

Gradu Amaierako Lana / Trabajo Fin de Grado
Geologiako Gradua / Grado en Geología

Morfotipos de ammonoideos del Albiense superior de Vizcaya: paleoecología y relación con las facies sedimentarias

Egilea/Autor/a:
Jon Burgos Iglesias
Zuzendaria/Director/a:
Mikel A. López Horgue

eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea



ZTF-FCT
Zientzia eta Teknologia Fakultatea
Facultad de Ciencia y Tecnología



Índice

Introducción	3
1. Resumen	3
2. Objetivos.....	3
3. Contexto geológico.....	3
3.1. Litoestratigrafía Karrantza-Armitza	4
3.2. Ambientes sedimentarios.....	6
Metodología	7
1. Especímenes	7
2. Morfotipos para ammonoideos planoespirales (Westermann, 1996).....	9
3. Método de <i>Westermann Morphospace</i>	10
3.1 Medición de los parámetros.....	11
3.2. Escalar los parámetros	12
3.3. Representación.....	13
Resultados	14
1. Ambientes sedimentarios.....	14
2. Hábitat de los ammonoideos según <i>Westermann Morphospace</i> y su relación con los ambientes sedimentarios.....	14
Discusión.....	19
1. Variación del hábitat de los taxones contemplados	19
2. Evidencias sobre el hábitat	20
2.1. Cambios en el nivel del mar	20
2.2. Oxigenación de los fondos marinos	21
3. Comparación con el <i>Cretaceous Seaway</i>	23
Conclusiones.....	23
Bibliografía.....	25
Anexos	27
Anexo 1: Ammonoideos del Albiense superior de Karrantza-Trucíos y Armitza	I
Anexo 2A: Géneros de Karrantza-Trucios.....	II
Anexo 2B: Zonas/Subzonas de Karrantza-Trucios.....	VIII
Anexo 3A: Géneros de Armitza	XIV
Anexo 3B: Subzonas de Armitza.....	XX

Introducción

1. Resumen

En la sucesión estratigráfica del Albiense superior temprano (Cretácico) de la región central de la Cuenca Vasco-Cantábrica, Norte de España, se han estudiado 65 ammonites planoespirales correspondientes a las zonas de Karrantza, Trucíos y Armintza, ya publicados anteriormente bajo el punto de vista bioestratigráfico (López-Horgue et al., 2009). Utilizando el método de *Westermann Morphospaces* se ha podido establecer una distribución de ecomorfotipos de ammonioideos en el Albiense superior desde Karrantza a Armintza. La distribución de ciertos morfotipos sugieren cambios en la batimetría a lo largo del tiempo.

2. Objetivos

El orden ammonioidea comprende cefalópodos de concha externa con un amplio espectro de morfologías, de entre las cuales, la más común es la de enrollamiento planoespiral de una estructura tubular básica. Asimismo, la ornamentación de sus conchas conduce a una altísima diversidad morfológica. Las distintas morfologías se asocian frecuentemente con distintos modos de vida y hábitats. La agrupación en diferentes morfotipos (Westermann 1996), sugiere diversos hábitats para ammonioideos planoespirales, basado en la arquitectura, función de la concha y la relación con la facies/biofacies sedimentarias (e.g., Batt 1993). Nuestro objetivo, es probar la validez del método de *Westermann Morphospace* (Ritterbush y Bottjer, 2012). Mediremos diferentes parámetros de las conchas con el fin de hipotetizar las relaciones de estos con las facies sedimentarias, cambios en el nivel del mar y su importancia como indicadores paleoecológicos. Los resultados obtenidos serán contrastados con los datos paleobiológicos, sedimentológicos y estratigráficos de la zona a estudio. Estamos limitados por los ammonioideos preservados con las dimensiones originales, por ello sería necesario el estudio de más ejemplares para unos mejores resultados. No obstante, el número de ammonioideos estudiados ha permitido obtener unos resultados coherentes que han dado validez al presente trabajo.

3. Contexto geológico

En la Cuenca Vasco-Cantábrica (CVC), durante el Aptiense-Albiense los movimientos de apertura del Golfo de Vizcaya derivan en un episodio mayor de rift que conlleva el desarrollo de altos y surcos muy acusados, limitados por fallas de zócalo. Además, la fuerte subsidencia provocó la invasión marina de los márgenes de cuenca, así como la implantación de sistemas

arrecifales y pararrecifales que se disponen en altos, separados por sistemas terrígenos en surcos dentro de la plataforma.

Los pisos Aptiense y Albiense representan la mayor parte del registro Mesozoico de la cuenca (más de 7.000 m de espesor). Históricamente, se dividen en dos grandes conjuntos litoestratigráficos (Rat, 1959), Complejo Carbonatado Urganiano (Aptiense-Albiense inferior) y Complejo Areniscoso Supraurgoniano (Albiense superior). En general dominan los materiales terrígenos de mar somero (lutitas, margas y areniscas), aunque las facies características son las calizas urgonianas con rudistas, corales y orbitolinas.

En el Albiense inferior hubo sistemas de plataforma con resaltes y taludes deposicionales con pendientes promedio de 20 grados. Se reconocen cinturones de facies plataforma interna (micritas con rudistas), margen de plataforma bioconstruido (microbioalitas y rudistas), talud superior (corales autóctonos y bioconstruidos), talud inferior (megabrechas de calizas, calcarenitas, margas y margocalizas), por último, cuenca margosa con profundidades alrededor de 300m a pocos kilómetros de distancia horizontal del margen de plataforma. Finalmente, en el Albiense superior se desarrollaron plataformas carbonatadas con resalte y plataformas aisladas entre materiales terrígenos someros y profundos.

3.1. Litoestratigrafía Karrantza-Armintza

La zona a estudio se localiza en el Albiense superior aflorante desde el Valle de Karrantza a Armintza (Fig. 1). Está representado por series de plataforma carbonatada poco profunda y materiales siliciclástico desde poco profundos a profundos. La potencia de estos materiales varía según la subsidencia diferencial desde los 300m a los 1000-3000m en las zonas más subsidentes.

Se han reconocido cuatro principales unidades litoestratigráficas, unidades de Sopeña y Ranero (López-Horgue, 2000), constituidas por calizas de plataforma somera carbonatada y las unidades de La Escrita y Rio Calera (Aranburu, 1998; López-Horgue, 2000), formadas por materiales siliciclásticos de someros a profundos. La existencia de discontinuidades erosivas en toda la zona, permiten una precisa correlación estratigráfica. Las unidades de Sopeña y Ranero, pueden ser equiparadas con la Formación Ramales, en el área de Ramales-Soba (García-Mondéjar, 1982), al oeste de Karrantza.

Las unidades siliciclásticas de La Escrita y Rio Calera (Fig. 1A) son contemporáneas con la plataforma carbonatada de la unidad de Ranero y Sopeña respectivamente. Estas dos unidades

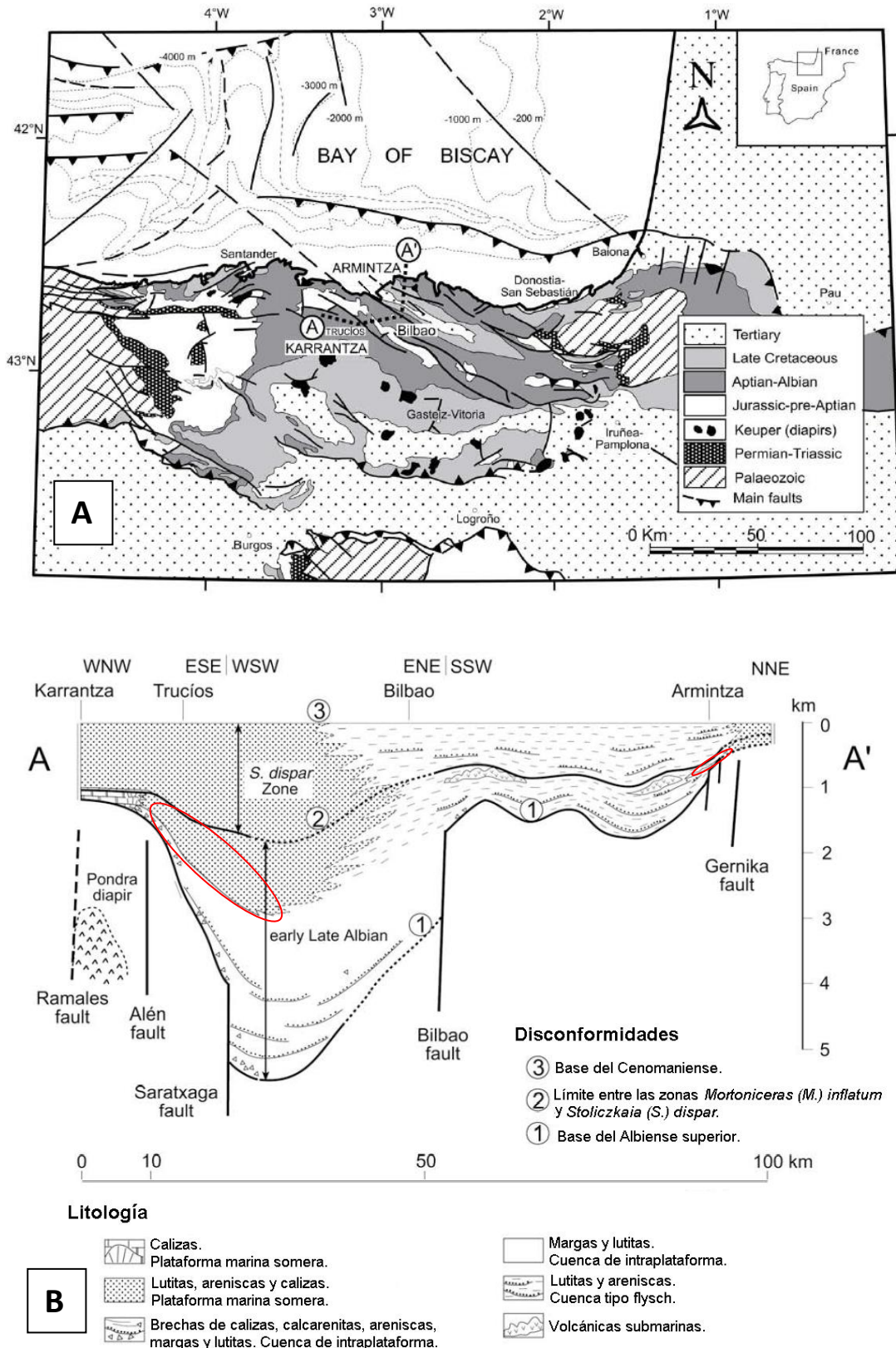


Figura 1: A) Mapa geológico de la región de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Se indica la localización del corte geológico (A-A') representado en la figura B. B) Corte estratigráfico ilustrativo del Albiense superior de la sección del Valle de Karrantza a Armintza. Los círculos rojos marcan la zona donde se han localizado los ammonioideos a estudio. Tomado de López-Horgue et al., 2009.

originadas en una cuenca con una mayor velocidad de subsidencia, localizada al oeste de la región. La unidad de La Escrita, corresponde a la mitad inferior de la Formación de Balmaseda, una potente unidad con un ambiente transicional deltaico-marino descrito por Garcia-Mondejar (1982). En toda esta cuenca, las discontinuidades, aunque son erosivas, no implican hiatos importantes, exceptuando en la base de la unidad de Rio Calera, la cual tiene una disconformidad pre-albiense superior.

En la zona de Armintza, localizada al noreste del área de Karrantza-Trucíos (Fig. 1B), los materiales aflorantes son equivalentes a los de las Unidades de La Escrita y Rio Calera (López-Horgue et al., 2009), pero son fundamentalmente lutitas, areniscas turbidíticas y en menor medida materiales volcánicos (basaltos y vulcanoclastitas), los cuales se formaron en un ambiente marino profundo, correspondiendo a la Formación Deba (Garcia-Mondejar, 1982).

3.2. Ambientes sedimentarios

Los carbonatos micríticos de las unidades Ranero y Sopeña, se formaron en un ambiente poco profundo de plataforma, originados en un cinturón arrecifal rodeados de áreas más profundas al sur y al sureste. Los carbonatos son esencialmente de origen microbial, pero también están presentes los corales, las algas y los rudistas.

