 1977. Evolución sedimentológica del Jurásico terminal en «Facies Purbeck» y Cretácico basal en «Facies Weald» de Villar de Tejas, Valencia. *Estudios Geológicos*, 30, 557-569.
- Mas, J.R.; Alonso, A. y Meléndez, N. 1982a. El Cretácico basal «Weald» de la Cordillera Ibérica Suroccidental (NW de la provincia de Valencia y E de la de Cuenca). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8, 309-335.
- Mas, J.R.; Alonso, A.; García, A.; Arias, C.; Vilas, L.; Meléndez, N. y Rincón, R. 1982b. Les grandes étapes dans l'évolution du Crétacé de la zone sudoccidental de la Chaîne Ibérique (Espagne). *9 Reunion Annuelle des Sciences de la Terre*. Soc. Géol. de France, Paris. p. 417.
- Matter, A. y Tucker, M. (Eds.) 1978. *Modern and ancient lake sediments*. I.A.S. Special Publications, 2, 290 pp.

- McGowan, G. 1994. *A description of new albanerpetodontid material from the Mesozoic of Europe and its bearing on the systematic position of the group*. University College, London, Ph. D. Thesis.
- McGowan, G. y Evans, S.E. 1995. Albanerpetontid amphibians from the Cretaceous of Spain. *Nature*, **373**, 143-145.
- Meléndez Hevia, F. 1970/1972. Mapa Geológico de España 1:50.000 (1ª Edición). Hoja nº 611, Cañete (Cuenca). I.G.M.E., Madrid.
- Meléndez Hevia, F. 1970/1972. Mapa Geológico de España 1:50.000 (1ª Edición). Hoja nº 610, Cuenca (Cuenca). I.G.M.E., Madrid.
- Meléndez Hevia, F. 1970/1972. Mapa Geológico de España 1:50.000 (1ª Edición). Hoja nº 587, Las Majadas (Cuenca). I.G.M.E., Madrid.
- Meléndez Hevia, F. 1970/1972. Mapa Geológico de España 1:50.000 (1ª Edición). Hoja nº 588, Zafrilla (Cuenca). I.G.M.E., Madrid.
- Meléndez Hevia, F. 1972. El sinclinal Cretácico del «Alto Tajo-Valdecabriel (Serranía de Cuenca)». *Boletín Geológico y Minero*, **LXXXIII**, 211-220.
- Meléndez Hevia, F. 1973. *Estudio geológico de la Serranía de Cuenca en relación a sus posibilidades petrolíferas*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Servicio de Publicaciones de la Facultad de Ciencias. Tomo I (1971) Texto, 254pp. Tomo II (1973) Figuras, 80 figs. y 24 lám.
- Meléndez Hevia, F. 1974. Correlación del Cretácico de la Serranía de Cuenca con el sondeo Villanueva de los Escuderos I (Cuenca). *Ier. Symp. Cretácico de la Cordillera Ibérica*. Cuenca, 86-95.
- Meléndez Hevia, F.; Meléndez Hevia, A.; Ramírez, J.; Portero, J.M. y Gutiérrez, G. 1974a. Guía de las excursiones geológicas a Tragacete-Las Majadas y Cañete-Landete. *Ier. Symp. Cretácico de la Cordillera Ibérica*, Cuenca. 253-257.
- Meléndez Hevia, F.; Villena, J.; Ramírez, J.; Portero, J.M.; Olive, A.; Assenz, J. y Sánchez, P. 1974b. Síntesis del Cretácico de la zona Sur de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. *Ier. Symp. Cretácico de la Cordillera Ibérica*, Cuenca. 189-205.
- Meléndez Hevia, N. 1982. Presencia de una discordancia cartográfica intrabarremiense en la Cordillera Ibérica Suroccidental (provincia de Cuenca). *Estudios Geológicos*, **38**, 51-54.
- Meléndez Hevia, N. 1983. El Cretácico de la región de Cañete-Rincón de Ademuz (provincia de Cuenca y Valencia). *Seminarios de Estratigrafía*, **9**. Editorial de la Universidad Complutense, Madrid, 242 pp.
- Meléndez Hevia, N. (Ed.) 1995. *Las Hoyas. A lacustrine fossil Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 89 pp.
- Meléndez, N. y Fregenal Martínez, M.A. En prensa. El yacimiento de Las Hoyas en su contexto paleogeográfico. En: Sanz, J.L. y Poyato Ariza, F.J. (Eds.) «*Las Hoyas*» un lago de tiempos remotos. Instituto «Juan de Valdés» del Excmo. Ayuntamiento de Cuenca.
- Meléndez, N. y Gierlowski-Kordesch, E. 1995. Early diagenesis of palustrine carbonates: Lower Cretaceous La Huérguina Formation (Weald) of Spain. *Abstracts First International Limno-geological Congress*, Copenhagen. p. 82.
- Meléndez, N.; Meléndez, A. y Gómez Fernández, J.C. 1989. Los sistemas lacustres del Cretácico inferior de la serranía de Cuenca, Cordillera Ibérica. *Guía de campo de la IV Reunión del Grupo Español de Trabajo del IGCP-219*. Editorial de la Universidad Complutense, Madrid. 70 pp.
- Meléndez, N.; Meléndez, A.; Gómez Fernández, J.C. 1994. La Serranía de Cuenca Basin (Lower Cretaceous), Iberian Ranges, central Spain. En: Gierlowski-Kordesch, E. y Kelts, K. (Eds.). *Global Geological Record of Lake Basins*, I. Cambridge University Press. 215-219.
- Menéndez Amor, J. 1970. Primera contribución al estudio esporo-polinico de los lignitos de Uña (Cuenca). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **68**, 275-281.
- Miall, A.D. 1977. A review of the braided-river depositional environment. *Earth Sci. Rev.*, **13**, 1-62.