Por el contrario, la unidad de Ranero, posee un cinturón microbiano arrecifal micrítico con una pendiente muy pronunciada hacia mar más profundo, con facies de brechas, areniscas y depósitos de slumps. La parte arrecifal, fue erosionada como lo demuestran las discontinuidades encontradas en las partes superiores de la unidad y en la parte superior de la unidad de Rio Calera.

En la unidad de Sopeña, aparecen las facies tras-arrecifales de calcarenitas arenosas con orbitolínidos y algas rojas, biostromas micríticos con corales y rudistas, y areniscas dispersas. Las orbitolinas y las algas rojas son muy abundantes hacia la parte superior de la unidad y sugieren un ambiente muy estresante bajo la influencia de materiales terrígenos. Las areniscas se apoyan sobre diferentes superficies de erosión y señalan la entrada de materiales terrígenos hacia la plataforma. El cinturón microbial arrecifal micríticos de esta unidad, actuó como barrera del avance hacia el norte de los materiales terrígenos. Los depósitos tras-arrecifales están muy poco desarrollados, indicando una rápida transición a los materiales terrígenos de la unidad de La Escrita.

La unidad de Rio Calera, está compuesta esencialmente de margas, lutitas y areniscas con intercalaciones de mega-brechas. Las areniscas son de origen turbidítico y están relacionadas con la influencia del aporte terrígeno procedente del sur como indican las paleocorrientes.

La unidad de La Escrita, está compuesta por lutitas y areniscas depositadas en una amplia plataforma costera. Parte de la sucesión consiste en intervalos ricos en lutitas, que son los equivalentes a los carbonatos poco profundos de la unidad de Sopeña. Han sido interpretados como una plataforma marina abierta, sedimentación siliciclástica y erosión afectada por la acción de las mareas y las olas. Por otro lado, los intervalos de dominancia arenosa, no tienen equivalente en las unidades carbonatadas de plataforma y probablemente representen un relleno de los valles estuarinos durante un descenso relativo del nivel del mar. Esto último implicaría que, por el contrario, los intervalos ricos en lutitas serían originados en momentos de aumento relativo del nivel del mar.

En Armintza, una sucesión de flysch siliciclástico se apoya sobre una disconformidad sobre el fan-delta siliciclástico de la Formación Monte Grande de edad Albiense inferior (Pujalte et al., 1986). Los sedimentos del flysch, muestran una secuencia granodecreciente, indicando una progresiva profundización. El ambiente sedimentario progresa desde una parte de talud superior con canales turbidíticos a la parte baja de talud con lóbulos turbidíticos y canales en transición a un talud de menor pendiente con finas turbiditas. Aparece un intervalo en el cual se observan basaltos y capas vulcanoclásticas intercaladas. En un tramo de 150m de espesor dentro de la secuencia granodecreciente, se han localizado ammonites del Albiense superior objeto de este estudio (López-Horgue et al., 2009).

Metodología

1. Especímenes

De un total de cerca de 130 ammonites planoespirales publicados por López-Horgue et al., (2009), se han estudiado 65 ejemplares. El mal estado de conservación en algunos de ellos ha impedido obtener las medidas necesarias para realizar un diagrama ternario según el método de *Westermann Morphospace*. Todos los ammonioideos han sido medidos en el laboratorio del Departamento de Estratigrafía y Paleontología de la UPV/EHU (Anexo 1). Estos, corresponden al Albiense superior de las zonas de *Hysterocheras varicosum* y *Mortoniceras inflatum*, de los cuales 39 pertenecen a Karrantza-Trucíos y los restantes 26 a Armintza. Un total de 27 especies asignadas a 11 géneros han sido estudiadas en este trabajo. Los géneros y especies

encontrados con su distribución bioestratigráfica (zonas y subzonas) se encuentran en la tabla 1. La correlación de estas biozonas entre series de plataforma carbonatada, de mar somero siliciclástico y mar más profundo ha sido realizada con el estudio de ammonioideos y orbitolinas (López-Horgue et al. 2009).

Zonas, subzonas	Ammonites
<i>Zona M. inflatum</i>	
<i>Knemiceras sp.</i>	<i>Knemiceras compressum</i>
<i>Mortoniceras cf. kiliani</i>	<i>Hysterocheras sp.</i>
<i>Desmoceras latidorsatum</i>	
<i>Zona H. variscosum (Subzona H. choffati)</i>	
<i>Kosmatella muhlenbecki</i>	<i>Mortoniceras sp.</i>
<i>Kosmatella romana</i>	<i>Mortoniceras NSP</i>
<i>Desmoceras latidorsatum</i>	<i>Mortoniceras exilis</i>
<i>Hysterocheras bucklandi</i>	<i>Mortoniceras bispinosum</i>
<i>Hysterocheras choffati</i>	<i>Puzosia mayoriana</i>
<i>Goodhalites balmatianum</i>	
<i>Zona H. variscosum (Límite de la subzona H. binum y H. choffati)</i>	
<i>Hysterocheras choffati</i>	<i>Hypophylloceras sp.</i>
<i>Desmoceras latidorsatum</i>	<i>Puzosia provincialis</i>
<i>Kosmatella sp.</i>	
<i>Zona H. variscosum (Subzona H. binum)</i>	
<i>Hysterocheras aff. variscum</i>	<i>Mortoniceras prerostratum</i>
<i>Hysterocheras binum</i>	<i>Hypophylloceras seresitense</i>
<i>Desmoceras latidorsatum</i>	<i>Hypophylloceras subalpinum</i>
<i>Kosmatella romana</i>	<i>Hypophylloceras sp.</i>
<i>Kosmatella oosteri</i>	<i>Puzosia provincialis</i>
<i>Kosmatella sp.</i>	<i>Parasilesites kilianiformis</i>
<i>Kosmatella schindewolfi</i>	<i>Tetragonites sp.</i>
<i>Knemiceras compressum</i>	<i>Jauberticeras jaubertianum</i>
<i>Zona H. Variscosum (Subzonas H. orbignyi)</i>	
<i>Hysterocheras carinatum</i>	<i>Knemiceras compressum</i>
<i>Kosmatella muhlenbecki</i>	

Tabla 1: Ammonites con distribución bioestratigráfica (zonas y subzonas) encontrados por López-Horgue et al. (2009) en la zona de Karrantza-Trucíos y Armintza.

Las faunas estudiadas tienen correlación con faunas de las Islas Baleares (Fallot, 1920; Fallot y Termier, 1923) y particularmente con faunas encontradas en Cerdeña (Wiedmann y Dieni, 1968). En estas zonas están muy condensados, en contraste con las series expandidas con gran espesor de sedimentos siliciclásticos de la Cuenca Vasco Cantábrica. Tienen una afinidad Tetisiana, por ello en el Albiense superior la cuenca se puede incluir en la provincia biogeográfica del Tetis.

2. Morfotipos para ammonioideos planoespirales (Westermann, 1996)

Westermann (1996), propuso que las diferentes morfologías de las conchas de los ammonioideos implicaban un estilo de vida diferente. Los hábitats y hábitos de vida de los ammonioideos son particularmente difíciles de entender por tres conocidas razones. Los ammonioideos están extintos, y sus partes blandas son prácticamente desconocidas. Estos vivían en la columna de agua, incluso los demersales y, hacían pocas marcas en el sedimento. Por último, pero no menos importante, eran propensos a una migración/deriva postmortem. Además, sabemos que los cefalópodos actuales suelen migrar anualmente cientos o miles de kilómetros, y a veces mueren después de desovar en hábitats algo diferentes o alejados de los lugares donde pasan la mayor parte de sus vidas. En algunos ammonites se ha observado que esto mismo podría ocurrir, ya que en muchas asociaciones sedimentarias se encuentran fases adultas y jóvenes bien separadas, pudiendo ser por otra parte, acumulaciones postmortem, por diferencia de flotabilidad.

Westermann (1996) clasificó los diferentes morfotipos de ammonioideos en dos grupos principales: planoespirales y heteromorfos. Nosotros nos basaremos en el grupo de los planoespirales (Fig. 2).

Los planoespirales incluyen las siguientes formas:

1. Esferoconos: subglobulares, las cámaras adultas permanecen involutas.
2. Disconos: involutos con cámaras aovadas (forma de huevo).
3. Cadiconos: subglobulados, con un ombligo amplio y angular.
4. Oxiconos: involutos con paredes subtriangulares comprimidas.
5. Platiconos: involutos moderadamente evolutos, con paredes subrectangulares comprimidas.
6. Planorbiconos: evolutos con paredes subcirculares a deprimidas.
7. Serpenticonos: muy evolutos a advolutos con paredes subcirculares a deprimidas.

Por otra parte, observando las características estructurales de la cámara y la ornamentación:

8. Leiostracos: conchas sin costillas, nodos ni espinas o con ornamentación muy sutil.
9. Trachiostracos: conchas con la ornamentación bien desarrollada.
10. Brevidomos: cámara del organismo a un medio de vuelta de concha.
11. Mesodomos: cámara del organismo a tres cuartos de vuelta de concha.

12. Longidomos: cámara del organismo al menos a una vuelta de concha.

Sus hábitats principales se representan en un diagrama triangular (Fig. 2). Los planctónicos, incluidos los drifters (nadadores libres en la parte superior de la columna de agua), pueden ser serpenticonos; los migrantes verticales (aquellos que tienen un modo de vida vertical), principalmente son esferoconos y cadiconos; las formas demersales (viven cerca del fondo marino y tienen un modo de vida horizontal), como algunos planorbiconos y platiconos; superponiéndose algunos de ellos con los nectónicos (aquellos que nadan activamente), representado por oxiconos y también algunos platiconos y discoconos.

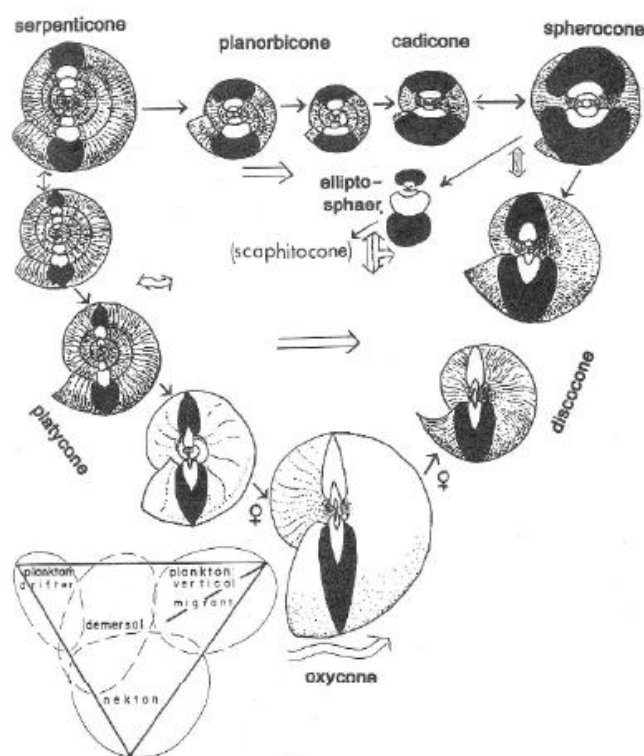


Figura 2: diagrama triangular de ammonioideos planoespirales de Westermann (1996). Diferentes grupos morfológicos tienen modos de vida diferentes. Pudiendo ser demersales, planctónicos, nectónicos y migrantes verticales. Tomado de Westermann, 1996.

3. Método de *Westermann Morphospace*

El método de *Westermann Morphospace* (Ritterbush y Bottjer, 2012) permite mostrar los morfotipos fundamentales e hipotetizar modos de vida de los fósiles de ammonioideos. La morfología teórica de la concha de los ammonioideos (Raup, 1966) permite caracterizar matemáticamente la forma de la concha, la cual está basada en una espiral logarítmica (Raup, 1997). El objetivo del método de *Westermann Morphospace* es cuantificar los morfotipos

propuestos por Westermann (1996) visualizándolos en un diagrama ternario (Fig. 3), el cual tiene como vértices las morfologías de serpenticonos, esferoconos y oxiconos. Los especímenes pueden clasificarse en morfotipos según el tipo de forma que exprese cada parámetro de la concha. Estos morfotipos se pueden dividir en 4 hábitos de vida diferentes: los más serpenticonos, tienen una mayor afinidad planctónica; los que se acercan a la morfología de los esferoconos, son más migrantes verticales en la columna de agua; cuando son más parecidos a los oxiconos, su afinidad es nectónica; por otra parte todos aquellos que se encuentran en el centro de estos tres tipos de morfologías, tienen una mayor afinidad demersal.