- Miall, A.D. 1984. *Principles of Sedimentary Basins Analysis*. 1st. edition. Springer-Verlag, New York. 490 pp.
- Miall, A.D. 1985. Architectural-element analysis: a new method on facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Sci. Rev.*, **22**, 261-308.
- Miall, A.D. 1988. Architectural elements and bounding surfaces in fluvial deposits: anatomy of the Kayenta Formation (Lower Jurassic), San Juan Basin, Colorado Plateau. *Sedimentary Geology*, **55**, 233-262.
- Miall, A.D. 1990. *Principles of sedimentary basin analysis*. 2nd. edition.. Springer-Verlag, New York. 668 pp.
- Miall, A.D. 1991. Stratigraphic sequences and their chronostratigraphic correlations. *Journal of Sedimentary Petrology*, **61**, 497-505.
- Miall, A.D. 1992. The Exxon global cycle chart: an event for every occasion? *Geology*, **20**, 787-790.
- Miall, A.D. 1996. *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology*. Springer-Verlag, Berlin. 582 pp.
- Miall, A.D. 1997. *The geology of stratigraphic sequences*. Springer-Verlag, Berlin. 433 pp.
- Middleton, G.V. 1973. Johannes Walther's law of correlation of facies. *Geological Society of America Bulletin*, **84**, 979-988.
- Milner, A.R. y Evans, S.E. 1991. The Upper Jurassic diapsid *Lisboasaurus estesi* - A maniraptoran theropod. *Paleontology*, **34**, 503-513.
- Mitchum, R.M. y Van Wagoner, J.C. 1991. High-frequency sequences and their stacking patterns: sequence-stratigraphic evidence of high-frequency eustatic cycles. *Sedimentary Geology*, **70**, 131-160.
- Mitchum, R.M. Jr.; Vail, P.R. y Thompson, S.III. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea-level. Part 2, the depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. En: Payton, C.E. (Ed.) *Seismic stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. *A.A.P.G. Memoir*, **26**, 53-62.
- Mohr, B.A.R. 1987. Mikroflora aus Vertebraten-führenden Unterkreide-Schichten bei Galve und Uña (Ostspanien). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, **A (86)**, 69-85.
- Mohr, B.A.R. 1989. New palynological information on the age and environment of Late Jurassic and Early Cretaceous vertebrate localities of the Iberian Peninsula (eastern Spain and Portugal). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, **A (106)**, 291-301.
- Monty, Cl. 1972. Recent algal stromatolitic deposits, Andros Island, Bahamas. *Preliminary Report Geol. Rundsch*, **61**, 742-783.
- Monty, Cl. y Mas, R. 1981. Lower Cretaceous (Wealdian) blue-green algal deposits of the province of Valencia, Eastern Spain. En: Monty, Cl. (Ed.) *Phanerozoic Stromatolites*. Springer-Verlag, Berlin. 85-120.
- Moore, R.C. 1949. Meaning of facies. En: Longwell, C.R. (Ed.) *Sedimentary facies in geological history*. *Geological Society of America Memoir*, **39**, 1-34.
- Morales, J. 1990. Mamíferos mesozoicos. En: Meléndez, B. (Ed.) *Paleontología 3*. Ed. Paraninfo. 71pp.
- Morales, J. 1992. Historia evolutiva de los Mamíferos durante el Mesozoico. El registro español. En: Sanz, J.L. y Buscalioni, A.D. *Los Dinosaurios y su entorno biótico*. *Serie Actas Académicas*, **4**, Instituto «Juan de Valdés», Excmo. Ayuntamiento de Cuenca. 362-363.
- Moratalla, J.J.; Lockley, M.; Buscalioni, A.D.; Fregenal-Martínez, M.A.; Meléndez, N.; Ortega, F.; Pérez-Moreno, B.P.; Pérez-Asensio, E.; Sanz, J.L. y Schultz, R.J. 1995. A preliminary note on the first tetrapod trackways from the lithographic limestones of Las Hoyas (Lower Cretaceous, Spain). *Geobios*, **28**, 777-782.
- Morley, C.K.; Nelson, R.A.; Patton, T.L. y Munn, S.G. 1990. Transfer zones in the East African Rift System and their relevance to hydrocarbon exploration in rifts. *A.A.P.G. Bulletin*, **74**, 1234-1253.

- Morse, J.W. y Mackenzie, F.T. 1990. Geochemistry of Sedimentary Carbonates. *Developments in Sedimentology*, 48. Elsevier, Amsterdam. 707 pp.
- Murphy, D.H. y Wilkinson, B.H. 1980. Carbonate deposition and facies distribution in a central Michigan marl lake. *Sedimentology*, 27, 123-135.
- North American Commission on Stratigraphic Nomenclature. 1983. North American stratigraphic code. *A.A.P.G. Bulletin*, 67, 841-875.
- Nel, A. y Martínez Delclòs, X. 1993a. Essai de révision des Aeschnidoidea (Odonata, Anisoptera). *Cahiers de Paléontologie*. C.N.R.S. Ed. 99 pp.
- Nel, A. y Martínez Delclòs, X. 1993b. Nuevos Zygoptera y Anisoptera (Insecta: Odonata) en el Cretácico inferior de España. *Estudios Geológicos*, 49, 351-359.
- Nel, A.; Martínez Delclòs, X.; Paicheler, J.C. y Henrotay, M. 1993. Les «Anisozygoptera» fossiles. Phylogénie et classification (Odonata). *Martinia*, N° hors-série 3, 321 pp.
- Nickel, E. 1983. Environmental significance of freshwater oncolites. Eocene Guarga Formation, Southern Pyrenees, Spain. En: Peryt, T. (Ed.) *Coated grains*. Springer-Verlag. Berlín. 309-329.
- Olsen, P.E. y Johansson, K. 1994. Field-guide to Late Triassic tetrapod sites Virginia and North Carolina. En: Fraser, N.C. y Sues, H.D. (Eds.) *In the shadow of the dinosaurs. Early Mesozoic Tetrapods*. Cambridge University Press, Cambridge. 409-430.
- Oost, A.P. y de Boër, P.L. 1991. Tectonic and climatic setting of lithographic limestones. Abstracts First International Symposium on Lithographic Limestones. *Geobios*, Mém. Spec. 16, Suplem. 1, p.58.
- Ordoñez, S. y García del Cura, M.A. 1983. Recent and Tertiary fluvial carbonates in central Spain. En: Collinson, J.D. y Lewin, J. (Eds.). *Modern and ancient fluvial systems*. I.A.S. *Special Publications*, 6, 485-497.
- Ortega, F. y Buscalioni, A.D. 1995. Las Hoyas crocodiles, an evidence of the transition model of the eusuchian dorsal armor construction. *Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones*, Cuenca. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 107-110.
- Payton, C.E. (Ed.) 1977. Seismic stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration. *A.A.P.G. Memoir*, 26, 516 pp.
- Pérez Moreno, B.P. y Sanz, J.L. 1995. The hand of Pelecanimimus polyodon. A preliminary report. *Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones*, Cuenca. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 115-117.
- Pérez Moreno, B.P.; Sanz, J.L.; Buscalioni, A.D.; Moratalla, J.J.; Ortega, F. y Rasskin Gutman, D. 1994. A unique multitoothed ornithomimosaur from the Lower Cretaceous of Spain. *Nature*, 370, 363-367.
- Picard, M.D. y High, L.R. 1972. Criteria for recognizing lacustrine rocks. En: Rigby, R.R. y Hamblin, W.K. (Eds.) *Recognition of ancient Sedimentary Environments*. S.E.P.M. *Special Publications*, 16, 108-145.
- Pierson, T.C. 1981. Dominant particle support mechanisms in debris flows at Mt. Thomas, New Zealand, and implications for flow mobility. *Sedimentology*, 28, 49-60.
- Pinardo Moya, E.E.; Fregenal Martínez, M. y Poyato Ariza, F.J. 1995. A statistical approach to some biostratigraphic factors involved in fish mass mortality events at Las Hoyas, Cuenca, Spain. *Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones*, Cuenca. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 119-122.
- Piper, D.J.W. y Stow, D.A.V. 1991. Fine-Grained Turbidites. En: Einsele, G.; Ricken, W. y Seilacher, A. (Eds.). *Cycles and Events in Stratigraphy*. Springer-Verlag, Berlín. 360-376.
- Platt, N.H. y Wright, V.P. 1991. Lacustrine carbonates: facies models, facies distributions and hydrocarbon aspects. En: Anadón, P.; Cabrera, L.I. y Kelts, K. (Eds.) *Lacustrine Facies Analysis*. I.A.S. *Special Publications*, 13, 55-73.
- Platt, N.H. y Wright, V.P. 1992. Palustrine carbonates and the Florida Everglades: towards and exposure index for the freshwater environment? *Journal of Sedimentary Petrology*, 62, 1058-1071.

- Pons, D.; Giménez, R. y Rey, L. 1989. Premières données sur la flore crétacé inférieure de Hundidas de Armallones (Guadalajara, Espagne). *Abstracts of papers and posters II European Paleobotanical Conference*, Madrid. p.13.
- Posamentier, H.W. y Allen G.P. 1993. Variability of the sequence stratigraphic model: effects of local basin factors. *Sedimentary Geology*, **86**, 91-109.
- Posamentier, H.W. y James, D.P. 1993. An overview of sequence stratigraphic concepts: uses and abuses. En: Posamentier, H.W.; Summerhayes, C.P.; Haq, B.U. y Allen, G.P. (Eds). *Sequence stratigraphy and Facies Associations. I.A.S. Special Publications*, **18**, 3-18.
- Posamentier, H.W.; Allen, H.W.; James, D.P. y Tesson, M. 1992. Forced regressions in a sequence stratigraphic framework: concepts, examples and sequence stratigraphic significance. *A.A.P.G. Bulletin*, **76**, 1687-1709.
- Poyato Ariza, F.J. 1989. Ictiofauna del yacimiento de Las Hoyas. En: Sanz, J.L. (coord.) *La fauna del pasado en Cuenca*. Instituto «Juan de Valdés» del Excmo. Ayuntamiento de Cuenca. 83-124.
- Poyato Ariza, F.J. 1991. *Teleosteos primitivos del Cretácico inferior español: Órdenes Elopiformes y Gonorynchiformes*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. 2 vols., 707 pp.
- Poyato Ariza, F.J. 1994. A new Early Cretaceous gonorynchiform fish (Teleostei: Ostariophysi) from Las Hoyas (Cuenca, Spain). *Occasional Papers of the Museum of Natural History, The University of Kansas*, **164**, 1-37.
- Poyato Ariza, F.J. 1996a. A revision of *Rubiesichthys gregalis* Wenz 1984 (Ostariophysi, Chanidae), from the Early Cretaceous of Spain. En: Arratia, G. y Viohl, G. (Eds.). *Proceedings of the First International Meeting «Mesozoic Fishes: Systematics and Paleoecology»*, Eischttät. 319-327.
- Poyato Ariza, F.J. 1996b. The phylogenetic relationships of *Rubiesichthys gregalis* and *Gordichthys conquensis* (Teleostei, Ostariophysi), from the Early Cretaceous of Spain. En: Arratia, G. y Viohl, G. (Eds.). *Proceedings of the First International Meeting «Mesozoic Fishes: Systematics and Paleoecology»*, Eischttät. 329-348.
- Poyato Ariza, F.J. 1996c. A revision of the Ostariophysan fish family Chanidae, with special reference to the Mesozoic forms. *Palaeo Ichthyologica*, **6**, 52.
- Poyato Ariza, F.J. 1997. A new assemblage of Spanish Early Cretaceous teleostean fishes, formerly considered «leptolepids»: phylogenetic relevance. *Comptes Rendues de l'Académie des Sciences de Paris*, **325**, 373-379.
- Poyato Ariza, F.J. y Wenz, S. 1990. La ictiofauna española del Cretácico inferior. *Acta Salmanticensia*, **68**, 299-311.
- Poyato Ariza, F.J. y Wenz, S. 1995. Ichthyofauna. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 43-50.
- Prieto, S. y Díaz Romeral, A. 1989. El yacimiento de Las Hoyas: historia de un descubrimiento. En: Sanz, J.L. (coord.) *La Fauna del Pasado en Cuenca*. Instituto «Juan de Valdés» del Exmo. Ayuntamiento de Cuenca. 39-50.
- Prosser, S. 1993. Rift-related linked depositional systems and their seismic expression. En: Williams, G.D. y Dobb, A. (Eds). *Tectonics and Seismic Sequence Stratigraphy. Geological Society Special Publications*, **71**, 35-66.
- Rabadà, D. 1990. Crustáceos decápodos de Las Hoyas (Cuenca) y del Montsec de Rúbies (Lleida). Calizas litográficas del Cretácico inferior de España. *Acta Geológica Hispánica*, **25**, 299-311.
- Rabadà, D. 1993. Crustáceos decápodos lacustres de las calizas litográficas del Cretácico inferior de España: Las Hoyas (Cuenca) y el Montsec de Rúbies (Lleida). *Cuadernos de Geología Ibérica*, **17**, 345-370.
- Raiswell, R. 1971. The growth of Cambrian and Liassic concretions. *Sedimentology*, **17**, 147-171.
- Ramírez, J.I. 1986/1989. *Mapa Geológico Hoja nº 587 (Las Majadas)*. Mapa Geológico de España Escala 1:50.000. Segunda Serie.

- Primera Edición. Instituto Tecnológico y Geominero de España, Madrid.
- Ramírez del Pozo, J. y Meléndez Hevia, F. 1972. Nuevos datos sobre el Cretácico inferior en «facies weald» de la Serranía de Cuenca. *Boletín Geológico y Minero*, LXXXIII-IV, 569-581.
- Ramírez del Pozo, J.; Portero, J.M.; Olive, A. y Meléndez Hevia, F. 1974. El Cretácico de la región Fuentes-Villar del Humo: Correlación y cambios de facies. *Ier. Symp. Cretácico de la Cordillera Ibérica*, Cuenca. 189-205.
- Rat, P. 1982. Factores condicionantes en el Cretácico de España. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8, 1059-1076.
- Rauhut, O.W. y Zinke, J. 1995. A description of the Barremian Dinosaur fauna from Uña with a comparison to that of Las Hoyas. *Extended abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones*, Cuenca. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 123-126.
- Reading, H.G. (Ed.) 1978. *Sedimentary Environments and Facies*. 1st. edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 557 pp.
- Reading, H.G. (Ed.) 1986. *Sedimentary Environments and Facies*. 2nd. edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 615 pp.
- Reading, H.G. (Ed.) 1996. *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3rd. edition. Blackwell Science Ltd., Oxford. 5-36.
- Reading, H.G. y Lewell, B.K. 1996. Controls on the sedimentary rock record. En: Reading, H.G. (Ed) *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3rd. edition. Blackwell Science Ltd., Oxford. 5-36.
- Reguant, S. 1989. Nomenclaturas estratigráficas nacionales e internacionales: Descripción y Evaluación. En: Vera, J.A. (Ed). División de unidades estratigráficas en el análisis de cuencas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 2, 177-188.
- Retallack, G.J. 1988. Field recognition of paleosols. *Geological Society of America Special Papers*, 216, 1-20.
- Rey Marcos, L. 1982. *El Cretácico del Alto Tajo entre Canales del Ducado y Villar de Cobeta (Provincia de Guadalajara)*. Tesis de Licenciatura, Universidad Complutense de Madrid, 161 pp.
- Riba, O. y Ríos, J.M. 1960. Observations sur la structure du secteur Sud-Ouest de la Chaîne Iberique (Espagne). En: *Livre à memoire du Professeur Paul Fallot*, 1. Soc. Géol. France, 275-290.
- Richter, A. 1991. A new species of *Ilerdasaurus* and other lizards from Uña, Spain (Lower Cretaceous). *Contribution from the Paleontological Museum University of Oslo*, 364, 55-56.
- Richter, A. 1994a. Lacertilia aus der Unteren Kreide von Uña und Galve (Spanien) und Anoual (Marokko). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, E (14), 1-147.
- Richter, A. 1994b. Der problematische Lacertirier *Ilerdaesaurus* (Reptilia, Squamata) aus der Unter-Kreide von Uña und Galve (Spanien). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, 13, 135-161.
- Richter, G. y Treichmuller, R. 1933. Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten. *Abh. Gess. Viss. Gottingen. Math. Phys. Kl.* 3,7. Resumen traducido por J.M. Ríos (1944) en *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 42, 263-283.
- Ríos, J.M.; Garrido, J. y Almela, A. 1944. Reconocimiento geológico de una parte de las provincias de Cuenca y Guadalajara. Primera parte (la región de Cuenca-Priego-Cifuentes). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 42, 107-128.
- Rodríguez Lázaro, J. 1995. Ostracodes. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 33-34.
- Rosendahl, B.R. y Livingstone, D.A. 1983. Rift lakes of East Africa -new seismic data and implications for future research. *Episodes*, 1983, 14-19.
- Rosendahl, B.R.; Reynolds, D.J.; Lorber, P.M.; Burgess, C.F.; McGill, J.; Scott, D.; Lambiase, J.J. y Derksen, S.J. 1986. Structural expressions of rifting: lessons from