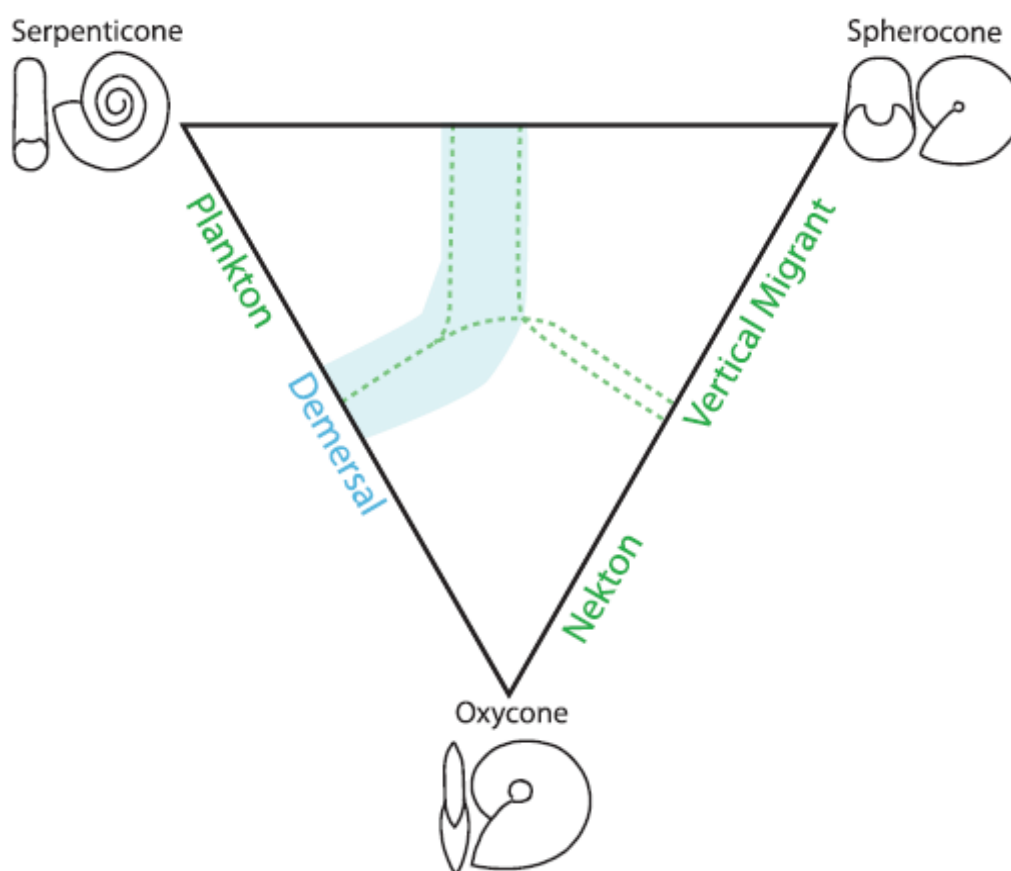


Figura 3: diagrama triangular de Westermann Morphospace, 2012. En los vértices aparecen los tres morfotipos principales de Westermann, 1996, serpenticonos, con un modo de vida planctónico; los esferoconos, con un modo de vida migrante vertical; los oxiconos con modo de vida nectónico y finalmente los demersales, localizados en la zona azul. Cada uno de los vértices indican el parámetro D (exposición del ombligo), Th (inflación general) y w (expansión de la espiral). Tomado de Ritterbush et al., 2012.

3.1 Medición de los parámetros

Para ello, la forma exterior de la concha de nuestros ejemplares, la caracterizo por tres parámetros principales: la exposición del ombligo (U) que es máxima en los serpenticonos; la

inflación general (Th) que es máxima para los esferoconos y la expansión de la espiral (w) máxima para los oxiconos. Dichos parámetros, se describen con ayuda de la figura 4.

La exposición del ombligo (D), es comúnmente representada como la fracción del radio y diámetro de toda la concha. La caracterización del ombligo a lo largo del diámetro describe el efecto de la exposición de este en toda la concha, pudiendo examinarse el cambio en forma a través de la ontogenia (Smith, 1986). Utilizaremos la ecuación:

$$U = \frac{UD}{D}$$

La inflación general (Th), expresa la forma general de la concha y ha sido cuantificada con las proporciones de toda ella (tasa de inflación; e.g., Jacobs and Chamberlain, 1996). Se utiliza la ecuación:

$$Th = \frac{b}{D}$$

La expansión de la espiral (w), está representado por la proporción de las medidas de la concha más reciente. Utilizamos la ecuación:

$$w = \frac{a}{a'}$$

3.2. Escalar los parámetros

Cada parámetro describe una parte de la caracterización total de la forma de la concha. Normalizando estos parámetros en porcentajes, los datos pueden fijarse en un diagrama ternario. Primero, los parámetros tienen que ser escalados, porque tienen rangos diferentes.

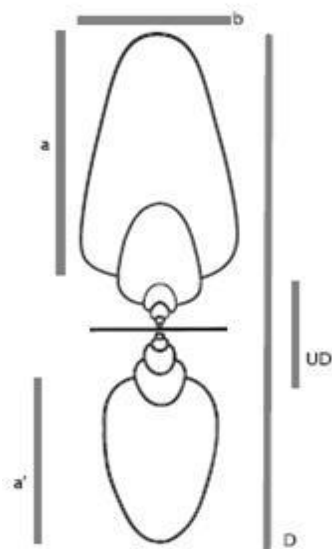


Figura 4: Ilustración de los parámetros a medir en ammonoideos planoespirales. La altura de la última parte preservada de la concha es a . La medición a 180° desde la última parte preservada es el parámetro a' . La medida de la anchura de la primera cámara es b , el diámetro máximo es D y el diámetro umbilical es UD . Modificado de Ritterbush y Bottjer, 2012

La exposición del ombligo (U), es siempre menor que uno, la expansión de la espiral (w) generalmente es mayor que uno; sin escalar los parámetros, todos los valores normalizados se agruparían cerca del vértice w , ya que representa una parte muy grande de la caracterización total de la concha.

Los valores de escala de *Westermann Morphospace* han sido generados por un proceso repetitivo que comienza con valores encontrados en los ammonites de Raup (1967) y los altera para poder minimizar la residual. Para cada parámetro característico de la concha, se han establecido diferentes valores escalares (tabla 2). Finalmente normalizaremos la muestra para poder representar los valores adecuados.




Parámetro		Medidas	Parámetro escalar	Normalizar
	Exposición del ombligo	$U = \frac{UD}{D}$	$U' = \frac{(U)}{(0.52 - 0)}$	$\frac{U'}{(U' + Th' + w')}$
	Inflación de la concha	$Th = \frac{b}{D}$	$Th' = \frac{(Th - 0.14)}{0.68 - 0.14}$	$\frac{Th'}{(U' + Th' + w')}$
	Expansión de la espiral	$w = \frac{a}{a'}$	$w' = \frac{(w - 1)}{1.77 - 1}$	$\frac{w'}{(U' + Th' + w')}$

Tabla 2: Método de *Westermann Morphospace* para ammonioideos planoespirales. Pasos y cálculos necesarios para aplicar el método en cualquier planoespiral.

3.3. Representación

Una vez se tengan los datos, se representaran en el diagrama ternario de *Westermann Morphospace* (Ritterbush y Bottjer, 2012) (Fig.: 3). Se han realizado diferentes grupos con los ammonioideos para poder conseguir una mejor visualización de los resultados. El primer grupo, todos los ammonioideos estudiados en la zona de Karrantza-Trucíos (Anexo 2A, 2B), cercanos a costa y el segundo, los correspondientes a Armintza (Anexo 3A, 3B), más distales. Cada uno de estos grupos ha sido dividido en dos partes, por las biozonas y por géneros. Estas representaciones, han sido realizadas con el programa gratuito Past, versión 3.15 (PAST, 2013).

Resultados

Los 66 ammonioideos planoespirales estudiados han sido representados en el diagrama ternario de *Westermann Morphospace*. Se ha optado por dividir los ejemplares en dos grupos principales, los más cercanos a costa, encontrados en Karrantza y Trucíos, y los más distales, localizados en Armintza. Posteriormente, se han clasificado por géneros y por las unidades bioestratigráficas (zonas y subzonas) en las que se han encontrado.

1. Ambientes sedimentarios

En la unidad de la Escrita, se pueden observar tres grupos de facies diferentes (López-Horgue, 2000). La mayoritaria, compuesta principalmente por lutitas que se depositaron en un ambiente de offshore no muy profundo. En estas facies la presencia de ammonioideos demersales es mayoritaria, indicando una autoctonía y posiblemente la falta de una deriva post mortem. Por lo tanto se le pueden atribuir profundidades no mayores a los 30-50m.

La segunda en mayor importancia, compuesta por areniscas han sido interpretados por López-Horgue, 2000, como una sedimentación siliciclástica con erosión afectada por la acción de las mareas y las olas. Por lo tanto, estas facies indican una batimetría mínima y con un medio altamente energético. En estos materiales, la presencia de ammonioideos es mínima, lo que nos podría indicar la existencia de una aloctonía en aquellos ejemplares no demersales.

Un tercer grupo de facies está constituido por materiales muy bioturbados; la alta bioturbación podría indicar una alta oxigenación de esa zona. Se localiza uno de los tramos de *H. orbigny* de Karrantza. En estas facies se han encontrado formas demersales y nectónicas.

Por otra parte, en las facies de tipo flysch siliciclástico de Armintza, la presencia de ejemplares con afinidades planctónicas o incluso migrantes verticales, indican una considerable batimetría, superior que en la zona de Karrantza-Trucíos.

2. Hábitat de los ammonioideos según *Westermann Morphospace* y su relación con los ambientes sedimentarios.

La agrupación de los ammonioideos en familias y géneros, permite observar variaciones en sus modos de vida en grandes áreas con ambientes diferentes, incluso podemos contemplar cambios a lo largo del tiempo. En total, los 11 géneros que han sido utilizados para esta investigación se han clasificado en 6 familias diferentes.

2.1. Familia *Desmoceratidae*

2.1.1. Género *Desmoceras*

Se encuentra *Desmoceras latidorsatum* como único representante de este género. Aparecen tanto en las facies distales como en las cercanas a costa. En Karrantza-Trucíos, encontramos 10 ejemplares comprendidos entre las biozonas de *H. binum* y *M. inflatum*. Tienen una afinidad migratoria vertical (Fig. 5. D), aunque también encontramos tres ejemplares demersales. En *H. binum* son ejemplares adulto y en la transición *H. binum*-*H. choffati* son ejemplares juveniles. Aparecen en facies de shoreface y offshore.

En Armintza aparecen tres ejemplares, pertenecientes a la subzona de *H. binum* y se localizan en los metros 457,8 y 458,6. Son ejemplares juveniles y migradores verticales.

Por lo tanto se pueden establecer dos grupos diferentes, uno mayoritario de ejemplares migradores verticales y otro minoritario de demersales.

2.1.2. Género *Puzosia*

Aparecen dos especies diferentes, *P. provincialis* y *P. mayoriana*. En las zonas de Karrantza-Trucíos, más cercanas a costa, subzona *H. binum* y límite con *H. choffati*, se encuentra *P. provincialis* (Fig. 5.A). Son dos ejemplares adultos con una afinidad demersal. En Armintza, en la subzona *H. choffati*, tenemos dos ejemplares de *P. mayoriana*, las dos adultas y demersales.

2.1.3. Género *Parasilesites*

Solamente se estudia un ejemplar, localizado en la subzona *H. binum* de las facies distales de Armintza. Es un *Parasilesites kilianiformis*, preadulto y demersal.

2.2. Familia *Gaudryceratidae*

2.2.1. Género *Kossmatella*

En Karrantza-Trucíos, tenemos 4 ejemplares, de las especies *K. sp.*, *K. romana* y dos *K. muhlenbecki* (Fig. 5.B). Son preadultas las dos localizadas en la subzonas de *H. orbigny* y *H. binum*-*H. choffati*. Las dos restantes, pertenecientes a la subzona de *H. choffati* son ejemplares adultos. De todos modos, estos cuatro ejemplares son demersales.