- Lake Tanganyika, Africa. En: Frostick, L.E.; Renaut, R.W.; Reid, I. y Tiercelin, J.J. (Eds). *Sedimentation in the African rifts. Geological Society of London Special Publications*, **25**, 29-43.
- Ruiz, G. 1996. *Arquitectura deposicional de las Facies Utrillas en la Zona Central de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 187 pp.
- Ruiz, G. y Segura, M. 1993. Análisis secuencial de la Formación Arenas de Utrillas en el N. de la provincia de Cuenca (Cordillera Ibérica). *Geogaceta*, **14**, 67-68.
- Saefel, H. 1959. Paleogeografía del Albense de las Cadenas Celtibéricas de España. *Notas y Comunicaciones del I.G.M.E.*, **63** (Año 1961), 163-192.
- Sáenz García, C. 1924. El pantano de La Toba y la Estratigrafía de la Serranía de Cuenca. *Rev. Obras Públicas*, **LXXIII (2408)**, 237-258.
- Sáenz García, C. 1932. Notas para el estudio de la facies wealdica española. *Asociación Española para el Progreso de la Ciencia. Congreso de Lisboa*, **V. Secc.IV**, 59-76.
- Sáenz García, C. 1946. El origen de Las Torcas de Los Palancares (Cuenca) y su relación con un fenómeno hidrogeológico notable. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **XLIX**, 113-117.
- Salas, R. y Casas, A. 1993. Mesozoic extensional tectonics, stratigraphy and crustal evolution during the Alpine cycle of the eastern Iberian basin. *Tectonophysics*, **228**, 33-55.
- Salvador, A. (Ed.) 1994. *International stratigraphic guide: a guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure*. Segunda Edición. International Union of Geological Sciences, International Subcommission on Stratigraphic Classification of IUGS International Commission on Stratigraphy. The Geological Society of America. 210 pp.
- Sanz, J.L. y Bonaparte, J.F. 1992. A new order of birds (class Aves) from the Lower Cretaceous of Spain. En: Campbell, K.E. (ed.): *Papers in Avian Paleontology*, **36**. Natural History Museum of Los Angeles County. 39-49.
- Sanz, J.L. y Buscalioni, A.D. 1992. A new bird from the Early Cretaceous of Las Hoyas, Spain, and the early radiation of birds. *Paleontology*, **35**, 829-845.
- Sanz, J.L. y Buscalioni, A.D. 1994. New isolated bird remains from the Early Cretaceous of Las Hoyas (Cuenca, Spain). *Geobios, Mém. Spec.* **16**, 213-217.
- Sanz, J.L. y Pérez Moreno, B.P. 1995. Dinosaurs. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid. 63-66.
- Sanz, J.L. y Poyato Ariza, F.J. (Eds.). En prensa. *«Las Hoyas» Un lago de Tiempos remotos*. Instituto «Juan de Valdés» del Excmo. Ayuntamiento de Cuenca.
- Sanz, J.L.; Barahona, F.; Barbadillo, L.J.; Buscalioni, A.D.; Diéguez, C.; Evans, S.E.; Fregenal-Martínez, M.A.; Díaz-Romeral, A.; Jiménez, E.; López-Morón, N.; Madero, J.; Martín-Closas, C.; Martínez-Delclòs, X.; McGowan, G.; Meléndez, N.; Milner, A.R.; Moratalla, J.J.; Ortega, F.; Pérez-Moreno, B.P.; Poyato-Ariza, F.; Rabadá, D.; Rasskin-Gutman, D.; Rodríguez-Lázaro, J.; Sanchíz, B.; Trincao, P. y Wenz, S. 1994. Diez Años de investigación en el yacimiento de Las Hoyas (Cretácico Inferior, Cuenca). En: Fernández López, S. (Coord.) *Comunicaciones de las X Jornadas de Paleontología*, Madrid, 185-186.
- Sanz, J.L.; Bonaparte, J.; Chiappe, L.M. y Buscalioni, A.D. 1993. La posición filogenética de *Concornis lacustris* del Cretácico inferior de Las Hoyas, España. *Ameghiniana*, **30**, 341.
- Sanz, J.L.; Bonaparte, J.F. y Lacasa, D. 1988a. Unusual Early Cretaceous bird from Spain. *Nature*, **331**, 433-435.
- Sanz, J.L.; Buscalioni, A.D. y Pérez Moreno, B.P. 1995a. Birds. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain*. Editorial Complutense, Madrid, 67-69.
- Sanz, J.L.; Chiappe, L.M.; Bonaparte, J.F. y Buscalioni, A.D. 1995b. The osteology of *Concornis lacustris* (Aves: Enantiornithes) from the Lower Cretaceous of Spain and a