En Armintza, en la subzona *H. binum*, tenemos 5 ejemplares de las especies, *K. oosteri*, *K. sp.*, *K. schindewolfi* y dos ejemplares de *K. romana*. De todas ellas, solo *K. romana* (adulta) es demersal pura, las restantes tienen una mayor tendencia a ser demersales pero acercándose a

otro hábito de vida. *K. sp* (juvenil) y *K. schindewolfi* (preadulta) tienen tendencia hacia demersal-nectónico, en cambio, una de las *K. romana* (adulta) y *K. oosteri* (juvenil) hacia demersal-planctónico.

2.3. Familia *Phylloceratidae*

2.3.1. Género *Hypophylloceras*

Todos los ejemplares obtenidos son juveniles. Tienen una mayor abundancia en facies distales. En Karrantza-Trucíos solo tenemos un ejemplar de *H. sp* de la zona de transición *H. binum*-*H. choffati*, en cambio, en Armintza encontramos 6 ejemplares de las especies *H. subalpinum*, *H. seresitense* y *H. sp* localizados en *H. binum*. El ejemplar de Karrantza-Trucíos, tiene un hábito nectónico. Por otro lado los ejemplares de Armintza son migrantes verticales y migrantes verticales-nectónicos, en los que se encuentran las especies *H. seresitense*.

2.4. Familia *Brancooceratidae*

2.4.1. Género *Hysterocheras*

Más abundantes en facies no distales. Tenemos 10 ejemplares en Karrantza-Trucíos, en cambio solo uno en Armintza. En Karrantza, aparecen en todas las subzonas estudiadas y tenemos las especies *H. carinatum*, *H. aff. variscum* (Fig. 5. C), *H. choffati*, *H. bucklandi* (Fig. 5. F) y un *H. sp.*. En la subzona de *H. orbigny*, *H. carinatum* aparece con tres ejemplares, de los cuales uno es el único nectónico de todo el género y los otros dos son demersales. En el resto de subzonas, todos son demersales menos un ejemplar de *H. choffati* y un *H. bucklandi*. Cabe destacar que todos los ejemplares son adultos y a partir de *H. choffati* son básicamente ejemplares juveniles. En Armintza, el único *H. binum* que tenemos a estudio, es un ejemplar adulto con afinidad demersal.

2.4.2. Género *Mortoniceras*

En Karrantza-Trucíos, tenemos las siguientes especies, *M. prerostratum*, *M. n. sp.*, y *M. kiliani*. Todos ellos son demersales pero *M. prerostratum* es demersal con tendencia migrante vertical. Este ejemplar es el único adulto que aparece en facies cercanas a costa, todos los demás son juveniles. Asimismo, es el ejemplar más moderno, perteneciente a la zona *M. inflatum*. El resto pertenece a las subzonas *H. binum* y *H. choffati*. En Armintza, los tres ejemplares a estudio, son de la subzona de *H. choffati*. Todos son adultos, pero *M. exilis* es demersal y los otros dos, *M. bispinosum*, son planctónicos.

2.4.3. Género *Goodhallites*

Solamente un ejemplar, *G. balmatianum*, localizado en Karrantza-Trucíos, pertenece a la subzona de *H. choffati*. Es un espécimen juvenil con afinidad demersal.

2.5. Familia *Engonoceratidae*

2.5.1 Género *Knemiceras*

Este género, solo se localiza en Karrantza-Trucíos. Pertenecen a todas las subzonas estudiadas menos a las de *H. choffati*, en la que no aparece ningún ejemplar. Tenemos 5 ejemplares, todos ellos adultos. Las especies son *K. compressum* (Fig. 5. E) y *K. sp.*. Todos ellos tienen una tendencia a nectónicos, pero uno de los dos que aparecen en la subzona *H. binum* es entre nectónico y demersal.

2.6. Familia *Tetragonitidae*

2.6.1. Género *Tetragonites*

Localizados en facies distales correspondientes a la subzona de *H. binum*. Todos ellos son ejemplares juveniles y demersales.

2.6.2. Género *Jauberticeras*

Solo los encontramos en Armintza, en las subzona de *H. binum*. Se han estudiado dos ejemplares juveniles pertenecientes a la especie *J. jaubertianum*. Tienen un hábito demersal-migrante vertical.

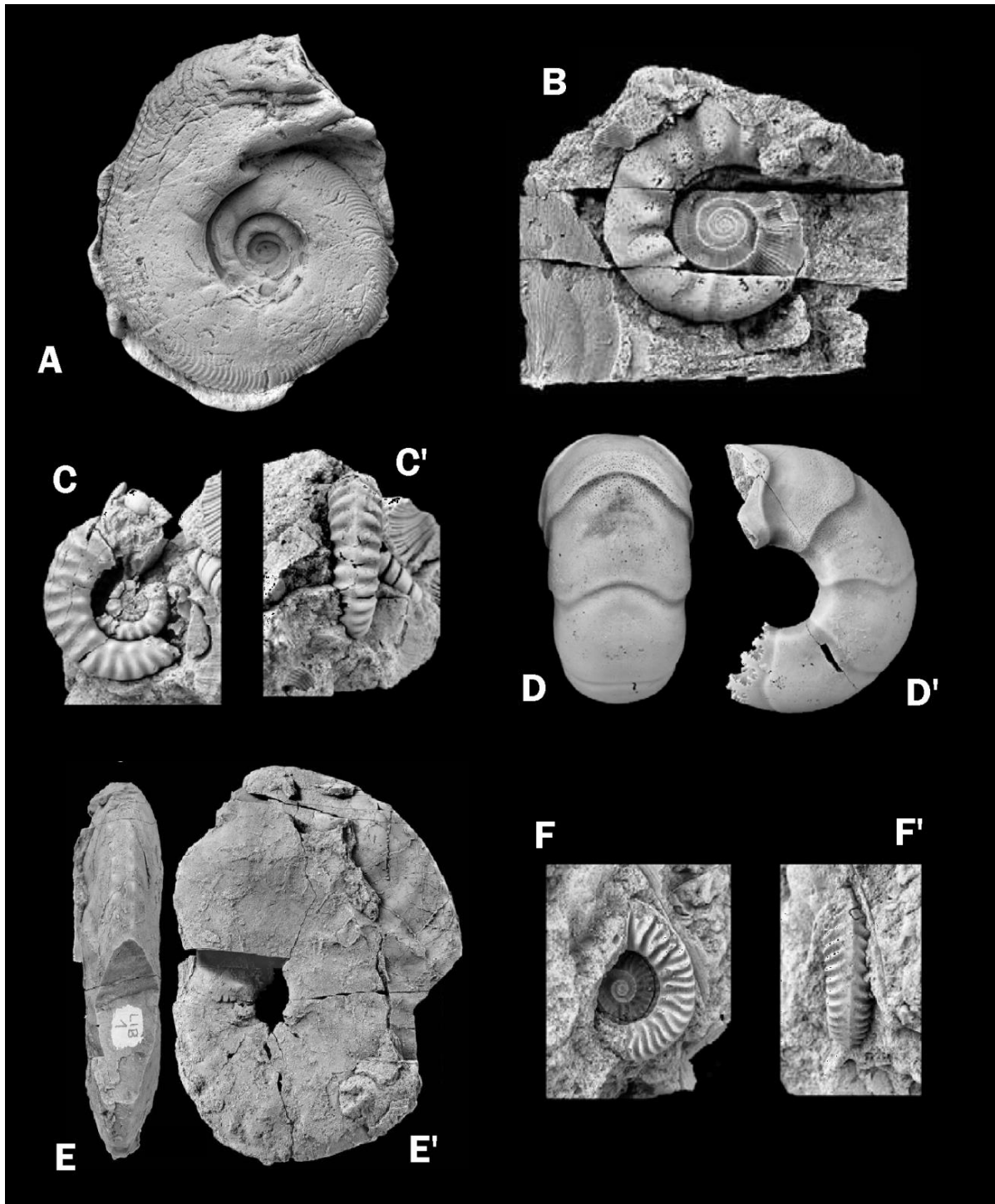


Figura 5: Ejemplos de los diferentes ecomorfotipos estudiados. A, *Puzosia provincialis* (13423) demersal. B, *Kossmatella muhlenbecki* (13410) demersal. C, C', *Hysterocheras variscum* (13414) demersal. D, D', *Desmoceras latidorsatum* (13429) migrante vertical. E, E', *Knemiceras compressum* (13412) nectónico. F, F', *Hysterocheras bucklandi* (13446) planctónico. Modificado de López-Horgue et al., 2009.

Discusión

Los hábitats de los ammonioideos estudiados, se relacionarán con los datos estratigráficos y sedimentológicos. Con la preservación de la mayoría de ammonioideos y el tipo de materiales en los que se han encontrado, podemos considerar que son autóctonos y démicos (e. g., Fernández-López, 1991). No tienen signos de abrasión o incrustación entre otros mecanismos de alteración tafonómica que indiquen una removilización. Sabiendo los hábitats proporcionados por el método de *Westermann Morphospace*, las preferencias de los géneros según la paleobiogeografía y la información de las facies en las que se encontraron, podemos idealizar un modelo, el cual, pueda ilustrar los ambientes en los que vivieron estos ammonioideos en el Albiense superior de esta zona de la Cuenca Vasco-Cantábrica.

1. Variación del hábitat de los taxones contemplados

En las facies de *offshore* de Karrantza-Trucíos, nuestros ejemplares muestran hábitats variados, siendo los demersales, con el 65% del total, los dominantes. Entre los demersales, los géneros *Hysterocheras* y *Mortoniceras* son los más abundantes. Por otra parte, los *Desmoceras* son los únicos ejemplares con una afinidad de migrante vertical, componiendo el 15% de la asociación. El 12% de la asociación de este área, pertenece a ejemplares nectónicos, siendo los *Knemiceras* e *Hypophylloceras* los únicos representantes. El 6% restante, pertenece a los planctónicos, siendo ejemplares del género *Hysterocheras* los únicos representantes. La buena preservación y la aparición en facies de *offshore* indican pocas probabilidades de haber sufrido transporte. En general estas facies indican poca batimetría, ya que la presencia de demersales respecto al resto de afinidades es muy mayoritaria.

En facies de *shoreface* la presencia de ammonioideos es mínima, tenemos dos ejemplares demersales, del género *Hysterocheras* y *Knemiceras*. En la subzona de *H. binum*, *Desmoceras latidorsatum* adulto tiene una tendencia de migrante vertical, que sería imposible para unas facies de *shoreface*, ya que la profundidad en estas zonas con presencia de areniscas con estratificación cruzada de tipo hummocky sería relativamente pequeña (cerca al nivel de base de oleaje de tormenta). Por lo tanto es posible que este ammonioideo haya sufrido un transporte. Por otra parte, en la zona de *M. inflatum*, encontramos un *Desmoceras latidorsatum* juvenil, que es migrante vertical. Posiblemente haya sufrido un transporte postmortem de poco recorrido, ya que en las facies cercanas de *offshore* encontramos ejemplares migrantes verticales y demersales. Por lo tanto en estas facies de *shoreface* la presencia del oleaje y la mínima profundidad puede ocasionar una deriva post mortem.

En cambio en Armintza, los ammonioideos mayoritarios son migrantes verticales, con un 42%, seguido de los demersales con un 31%, de los planctónicos con un 20% y finalmente los minoritarios, los nectónicos con un 7%. Los géneros migrantes verticales dominantes son los *Desmoceras* e *Hypophylloceras*. En los demersales, *Puzosia*, *Kossmatella* y *Tetragonites*. En afinidad planctónica, dominan géneros como *Kossmatella* y *Mortoniceras*. En cambio, en los nectónicos, solamente está *Hypophylloceras* como único representante. Esto indica una mayor columna de agua que en facies más cercanas a costa por la dominancia de migrantes verticales y la fuerte presencia de ejemplares planctónicos. La existencia de removilizados se da por nula en esta zona, ya que ningún ejemplar muestra signos de ello.

2. Evidencias sobre el hábitat

2.1. Cambios en el nivel del mar

Se han podido establecer cambios en la paleobatrimetría a lo largo del tiempo en Karrantza-Trucíos con relación al hábitat de los ammonioideos a diferencia de Armintza donde los datos no permiten esta observación. Se establecen diferentes modelos paleobatrimétricos respecto a cada una de las subzonas estudiadas en la zona (Fig.: 6).