- reexamination of its phylogenetic relationships. *American Museum Novitates*, **3133**, 23pp.
- Sanz, J.L.; Chiappe, L.M.; Pérez-Moreno, B.P.; Buscalioni, A.D.; Moratalla, J.J.; Ortega, F. y Poyato-Ariza, F.J. 1996a. An Early Cretaceous bird from Spain and its implications for the evolution of avian flight. *Nature*, **382**, 442-445.
- Sanz, J.L.; Diéguez, C.; Fregenal-Martínez, M.A.; Martínez-Delclòs, X.; Meléndez, N. y Poyato-Ariza, F.J. 1990. El yacimiento de fósiles del Cretácico inferior de Las Hoyas, provincia de Cuenca (España). En: Fernández López (Coord.) *Comunicaciones de la I Reunión de Tafonomía y Fossilización*, Madrid, 337-355.
- Sanz, J.L.; Ortega, F.; Barbadillo, L.J.; Buscalioni, A.D.; Díaz-Romeral, A.; Diéguez, C.; Evans, S.E.; Fregenal-Martínez, M.A.; de la Fuente, M.; de Gibert, J.M.; Madero, J.; Martín-Closas, C.; Martínez-Delclòs, X.; McGowan, G.; Meléndez, N.; Moratalla, J.J.; Pérez-Moreno, B.P.; Pinardo-Moya, E.; Poyato-Ariza, F.; Rabadá, D.; Rasskin-Gutman, D.; Rodríguez-Lázaro, J.; Sanchíz, B.; Trincao, P. y Wenz, S. 1996b. Las Hoyas (Cuenca) un lago de la época de los dinosaurios. *Almoneda*, **1**, 3-20.
- Sanz, J.L.; Wenz, S.; Yébenes, A.; Estes, R.; Martínez-Delclòs, X.; Jiménez-Fuentes, E.; Diéguez, C.; Buscalioni, A.D.; Barbadillo, L.J. y Vía, L. 1988b. An Early Cretaceous faunal and floral continental assemblage: Las Hoyas fossil site (Cuenca, Spain). *Geobios*, **21**, 611-635.
- Schäfer, A. y Stapf, K.R. 1978. Permian Saar-Nahe basin and recent lake Constance (Germany): two environments of lacustrine algal carbonates. En: Matter, A. y Tucker, M.E. *Modern and ancient lake sediments. I.A.S. Special Publications*, **2**, 83-107.
- Scholz, C.A.; Rosendahl, B.R. y Scott, D.L. 1990. Development of coarse-grained facies in lacustrine rift basins: Examples from East Africa. *Geology*, **18**, 140-144.
- Schudack, M. 1989. Charophytenfloren aus den unterkretazischen Vertebraten-Fundschichten bei Galve und Uña. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, **A (106)**, 409-443.
- Seilacher, A. 1984. Sedimentary structures tentatively attributed to seismic events. *Marine Geology*, **55**, 1-12.
- Seilacher, A. 1991. Events and their signatures - An overview. En: Einsele, G.; Ricken, W. y Seilacher, A. (Eds.). *Cycles and Events in Stratigraphy*. Springer-Verlag, Berlin. 222-226.
- Seilacher, A.; Reif, W.E. y Westphal, F. 1985. Sedimentological, ecological and temporal patterns of fossil lagerstätten. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **B311**, 5-23.
- Selley, R.C. 1982. *An Introduction to Sedimentology*. 2nd. edition. Academic Press, London. 417 pp.
- Shumm, S.A. 1993. River response to baselevel change: implications for sequence stratigraphy. *J. Geol.*, **101**, 279-294.
- Shanley, K.W. y McCabe, P.J. 1991. Predicting facies architecture through sequence stratigraphy - an example from the Kaiparowits Plateau, Utah. *Geology*, **19**, 742-745.
- Shanley, K.W. y McCabe, P.J. 1994. Perspectives on the sequence stratigraphy of continental strata. *A.A.P.G. Bulletin*, **78**, 544-568.
- Shinn, E.A. y Lidz, B.H. 1987. Blackened limestone pebbles: fire at subaerial unconformities. En: James, N.P. y Choquette, P.W. (Eds.). *Paleokarst*. Springer-Verlag, New York. 117-131.
- Sly, P.G. 1978. *Sedimentary processes in lakes*. En: Lerman, A. (Ed.) *Lakes, Chemistry, Geology and Physics*. Springer-Verlag, Berlin. 65-89.
- Smoot, J.P. y Olsen, P.E. 1994. Climatic cycles as sedimentary controls of rift-basin lacustrine deposits in the Early Mesozoic Newark based on continuous core. En: Lomando, A.J.; Schreiber, B.C. y Harris, P.M. (Eds.). *Lacustrine Reservoirs and Depositional Systems. S.E.P.M. Core Workshop*, **19**, 201-237.
- Sopeña, A.; López, J.; Arche, A.; Pérez-Arlucea, M.; Ramos, A.; Virgili, C. y Hernando, S. 1988. Permian and Triassic rift basins of the Iberian Peninsula. En: Manspeizer, W. (Ed.). *Continental Breakup and the origin of the*

- Sopeña, A.; Ramos, A. y Pérez-Arlucea, M. 1989. Permian and Triassic fluvial systems in Central Spain. En: Marzo, M. y Puigdefàbregas, C. (Eds.). *4th. International Conference on Fluvial Sedimentology. Excursion Guidebook*, 2. Publicaciones del Servei Geològic de Catalunya.
- Speyer, S.E. y Brett, C.E. 1988. Taphofacies models for epeiric sea environments: Middle Paleozoic examples. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **63**, 225-262.
- Stankiewicz, B.A.; Briggs, D.E.; Evelshed, P. 1997. Chemical composition of paleozoic and mesozoic fossil invertebrate cuticles as revealed by pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry. *Energy and fuels*, **11**, 515-521.
- Stow, D.A.V. y Piper, D.J.W. 1984. Deep-water fine-grained sediments: facies models. En: Stow, D.A.V. y Piper, D.J.W. (Eds.). *Fine-grained sediments: deep-water processes and facies. Geological Society Special Publications*, **15**, 611-646.
- Strasser, A. 1984. Black pebble occurrence and genesis in Holocene carbonate sediments (Florida Keys Bahamas and Tunisia). *Journal of Sedimentary Petrology*, **54**, 1097-1109.
- Sturm, M. y Matter, M. 1978. Turbidites and varves in Lake Brienz (Switzerland): deposition of clastic detritus by density currents. En: Matter, M. y Tucker, M. (Eds.). *Modern and ancient lake sediments. I.A.S. Special Publications*, **2**, 147-168.
- Talbot, M.R. y Kelts, K. 1989. Phanerozoic Record of Lacustrine Basins and their Environmental Signals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **70**, 1-3.
- Talbot, M.R. y Allen, P.A. 1996. Lakes. En: Reading, H.G. (Ed). *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3rd. edition. Blackwell Science Ltd., Oxford. 83-124.
- Talbot, M.; Meléndez, N. y Fregenal Martínez, M.A. 1995a. The waters of the Las Hoyas lake: sources and limnological characteristics. En: Meléndez, N. (Ed.) *Las Hoyas. A lacustrine Konservat-Lagerstätte*, Cuenca, Spain. Editorial Complutense, Madrid. 11-16.
- Talbot, M.R.; Meléndez Hevia, N.; Fregenal Martínez, M.A.; Poyato Ariza, F.J. y Wenz, S. 1995b. Hydrology of the Las Hoyas paleolake (Lower Cretaceous, Cuenca, Spain): An integrated strontium and stable isotope study. *Abstracts First International Limno-geological Congress*, Copenhagen.p. 133.
- Teichmüller, M. y Teichmüller, R. 1982. The geological basis of coal formation. En: Stach, E. (Ed.) *Stach's Textbook of Coal Petrology*. Gebrüder Bornträger, Berlin. 5-86.
- Terlecky, P.M., Jr. 1974. The origin of a late Pleistocene and Holocene marl deposit. *Journal of Sedimentary Petrology*, **44**, 456-465.
- Treese K.L. y Wilkinson. B.H. 1982. Peat-marl deposition in a Holocene paludal-lacustrine basin. Sucker Lake, Michigan. *Sedimentology*, **29**, 375-390.
- Trincao, P. y Diéguez, C. 1995. Las Hoyas palynology, state of the art. *Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones*, Cuenca. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 143-144.
- Tucker, M.E. y Wright, V.P. 1990. *Carbonate Sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, Londres. 482 pp.
- Tyson, R.V. y Funnell, B.M. 1987. European Cretaceous shorelines, stage by stage. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **59**, 69-91.
- Vail, P.R.; Audermard, F.; Bowman, S.A.; Eisner, P.N. y Pérez-Cruz, C. 1991. The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology - an overview. En: Einsele, G.; Ricken, W. y Seilacher, A. (Eds). *Cycles and events in stratigraphy*. Springer-Verlag, Berlin. 617-659.
- Vail, P.R.; Hardenbol, J. y Todd, R.G. 1984. Jurassic unconformities, chronostratigraphy and sea-level changes from seismic stratigraphy and biostratigraphy. En: Schlee, J.S. (Ed). *Interregional unconformities and hydrocarbon exploration. A.A.P.G. Memoir*, **36**, 129-144.

- Vail, P.R.; Mitchum, R.M. Jr.; Todd, R.G.; Widmier, J.M.; Thompson, S.III.; Sangree, J.B.; Bub, J.N. y Hatlelid, W.G. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea-level. En: Payton, C.E. (Ed). Seismic stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration. *A.A.P.G. Memoir*, 26, 49-212.
- Valero, B.; Gierlowski, E. y Kelts, K. 1992. Multi-Dimensional Lacustrine Lattice. *Abstracts IGCP-324 GLOPALS Annual Meeting*, Madrid. 62-63.
- Van Wagoner, J.C.; Posamentier, H.W.; Mitchum, R.M.; Vail, P.R.; Sarg, J.F.; Loutit, T.S. y Handberg, J. 1988. An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. En: Wilgus, C.K.; Hastings, B.S.; Kendall, C.G.St.C.; Posamentier, H.W.; Ross, C.A. y Van Wagoner, J.C. (Eds). Sea-level changes: An integrated approach. *S.E.P.M. Special Publications*, 42, 39-45.
- Vera, J.A. 1989. División de unidades estratigráficas en el análisis de cuencas (Introducción). En: Vera, J.A. (Ed). División de unidades estratigráficas en el análisis de cuencas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 2, 169-176.
- Vera, J.A. 1994. *Estratigrafía. Principios y Métodos*. Ed. Rueda, Madrid. 806 pp.
- Viallard, P. 1966. Sur le Crétacé de la Chaîne Ibérique castillaine entre le río Turia et la haute vallée du río Júcar (provinces de Valencia et Cuenca, Espagne). *Comptes Rendues de l'Academie de Sciences de Paris*, 262, 1997-2000.
- Viallard, P. 1968. Le Crétacé inférieur dans la zone marginale Sud-Occidentale de la Chaîne Ibérique. *Comptes Rendues Sommaires des Sciences Soc. Géol. France*, 6, 321-323.
- Viallard, P. 1969. Le Neocrétacé de la Chaîne Ibérique castillaine à SW de la Serranía de Cuenca. *Comptes Rendues Sommaires Soc. Géol. France*, 6, 211-212.
- Viallard, P. 1973. *Recherches sur le cycle alpin dans la Chaîne Ibérique Sud-Occidentale*. Tesis Doctoral de l'Université Paul Sabatier de Toulouse, 445pp.
- Viallard, P. 1979. La Chaîne Ibérique: zone de cisaillement intracontinentale pendant la tectogenèse alpine. *Comptes Rendues Academie des Sciences de Paris*, 289, 65-68.
- Viallard, P. 1982. Les virgations de la Chaîne Ibérique: déformation rotationnelle en régime de cisaillement par décrochement. *Comptes Rendues Academie des Sciences de Paris*, 295, 765-768.
- Viallard, P. 1983a. Le décollement de couverture dans la Chaîne Ibérique méridionale (Espagne): effect de raccourcissements différentiels entre substratum et couverture. *Bull. Soc. Géol. France*, XXV(3), 379-387.
- Viallard, P. 1983b. Les bassins sédimentaires mésozoïques des Ibérides (Espagne): hypothèse sur les mécanismes d'ouverture. *Comptes Rendues de l'Academie des Sciences de Paris*, 297, 529-532.
- Vidal, L.M. 1915. Nota geológica y paleontológica sobre el Jurásico Superior de la provincia de Lérida. *Boletín del Instituto Geológico de España*, 2ª serie, 36, 17-55.
- Vilas, L. 1995. Factors controlling the presence of laminated limestones in relation to basin analysis. *Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones*, Cuenca, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 155.
- Vilas, L.; Mas, R.; García, A.; Arias, C.; Alonso, A.; Meléndez, N. y Rincón, R. con la colaboración de Elizaga, E.; Fernández Calvo, C.; Gutiérrez, C. y Meléndez, F. 1982. Ibérica Suroccidental. En: *El Cretácico de España*. Editorial de la Universidad Complutense de Madrid. 457-513.
- Vilas, L.; Alonso, A.; Arias, C.; Mas, R.; Rincón, R. y Meléndez, N. 1983. The Cretaceous of the Southwestern Iberian Ranges (Spain). *Zitteliana*, 10, 245-254.
- Walker, R.G. (Ed.) 1979. *Facies models*. Geological Association of Canada.
- Walker, R.G. (Ed.) 1984. *Facies models*. 2nd. edition. Geological Association of Canada. Geoscience Canada, Reprint Series 1, 317 pp.
- Walker, R.G. 1990. Facies modelling and sequence stratigraphy. *Journal of Sedimentary Petrology*, 69, 777-786.