3.1.1. *H. orbigny*

En la subzona de *H. orbigny*, la presencia de demersales y nectónicos en Karrantza y de demersales en Trucíos, indica una paleobatrimetría muy pequeña. Serían unas facies *offshore* poco profundas, en transición a *shoreface* (Fig.: 6.A).

3.1.2. *H. binum*

Por otra parte, la presencia de un *Mortoniceras prerostratum* con una afinidad de migrante vertical en Trucíos, indicaría una profundización de la zona, respecto del ambiente representado para la Subzona de *H. binum*. Al tener un hábito de vida vertical, y no presentar signos de haber sido removilizado ni transportado, su presencia sugiere aguas comparativamente algo más profundas (Fig.: 6.B).

3.1.3. Transición *H. binum*-*H. choffati*

Se han estudiado 11 ammonioideos localizados en el punto 29, lugar de transición entre las subzonas *H. binum* y *H. choffati*. Los adultos tienen una mayor preferencia a ser demersales, algunos planctónicos, mientras que los ejemplares juveniles, son más migrantes verticales y nectónicos. Esto indicaría un aumento en la paleobatrimetría en comparación con la subzona

de *H. binum*. Este aumento no puede ser muy alto, ya que los migrantes verticales son juveniles y no aparece ningún adulto.

3.1.4. *H. choffati*

En *H. choffati*, cerca de *H. binum*-*H. Choffati*, apoyando la idea del aumento de profundidad, seguimos teniendo una presencia importante de especímenes migrantes verticales y un espécimen planctónico (Fig.: 6.C).

3.1.5. *M. inflatum*

Un ejemplar adulto de *Mortoniceras kiliani* presente en la zona indica un aumento de la paleobatrimetria. Este género adulto solamente tiene presencia en facies más profundas como en Armintza, donde todos los *Mortoniceras* encontrados son adultos, en cambio, en Karrantza-Trucíos solamente aparecen ejemplares juveniles. Por lo tanto, los ammonioideos indican un aumento de la profundidad para esta zona bioestratigráfica y la interpretación secuencial, indica un aumento de la subsidencia respecto a las subzonas anteriores (García-Mondejar et al., 2005) (Fig.: 6.D).

2.2. Oxigenación de los fondos marinos

En Armintza aparecen materiales margosos con muy poca bioturbación y con ammonioideos piritizados solamente en la subzona de *H. binum* indicando un posible ambiente hipóxico con concentraciones bajas de oxígeno (Agirrezabala y López-Horgue, 2017). En esta biozona, encontramos la mayor concentración de ammonioideos de la zona, todos ellos piritizados. Por lo general, el 95% de los especímenes son juveniles y tienen una afinidad de migrante vertical. Los pocos adultos y preadultos de esta asociación son mayoritariamente planctónicos. Es decir, aproximadamente el 50% de esta asociación es migrante vertical y solamente el 13% tiene una tendencia a demersal. Comparando con la presencia de demersales en *H. choffati*, que es del 60% respecto al resto de hábitats, la asociación de *H. binum* podría estar indicando una anoxia/hipoxia en la zona inferior de la columna de agua. Los pocos ejemplares demersales adultos, podrían haber llegado a la zona hipóxica y haber fallecido al no poder huir a tiempo. Por otra parte, la alta presencia de juveniles podría indicar que esta zona de la columna de agua podría ser un refugio a salvo de depredadores en esa etapa ontogenética para los migrantes verticales.

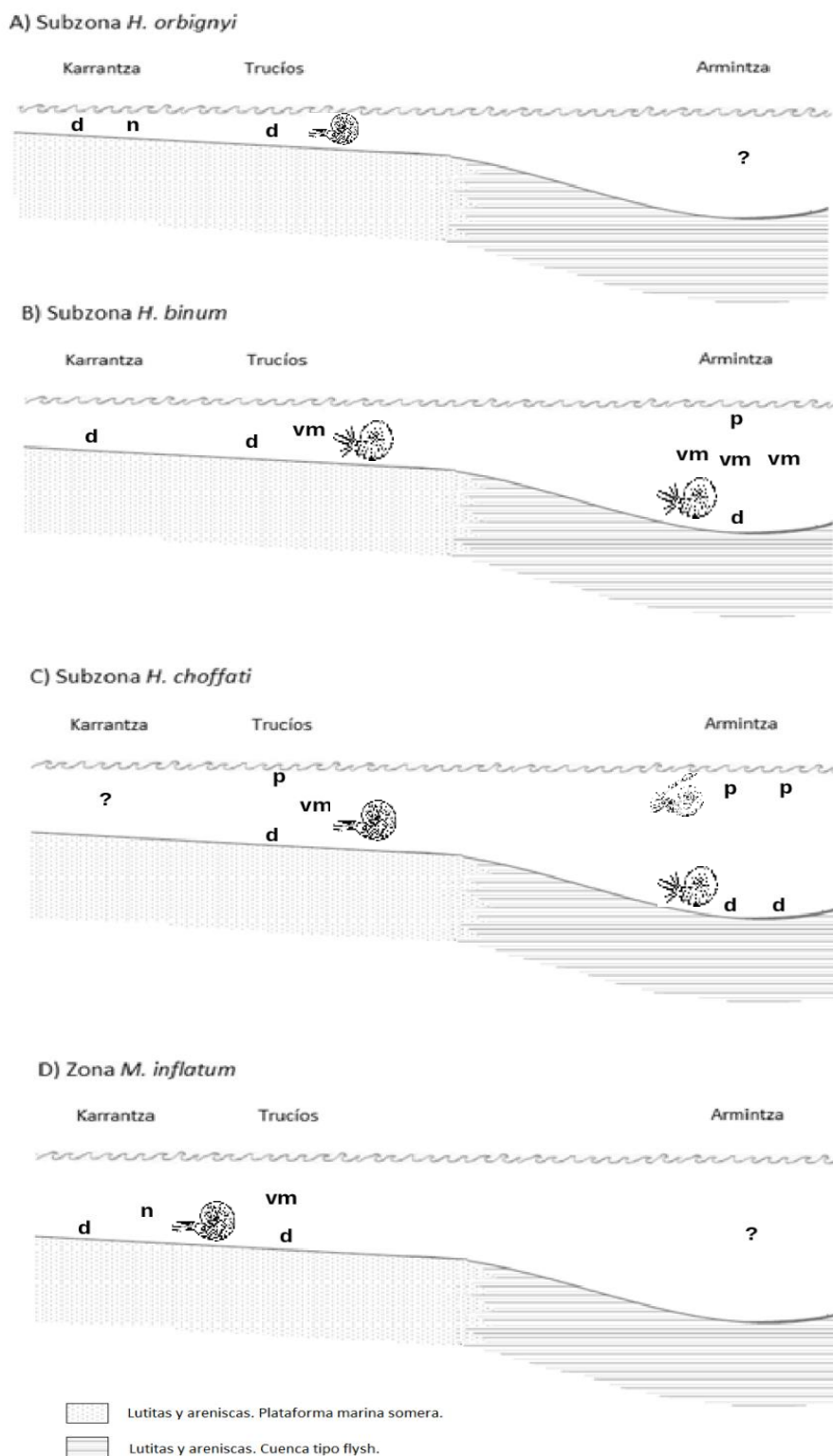


Figura 6: Cortes interpretativos de la evolución batimétrica desde la subzona *H. orbigny* hasta la zona *M. inflatum* en Karrantza-Armintza. A) *H. orbigny*, paleobatimetrías someras; B) *H. binum*, aparición de migrantes verticales en Trucíos implica un aumento de la profundidad; C) *H. choffati*, aparece un ejemplar planctónico; D) *M. inflatum*, un *Mortoniceras* adulto, típico de facies más profundas indicaría una paleobatimetría mayor respecto a las anteriores.

3. Comparación con el *Cretaceous Seaway*

El Mar Interior occidental (*Western Interior Seaway*) fue un enorme mar intracontinental localizado en América del Norte que lo dividió en dos partes durante el cretácico inferior y medio. Este mar no tenía profundidades mayores de 300m (Kauffman, 1977,1985; Batt, 1987).

Las faunas ammonoideas estudiadas en la zona (Batt, 1989), permitieron establecer paleobatimetrías y cambios en las condiciones físico químicas de las aguas. Como en nuestro caso, algunas de las formas demersales oxicónicas y nectónicas, habitaban en ambientes someros no mayores de 50m. Por otra parte, algunos ejemplares demersales aparecen en facies de *shoreface*. En cambio, las faunas planctónicas, como los serpenticonos, repelen las facies de *shoreface* y están controladas por la lejanía a la costa. Al ser morfologías no muy aerodinámicas, eran pobres nadadores, por lo tanto se les atribuye una vida natatoria libre en la parte superior de la columna de agua. Estas formas encontradas en facies distales a costa suponen una paleobatimetría de 200 aproximadamente. En nuestro caso la paleobatimetría debió de ser muy parecida en la zona de Armintza (Agirrezabala y López-Horgue, 2017).

Muy similar a nuestro caso, se ha encontrado la presencia de *Desmoceras* en ambientes que no corresponden a su afinidad. Por ello se interpreta que para este género, la deriva post mortem puede llegar a ser importante.

Conclusiones

Gracias a la técnica de *Westermann Morphospace* hemos podido ver la distribución de los morfotipos de ammonoideos en el Albiense superior desde Karrantza a Armintza. Estos reflejan diversos modos de vida y las adaptaciones a las condiciones ambientales (profundidad entre otras). La diferencia de batimetrías en diferentes secciones de la cuenca ha sido realizada a partir de la presencia de morfotipos con distintos modos de vida.

Las distribuciones de los morfotipos en diferentes zonas de la cuenca, la abundancia de algunos géneros en las zonas distales o cercanas a costa indican que posiblemente, la deriva post mortem de las conchas en este tipo de cuencas no sea un gran problema para estudios paleoecológicos. El género *Desmoceras*, al aparecer con un modo de vida migrante vertical en facies de *shoreface*, posiblemente sea de los pocos casos de posible deriva post-mortem.

Por lo tanto, a pesar de tener pocas muestras de ammonoideos, la técnica de *Westermann Morphospace* ha permitido el entender una afinidad ecológica de los morfotipos estudiados que se correlaciona de manera bastante precisa con los datos sedimentológicos. Así la

interpretación de la paleoecología de estos ammonioideos presenta una sólida validez. En el futuro sería necesaria la realización de este método pero con más material, con el objetivo de mejorar los conocimientos sobre la paleoecología de los ammonioideos así como permitir compararlo con otras cuencas.

Bibliografía

Agirrezabala, L. M. y López-Horgue, M. A., 2017. Environmental and ammonoid faunal changes related to Albian Bay of Biscay opening: Insights from the northern margin of the Basque-Cantabrian Basin. *Journal of Sea Research*, manuscrito aceptado en prensa.

Aranburu, A., 1998. *El Aptiense-Albiense de Trucíos-Güeñes (Oeste de Bizkaia)*. Memoria de Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Vizcaia.

Batt, R. J., 1987. *Pelagic biofacies of the Western Interior Greenhorn Sea (Cretaceous): Evidence from ammonites and planktonic foraminifera*. Memoria de Tesis Doctoral, University of Colorado, Colorado.

Batt, R. J., 1989. Ammonite shell morphotype distributions in the Western Interior Greenhorn Sea and some paleoecological implications. *Palaios*, 4: 32-42.

Batt, R. J., 1993. Ammonite morphotypes as indicators of oxygenation in a Cretaceous epicontinental sea. *Lethaia*, 26(1): 49-63.

Fallot, P., 1920. La faune des marnes aptiennes et albiennes de la région d'Andraitx (Majorque). *Traballs del museo nacional de ciencias naturales, Serie Geologico* 26.

Fallot, P. y Termier, H., 1923. Ammonites nouvelles des îles Baléares. *Traballs del museo nacional de ciencias naturales, Serie Geologico* 32.

Fernández-López, S. R., 1991. Taphonomic concepts for a theoretical biochronology. *Revista Española de Paleontología*, 6(1): 37-49.

García-Mondéjar, J., 1982. Aptiense y Albiense, Región Vasco-Cantábrica y Pirineo navarro. In: *El Cretácico de España*, El Complutense (Ed.): 63-84. Universidad Complutense, Madrid.