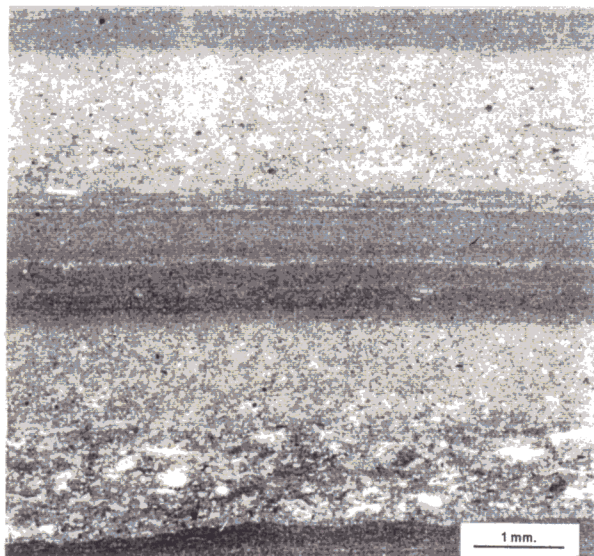
- Walker, R.G. 1992. Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. En: Walker, R.G. y James, N.P. (Eds). *Facies models: responde to sea-level change*. Geological Association of Canada. 239-263.
- Watson, J. y Alvin, K.L. 1996. An English Wealden flora list, with comments on possible environmental indicators. *Cretaceous Research*, 17, 5-26.
- Watson, M.P.; Hayward, A.B.; Parkinson, D.N. y Zhang, Zh.M. 1987. Plate tectonic history, basin development and petroleum source rock deposition inshore China. *Marine and Petroleum Geology*, 4, 205-225.
- Wells, M.A. 1983. Carbonate deposition, physical limnology and environmental controlled chert formation in Paleocene-Eocene Lake Flagstaff Central Utah. *Sedimentary Geology*, 35, 263-269.
- Wenz, S. y Poyato Ariza, F.J. 1994. Les Actinopterygiens juvéniles du Crétacé inférieur du Montsec et de Las Hoyas (Espagne). *Geobios*, Mém. Spec. 16, 203-212.
- Wenz, S. y Poyato Ariza, F.J. 1995. Pycnodontiform fishes from the Early Cretaceous of Las Hoyas (Spain). *Extended Abstracts II International Symposium on Lithographic Limestones, Cuenca*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 157-161.
- Wetzel, R.G. 1981. *Limnologia*. Ed. Omega., Barcelona. 679 pp.
- Wiggins, W.D. y Harris, P.M. 1994. Lithofacies, depositional cycles, and stratigraphy of the Lower Green River Formation, Southwestern Uinta Basin, Utah. En: Lomando, A.J.; Schreiber, B.C. y Harris, P.M. (Eds.). *Lacustrine Reservoirs and Depositional Systems. S.E.P.M. CoreWorkshop*, 19, 105-141.
- Wilson, M.V.H. 1988. Taphonomic processes: information loss and information gain. *Geoscience Canada*, 15, 131-148.
- Wright, V.P. y Marriot, S.B. 1993. The sequence stratigraphy of fluvial depositional systems: the role of floodplain sediment storage. *Sedimentary Geology*, 76, 1-5.
- Xue, L. y Galloway, W.E. 1993. Genetic sequence stratigraphy framework, depositional style and hidrocarbon occurrence of the Upper Cretaceous QYN formations in the Songliao lacustrine basin, Northeastern China. *A.A.P.G. Bulletin*, 77, 1792-1808.
- Ziegler, A.M.; Barret, S.F. y Scotese, C.R. 1983. Mesozoic and Cenozoic paleogeographic maps. En: Brosche, P. y Sundermann, J. (Eds.) *Tidal Friction and the Earth's Rotation, II*. Springer-Verlag, Berlín. 240-252.
- Ziegler, A.M.; Raymond, A.L.; Gierlowski, T.C.; Horrell, M.A.; Rowley, D.B. y Lottes, A.L. 1987. Coal, climate and terrestrial productivity: the present and Early Cretaceous compared. En: Scott, A.C. (Ed.) *Coal and Coal-bearing Strata: Recent Advances*. *Geological Society of London Special Publications*, 32, 25-49.
- Zinke, J. y Rauhut, R. 1994. Small theropods (Dinosauria, Saurischia) from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of the Iberian Peninsula. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, 13, 163-177.
- Zuffa, G.G. 1980. Hybrid arenites: their composition and classification. *Journal of Sedimentary Petrology*, 50, 21-29.
- Zuffa, G.G. 1985. Optical analyses of arenites: influence of methodology on compositional results. En: Zuffa, G.G. (Ed.). *Provenance of Arenites*. Reidel, 165-189.

LEYENDA DE LAS COLUMNAS

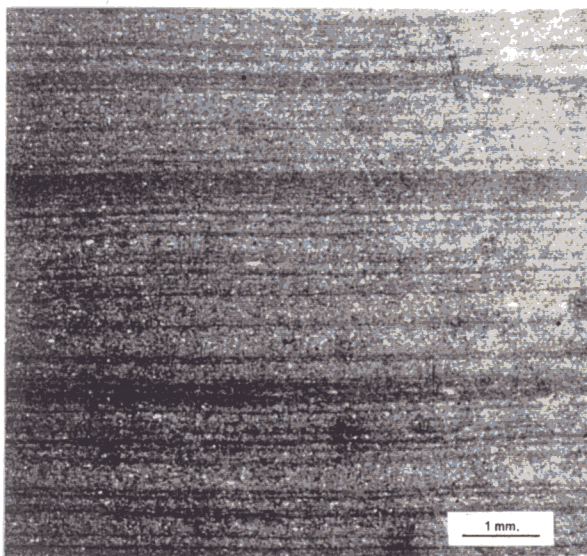
LEYENDA DE LAS COLUMNAS DE MICROFACIES LAMINADAS



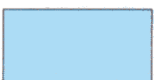
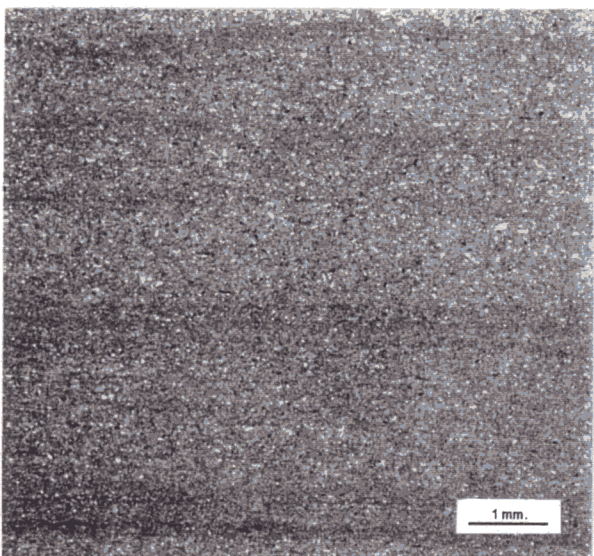
Microfacies 1