García-Mondéjar, J.; López-Horgue, M. A.; Aranburu, A. y Fernández-Mendiola, P.A., 2005. Pulsating subsidence during a rift episode: stratigraphic and tectonic consequences (Aptian-Albian, northern Spain). *Terra Nova*, 17: 517-525.

Hammer, Ř.; Harper, D. A. T. y Ryan, P. D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1): 9pp. http://paleo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Jacobs, D. K., y Chamberlain Jr., J. A., 1996. Buoyancy and hydrodynamics in ammonoids. In: *Ammonoid paleobiology*, Plenum Press (Ed): 169-224. New York, US.

Kauffman, E. G., 1977. Geological and biological overview: Western Interior Cretaceous basin. *The Mountain Geologist*, 14: 75-79.

Kauffman, E. G., 1985. Cretaceous evolution of the Western Interior basin of the United States. *Fine-Grained Deposits and Biofacies of the Cretaceous Western Interior Seaway: Evidence of Cyclic Sedimentary Processes: SEPM Field Trip Guidebook*, 4: 4-6.

López-Horgue, M.A., 2000. *El Aptiense-Albiense de Karrantza y Lanestosa (Bizkaia y Cantabria)*. Memoria de Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Vizcaia.

López-Horgue, M. A.; Owen, H. G.; Aranburu, A.; Fernández-Mendiola, P. A. y García-Mondéjar, J., 2009. Early late Albian (Cretaceous) of the central region of the Basque-Cantabrian Basin, northern Spain: biostratigraphy based on ammonites and orbitolinids. *Cretaceous Research*, 30(2): 385-400.

Pujalte, V.; Robles, S. y García-Mondéjar, J., 1986. Características sedimentológicas y paleogeográficas del fan-delta albiense de la Formación Monte Grande y sus relaciones con el Flysh Negro (Arminza-Górliz, Vizcaya). *Acta geológica hispánica*, 21-22: 141-150.

Rat, P., 1959. Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne). *Thèse Publications de l'Université de Dijon*, 18: 525.

Raup, D. M., 1966. Geometric analysis of shell coiling: general problems. *Journal of Paleontology*, 40: 1178-1190.

Raup, D. M., 1967. Geometric analysis of shell coiling: coiling in ammonoids. *Journal of Paleontology*, 41: 43-65.

Ritterbush, K. A. y Bottjer, D. J., 2012. Westermann Morphospace displays ammonoid shell shape and hypothetical paleoecology. *Paleobiology*, 38(3): 424-446.

Westermann, G. E., 1996. Ammonoid life and habitat. In: *Ammonoid paleobiology*, Neil Landman et al. (Ed.): 607-707. New York, US.

Wiedmann, J. y Dieni, I., 1968. Die Kreide Sardiniens und ihre cephalopoden. *Palaeontographica Italica*, 64: 171.

ANEXOS









Anexo 1






Ammonoideos del Albiense superior de Karrantza-Trucios y Armitza															
Localización y bioestratigrafía				Etiquetas		Especímenes		Medidas (cm)					Valores normalizados		
Área	Yacimiento	Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Género	Especie	D	a	a'	UD	b	U%	Th%	w%
	Ullanteno 2	27	<i>H. orbignyi</i>	LLANT 14-13	13405	<i>Hysterocheras</i>	<i>carinatum</i>	1,85	0,7	0,4	0,75	0,5	39,08	12,09	48,83
	Ullanteno 2	27	<i>H. orbignyi</i>	LLANT 14-14	13406	<i>Hysterocheras</i>	<i>carinatum</i>	2	0,7	0,5	0,8	0,3	58,84	1,42	39,74
	Baljerri	1	<i>H. orbignyi</i>	BAB-4	13409	<i>Hysterocheras</i>	<i>carinatum</i>	1,2	0,65	0,45	0,2	0,2	33,84	5,21	60,94
	La Escrita	5	<i>H. orbignyi</i>	LEA-1 mc	13410	<i>Kossmatella</i>	<i>muhlenbecki</i>	2	0,65	0,5	0,75	0,8	45,29	30,24	24,47
	Linares 1	7	<i>H. orbignyi</i>	LIB-1	13412	<i>Knemiceras</i>	<i>compressum</i>	12,8	7,2	4,3	1,3	3,1	15,50	15,01	69,49
	Argañeda 2	12	<i>H. binum</i>	A-1 mc	13414	<i>Hysterocheras</i>	<i>aff. variscum</i>	2,1	0,6	0,4	1	0,65	48,74	16,71	34,56
	Argañeda 2	12	<i>H. binum</i>	A-15	13416	<i>Knemiceras</i>	<i>compressum</i>	7,1	3,5	2,7	0,9	1,5	32,05	17,35	50,60
	Argañeda 2	12	<i>H. binum</i>	A-2	13417	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	4	1,85	1,3	0,95	2,2	25,87	43,01	31,12
	Baljerri 3	15	<i>H. binum</i>	BWF8-2	13419	<i>Knemiceras</i>	<i>compressum</i>	8,9	4,7	3,2	0,9	1,3	23,88	1,38	74,74
	Rebeludes	20	<i>M. inflatum</i>	6RE-1		<i>Knemiceras</i>	<i>sp.</i>	10	5,1	3,7	1,2	2	27,69	13,33	58,97
	La Parada	28	<i>H. binum</i>	PAR-8	13422	<i>Mortoniceras</i>	<i>prerostatum</i>	2,9	0,9	0,7	0,7	1,4	31,58	43,18	25,24
	La Parada	28	<i>H. binum</i>	PAR-9 mc	13423	<i>Puzosia</i>	<i>provincialis</i>	7,1	2,8	1,9	2,4	3,2	35,32	31,26	33,42
	La Porqueriza	29	<i>H. binu-H. hoffati</i>	LP-18	13425	<i>Hysterocheras</i>	<i>hoffati</i>	1,95	0,6	0,5	0,9	0,7	57,16	26,11	16,73
	La Porqueriza	29	<i>H. binu-H. hoffati</i>	LP-19	13427	<i>Hysterocheras</i>	<i>hoffati</i>	3,3	1	0,7	1,6	1,4	46,26	26,12	27,62
	La Porqueriza	29	<i>H. binu-H. hoffati</i>	LP-1	13429	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	4,1	1,7	1,25	1	2,2	28,07	43,95	27,98
	La Porqueriza	29	<i>H. binu-H. hoffati</i>	LP-2	13430	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	2,4	1,1	0,9	0,65	1,5	30,50	52,60	16,90
	La Porqueriza	29	<i>H. binu-H. hoffati</i>	LP-6	13431	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	3	1,2	0,9	0,9	1,1	40,36	29,36	30,28
	La Porqueriza	29	<i>H. binu-H. hoffati</i>	LP-13	13432	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	2,2	1	0,7	0,5	0,5	37,83	13,99	48,18
	La Porqueriza	29	<i>H. binu-H. hoffati</i>	LP-10	13433	<i>Kossmatella</i>	<i>sp.</i>	2,05	0,65	0,5	0,9	0,8	49,74	27,30	22,95
	La Porqueriza	29	<i>H. binu-H. hoffati</i>	LP-81	13434	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	5,2	2	1,8	1,3	1,9	46,12	40,04	13,84
	La Porqueriza	29	<i>H. binu-H. hoffati</i>	LP-12	13435	<i>Hypophylloceras</i>	<i>sp.</i>	2,6	1,6	0,8	0,2	1,1	7,51	26,60	65,90
	La Porqueriza	29	<i>H. binu-H. hoffati</i>	LP-14	13436	<i>Puzosia</i>	<i>provincialis</i>	5,73	2,2	1,55	2	0,9	53,81	2,53	43,66
	Lastrillas 1	30	<i>H. hoffati</i>	L-1 mc	13438	<i>Kossmatella</i>	<i>romana</i>	4,5	1,9	1,2	1,5	1,2	39,25	14,36	46,39
	La Porqueriza	29	<i>H. binu-H. hoffati</i>	LP-82	13440	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	1,9	1	0,6	0,3	1,1	15,32	41,01	43,68
	Lastrillas 1	30	<i>H. hoffati</i>	L-5	13442	<i>Kossmatella</i>	<i>muhlenbecki</i>	4,5	1,9	1,1	1,7	1,9	33,12	23,82	43,06
	Lastrillas 1	30	<i>H. hoffati</i>	L-7	13444	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	2,25	1,1	0,8	0,5	1,4	23,64	49,41	26,95
	Lastrillas 1	30	<i>H. hoffati</i>	L-8	13445	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	2,8	1,4	0,97	0,7	1,8	24,19	46,85	28,96
	Lastrillas 1	30	<i>H. hoffati</i>	L-9 mc	13446	<i>Hysterocheras</i>	<i>bucklandi</i>	2	0,6	0,5	0,9	0,65	58,96	23,34	17,70
	Lastrillas 1	30	<i>H. hoffati</i>	L-10	13447	<i>Hysterocheras</i>	<i>hoffati</i>	1,5	0,6	0,4	0,55	0,8	33,85	34,97	31,18
	Lastrillas 1	30	<i>H. hoffati</i>	L-12 mc	13449	<i>Mortoniceras</i>	<i>NSP</i>	2,35	0,9	0,65	0,85	0,8	44,41	23,70	31,89
	Lastrillas 1	30	<i>H. hoffati</i>	Holo. Aintzin.		<i>Mortoniceras</i>	<i>NSP</i>	2,8	1,1	0,7	1,1	0,8	42,74	15,27	41,99
	Lastrillas 1	30	<i>H. hoffati</i>	Mort. 1	Aintz. level	<i>Mortoniceras</i>	<i>NSP</i>	3	1,2	0,8	1,2	1,3	39,21	27,69	33,10
	Lastrillas 1	30	<i>H. hoffati</i>	Mort. 2	Aintz. level	<i>Mortoniceras</i>	<i>NSP</i>	2,9	1,1	0,75	1,05	1,2	38,48	28,02	33,50
	Lastrillas 1	30	<i>H. hoffati</i>	Aintz. level	14387	<i>Hysterocheras</i>	<i>hoffati</i>	0,95	0,35	0,2	0,4	0,6	30,06	33,79	36,15
	Sal de Castro	31	<i>H. hoffati</i>	SC-7 mc	13455	<i>Goodhallites</i>	<i>balmatianum</i>	2,4	1	0,6	0,8	1,1	30,58	28,12	41,30
	Lastrillas 2	32	<i>M. inflatum</i>	LAST 2-A	13456	<i>Mortoniceras</i>	<i>cf. kiliani</i>	8,4	2,8	2,1	2,8	2,9	44,09	26,14	29,77
	Balmaseda	36	<i>M. inflatum</i>	BA-1	13462	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	1,3	0,65	0,5	0,2	0,8	18,89	56,22	24,88
	Linares 6	19	<i>M. inflatum</i>	Li 6-A	13463	<i>Knemiceras</i>	<i>compressum</i>	6,3	3,5	2,3	0,3	1,6	9,34	21,53	69,13
karrantza	Linares 6	19	<i>M. inflatum</i>	Li 6-B mc	13464	<i>Hysterocheras</i>	<i>sp.</i>	0,9	0,5	0,3	0,3	0,3	34,37	19,20	46,43
	Armitza	456,4m	<i>H. binum</i>	AM-20	13475	<i>Kossmatella</i>	<i>oosteri</i>	2,3	0,7	0,6	1	0,75	59,84	24,66	15,49
	Armitza	457,8m	<i>H. binum</i>	AM-9	13476	<i>Hypophylloceras</i>	<i>sp.</i>	2,2	1,5	0,9	0,1	1,2	5,13	44,06	50,81
	Armitza	457,8m	<i>H. binum</i>	AM-10	13477	<i>Hypophylloceras</i>	<i>sp.</i>	2,1	1,1	0,9	0,1	1	9,13	62,09	28,78
	Armitza	457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-5	13481	<i>Kossmatella</i>	<i>romana</i>	3,8	1,5	1,2	1,1	1,2	46,13	26,97	26,90
	Armitza	457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-2	13483	<i>Kossmatella</i>	<i>sp.</i>	1,15	0,55	0,4	0,2	0,5	24,46	39,92	35,62
	Armitza	457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-3	13484	<i>Tetragonites</i>	<i>sp.</i>	1,25	0,55	0,35	0,35	0,7	26,16	37,79	36,05
	Armitza	457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-6	13485	<i>Jauberticeras</i>	<i>jaubertianum</i>	1,35	0,45	0,4	0,5	1	35,84	55,99	8,17
	Armitza	458,6m	<i>H. binum</i>	AM A-7	13486	<i>Kossmatella</i>	<i>romana</i>	4,8	2	1,2	1,4	1,66	31,03	21,08	47,89
	Armitza	457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-4	13487	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	2,5	1,2	0,9	0,4	1,4	20,26	51,22	28,51
	Armitza	458,6m	<i>H. binum</i>	AM-4	13490	<i>Tetragonites</i>	<i>sp</i>	0,8	0,35	0,25	0,3	0,35	40,25	30,75	29,00
	Armitza	458,6m	<i>H. binum</i>	AM-2	13492	<i>Kossmatella</i>	<i>schindewolfi</i>	2,4	0,85	0,7	0,9	0,8	53,12	26,37	20,50
	Armitza	458,6m	<i>H. binum</i>	AM-3	13495	<i>Parasilesites</i>	<i>kilianiformis</i>	2,7	1	0,7	1,1	0,4	57,81	1,11	41,07
	Armitza	458,6m	<i>H. binum</i>	AM-17	13499	<i>Hysterocheras</i>	<i>binum</i>	2,4	0,8	0,6	0,9	0,8	47,69	23,68	28,63
	Armitza	458,6m	<i>H. binum</i>	AM-22	13501	<i>Hypophylloceras</i>	<i>seresitense</i>	2,8	1,8	1,1	0,1	1,4	4,40	42,69	52,92
	Armitza	458,6m	<i>H. binum</i>	AM-23	13502	<i>Hypophylloceras</i>	<i>subalpinum</i>	2,3	1,3	0,9	0,1	1,3	5,77	54,37	39,85
	Armitza	458,6m	<i>H. binum</i>	AM-24	13503	<i>Hypophylloceras</i>	<i>subalpinum</i>	2	1	0,8	0,2	1,2	14,05	62,23	23,72
	Armitza	458,6m	<i>H. binum</i>	AM-25	13504	<i>Hypophylloceras</i>	<i>seresitense</i>	2,5	1,45	1	0,05	1,15	3,16	48,75	48,08
	Armitza	458,6m	<i>H. binum</i>	AM-26	13505	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	1,4	0,8	0,65	0,1	0,9	10,04	68,06	21,90

Anexo 2A

Karrantza-Trucíos

Géneros

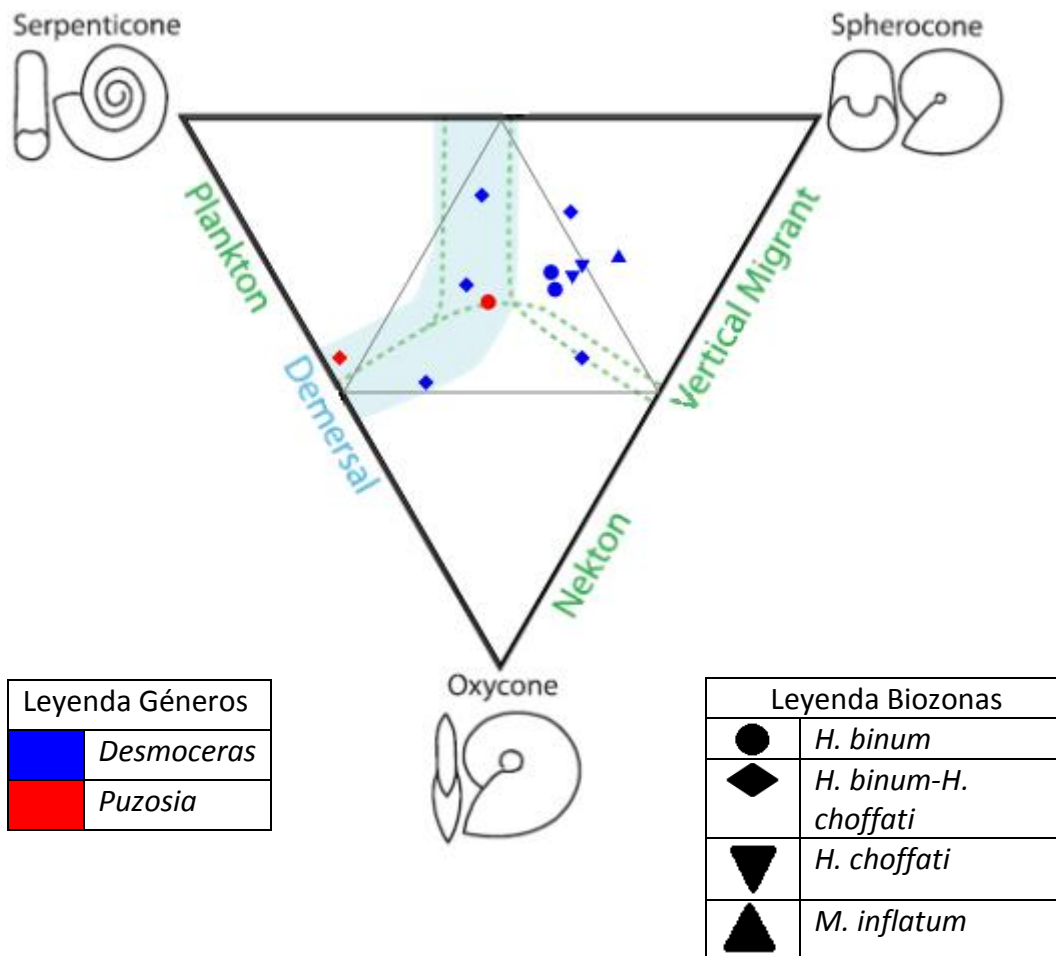
Leyenda Géneros	
	<i>Desmoceras</i>
	<i>Puzosia</i>
	<i>Kossmatella</i>
	<i>Hypophylloceras</i>
	<i>Hysterocheras</i>
	<i>Mortoniceras</i>
	<i>Goodhalites</i>
	<i>Knemiceras</i>

Leyenda Biozonas	
	<i>H. orbigny</i>
	<i>H. binum</i>
	<i>H. binum-H. choffati</i>
	<i>H. choffati</i>
	<i>M. inflatum</i>

Familia DESMOCERATIDAE (Karrantza-Tucíos)

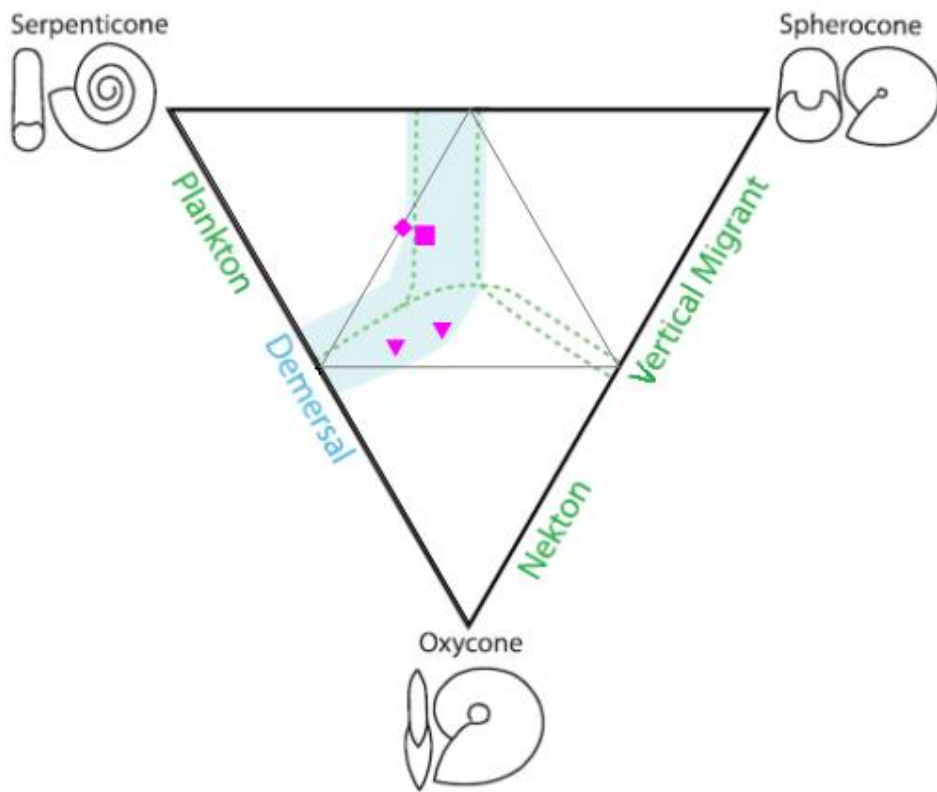
<i>Desmoceras</i>										
Yacimiento	Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
Argañeda 2	12	<i>H. binum</i>	A-2	13417	<i>latidorsatum</i>	31,12	25,87	43,01	A	4
La Porqueriza	29	<i>H. binum</i>	LP-1	13429	<i>latidorsatum</i>	27,98	28,07	43,95	A	4,1
La Porqueriza	29	<i>H. binum-H. choffati</i>	LP-2	13430	<i>latidorsatum</i>	16,90	30,50	52,60	J	2,4
La Porqueriza	29	<i>H. binum-H. choffati</i>	LP-6	13431	<i>latidorsatum</i>	30,28	40,36	29,36	A	3
La Porqueriza	29	<i>H. binum-H. choffati</i>	LP-13	13432	<i>latidorsatum</i>	48,18	37,83	13,99	J	2,2
La Porqueriza	29	<i>H. binum-H. choffati</i>	LP-81	13434	<i>latidorsatum</i>	13,84	46,12	40,04	A	5,2
La Porqueriza	29	<i>H. binum-H. choffati</i>	LP-82	13440	<i>latidorsatum</i>	43,68	15,32	41,01	J	1,9
Lastrillas 1	30	<i>H. choffati</i>	L-7	13444	<i>latidorsatum</i>	26,95	23,64	49,41	J	2,25
Lastrillas 1	30	<i>H. choffati</i>	L-8	13445	<i>latidorsatum</i>	28,96	24,19	46,85	J	2,8
Balmaseda	36	<i>M. inflatum</i>	BA-1	13462	<i>latidorsatum</i>	24,88	18,89	56,22	J	1,3

<i>Puzosia</i>										
Unidad	Nº loc.	Subzona	Codigo	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
La Parada	28	<i>H. binum</i>	PAR-9 mc	13423	<i>provincialis</i>	33,42	35,32	31,26	A	7,1
La Porqueriza	29	<i>H. binum-H. choffati</i>	LP-14	13436	<i>provincialis</i>	43,66	53,81	2,53	A	5,73



Familia GAUDRYCERATIDAE (Karrantza-Tucíos)

<i>Kosmatella</i>										
Unidad	Nº loc.	Subzona	Codigo	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
La Escrita	5	<i>H. orbigny</i>	LEA-1 mc	13410	<i>muhlenbecki</i>	24,47	45,29	30,24	Pre A	2
La Porqueriza	29	<i>H. choffati</i>	LP-10	13433	<i>sp.</i>	22,95	49,74	27,30	Pre A	2,05
Lastrillas 1	30	<i>H. choffati</i>	L-1 mc	13438	<i>romana</i>	46,39	39,25	14,36	A	4,5
Lastrillas 1	30	<i>H. choffati</i>	L-5	13442	<i>muhlenbecki</i>	43,06	33,12	23,82	A	4,5