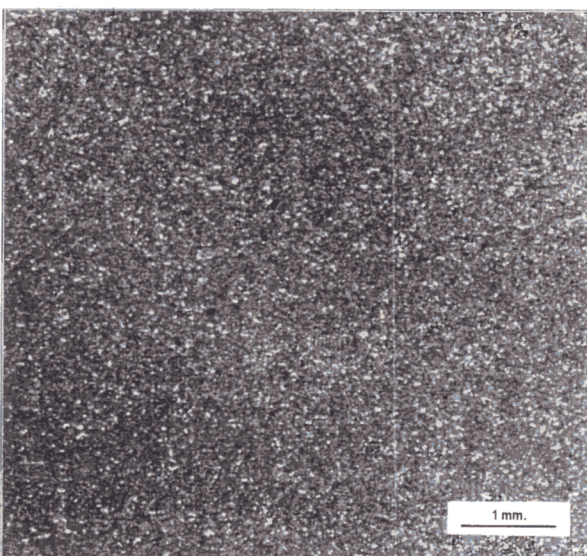
Microfacies 2



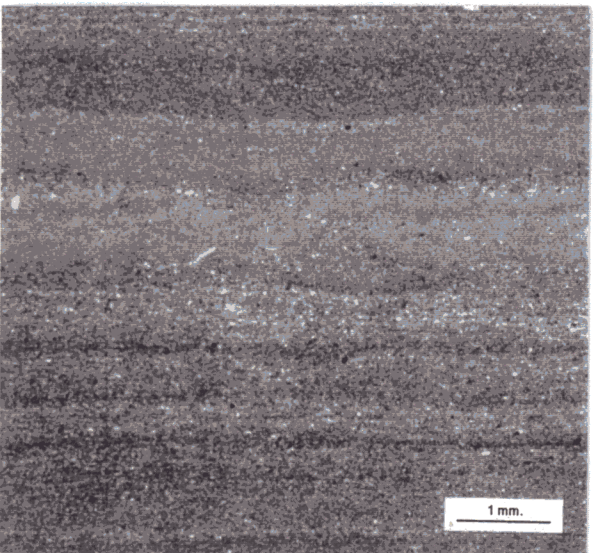
Microfacies 3



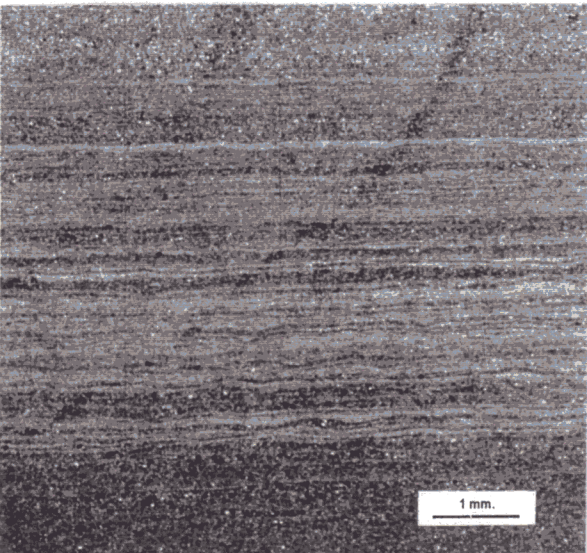
Microfacies 4



Microfacies 5

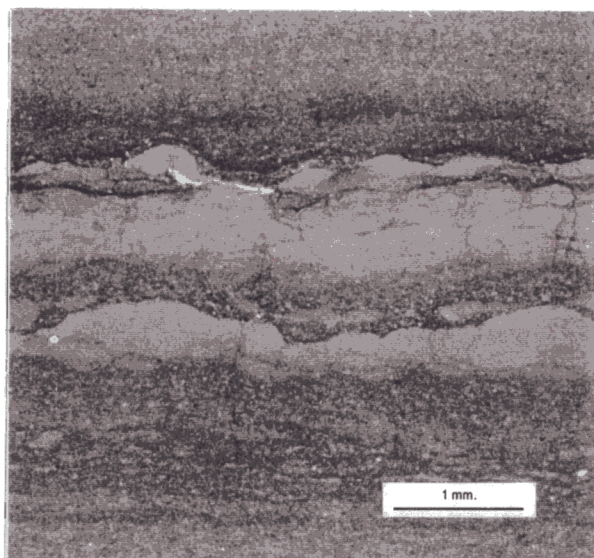
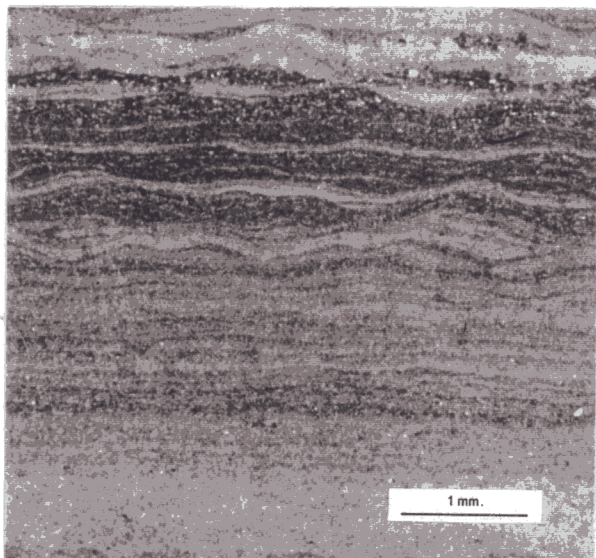


Microfacies 6

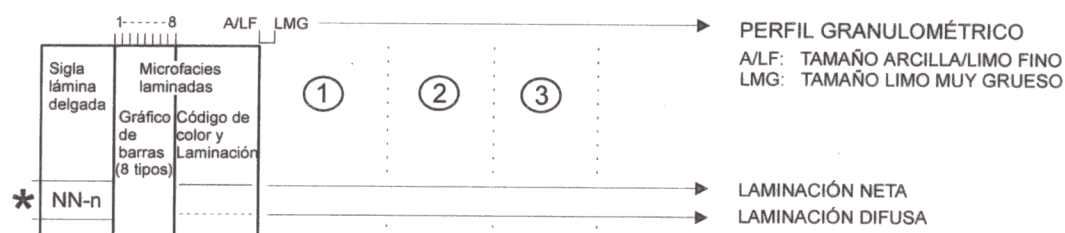


Microfacies 7

Microfacies 8



LEYENDA DE SÍMBOLOS



① ELEMENTOS Y ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

—	CONTACTO NETO	~~~~~	LAMINACIÓN ONDULADA
- - -	CONTACTO GRADUAL	>	ACUÑAMIENTO LATERAL DE LÁMINAS
~~~~~	CONTACTO EROSIVO	⊗	MICROSLUMPS
.....	GRADACIÓN POSITIVA	∩	HUELLAS DE CARGA
.....	GRADACIÓN NEGATIVA	~~~~~	DEFORMACIÓN HIDROPLÁSTICA
⊗	LÓBULOS	∞	LOOP BEDDING
~~~~~	MICROCANALES (FLUTES?)	⋈	MICROFRACTURAS SINSEDIMENTARIAS
⋈	LAMINACIÓN CRUZADA	~~~~~	"ARRUGAMIENTOS"
~~~~~	LAMINACIÓN DE RIPPLES	~~~~~	ESTRUCTURAS DE INYECCIÓN (FLAMES)

## ② COMPONENTES BIOCLÁSTICOS Y HUELLAS DE ACTIVIDAD ORGÁNICA

⊗	FRAGMENTOS DE CARÓFITAS	⋈	FRAGMENTOS BIOCLÁSTICOS NO IDENTIFICABLES
⊗	FRAGMENTOS VEGETALES NO IDENTIFICABLES	⋈	ICNITAS DE INVERTEBRADOS
⊗	OSTRÁCODOS	~~~~~	UNDICHTNA ISP.
⊗	FRAGMENTOS DE OSTRÁCODOS	⊗	ICNITAS DE VERTEBRADOS
⊗	FRAGMENTOS DE CUTÍCULA DE CRUSTÁCEOS		

## ③ OTROS COMPONENTES

- PELOIDES
- ▢ MATERIA ORGÁNICA INDIFERENCIADA
- PIRITA Y ÓXIDOS DE HIERRO

* FACIES NEGRAS, RICAS EN MATERIA ORGÁNICA, A ESCALA MACROSCÓPICA