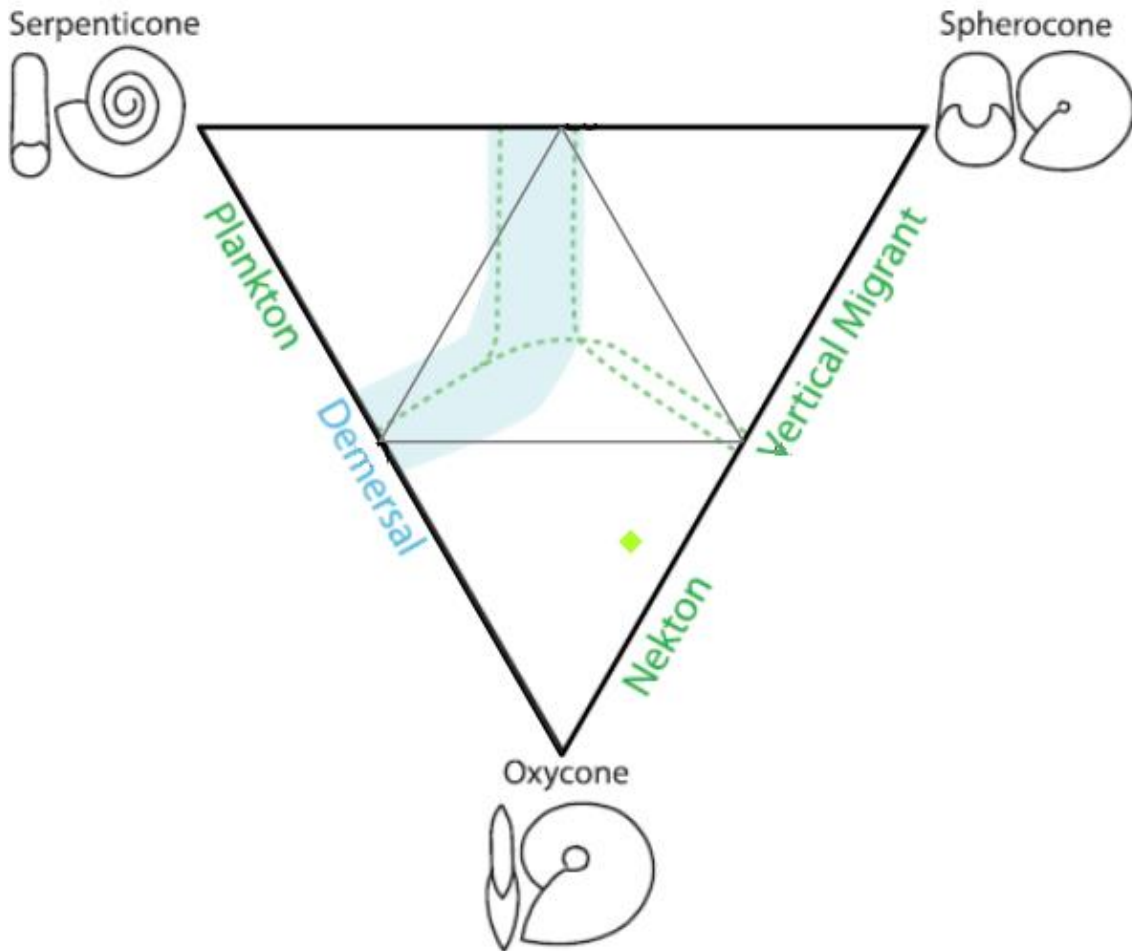


Leyenda Género	
	<i>Kosmatella</i>

Leyenda Biozonas	
	<i>H. orbigny</i>
	<i>H. binum-H. choffati</i>
	<i>H. choffati</i>

Familia PHYLLOCERATIDAE (Karrantza-Tucíos)

<i>Hypophylloceras</i>										
Unidad	Nº loc.	Subzona	Codigo	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
La Porqueriza	29	<i>H. choffati</i>	LP-12	13435	sp.	65,90	7,51	26,60	J	2,60



Leyenda Géneros	
	<i>Hypophylloceras</i>

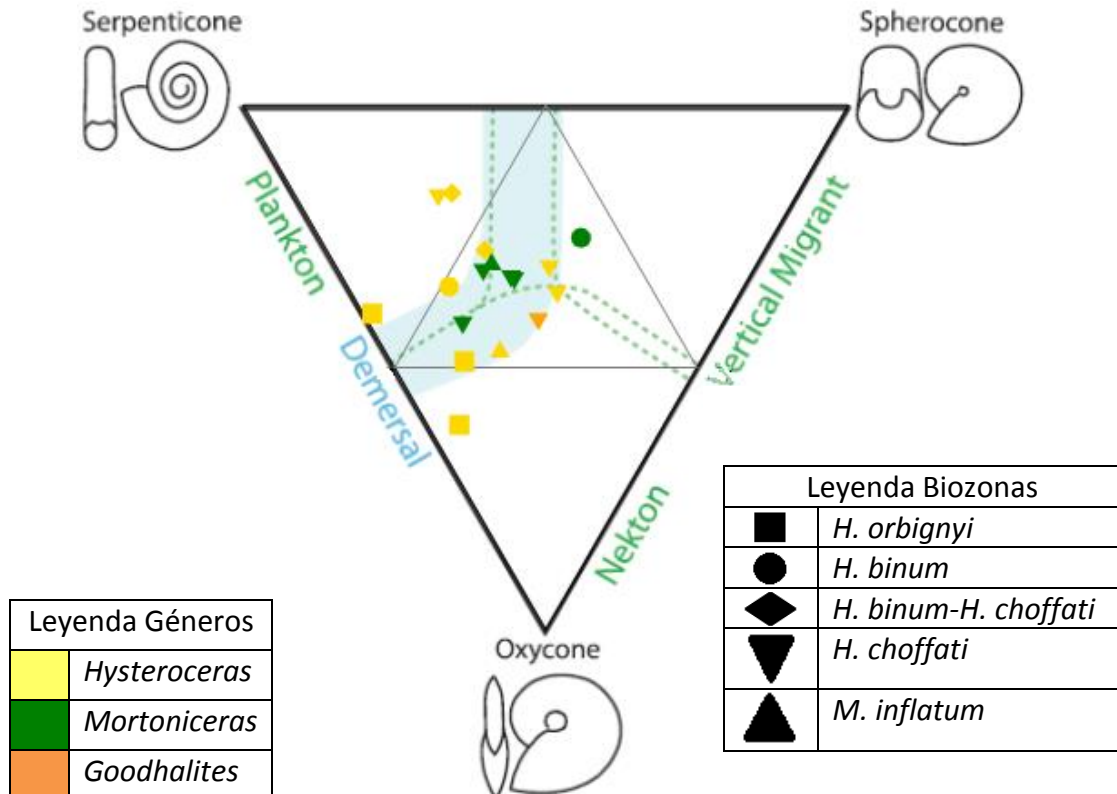
Leyenda Biozonas	
◆	<i>H. binum-H. choffati</i>

Familia BRANCOCERATIDAE (Karrantza-Tucíos)

<i>Hysterocheras</i>										
Yacimiento	Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
Llanteno 2	27	<i>H. orbigny</i>	LLANT 14-13	13405	<i>carinatum</i>	48,83	39,08	12,09	A	1,85
Llanteno 2	27	<i>H. orbigny</i>	LLANT 14-14	13406	<i>carinatum</i>	39,74	58,84	1,42	A	2
Baljerri	4	<i>H. orbigny</i>	BAB-4	13409	<i>carinatum</i>	60,94	33,84	5,21	A	1,2
Argañeda 2	12	<i>H. binum</i>	A-1 mc	13414	<i>aff. variscum</i>	34,56	48,74	16,71	A	2,1
La Porqueriz	29	<i>H. binu-H.choffati</i>	LP-18	13425	<i>choffati</i>	16,73	57,16	26,11	A	1,93
La Porqueriz	29	<i>H. binu-H.choffati</i>	LP-19	13427	<i>choffati</i>	27,62	46,26	26,12	A	3,3
Lastrillas 1	30	<i>H. choffati</i>	L-9 mc	13446	<i>bucklandi</i>	17,70	58,96	23,34	Pre A	2
Lastrillas 1	30	<i>H. choffati</i>	L-10	13447	<i>choffati</i>	31,18	33,85	34,97	Pre A	1,5
Lastrillas 1	30	<i>H. choffati</i>	Aintz. Level		<i>choffati</i>	36,15	30,05	33,79	J	0,95
Linares 6	19	<i>M. inflatum</i>	Li 6-B mc	13464	<i>sp.</i>	46,43	34,37	19,20	J	0,9

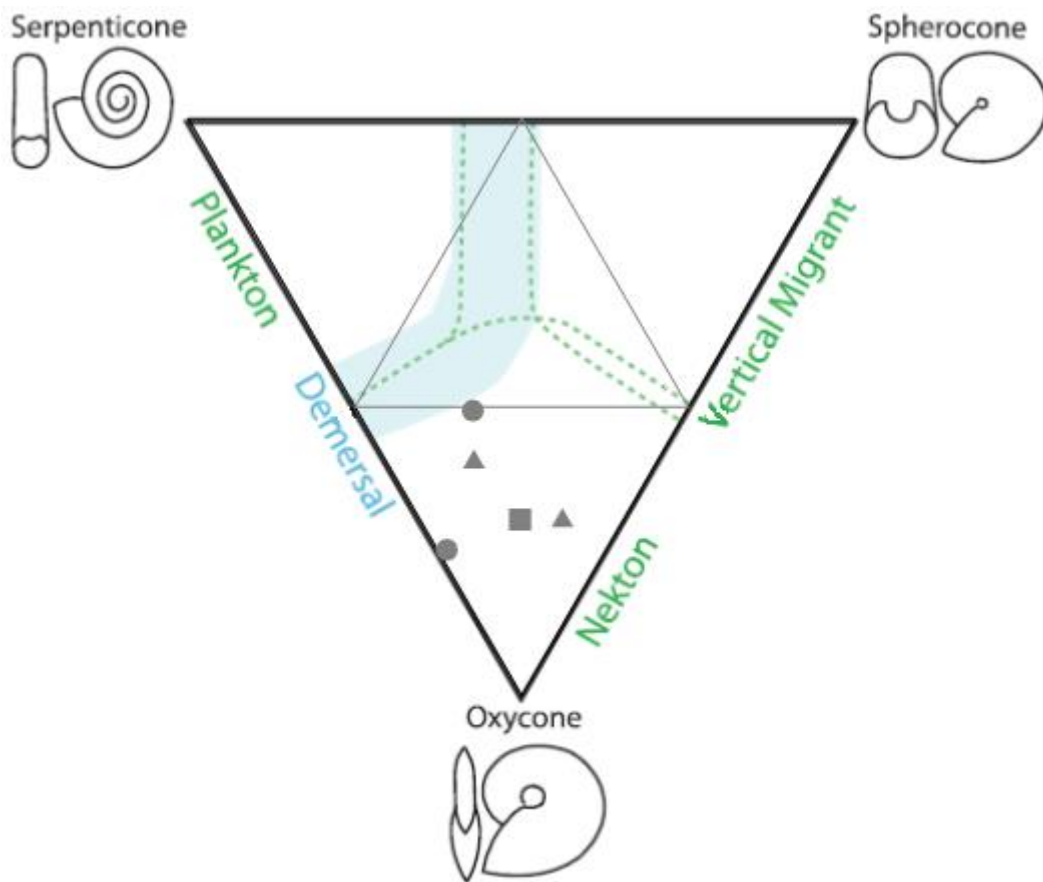
<i>Mortoniceras</i>										
Unidad	Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
La Parada	28	<i>H. binum</i>	PAR-8	13422	<i>prerostratum</i>	25,24	31,58	43,18	J	2,9
Lastrillas 1	30	<i>H. choffati</i>	L-12 mc	13449	<i>NSP</i>	31,89	44,41	23,70	J	2,35
Lastrillas 1	30	<i>H. choffati</i>	Holo. Aintz.		<i>NSP</i>	41,98	42,74	15,26	Pre A	2,8
Lastrillas 1	30	<i>H. choffati</i>	Morton. 1		<i>NSP</i>	33,09	39,21	27,68	J	3
Lastrillas 1	30	<i>H. choffati</i>	Morton. 2		<i>NSP</i>	33,49	38,48	28,02	J	2,9
Lastrillas 2	32	<i>M. inflatum</i>	LAST 2-A	13456	<i>cf. kiliani</i>	29,77	44,09	26,14	A	8,4

<i>Goodhallites</i>										
Unidad	Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
Sal de Castro	31	<i>H. choffati</i>	SC-7 mc	13455	<i>balmatianur</i>	41,30	30,58	28,12	J	2,4



Familia ENGONOCERATIDAE (Karrantza-Tucíos)

<i>Knemiceras</i>										
Yacimiento	Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
Linares 1	7	<i>H. orbigny</i>	LIB-1	13412	<i>compressum</i>	69,49	15,50	15,01	A	12,80
Argañeda 2	12	<i>H. binum</i>	A-15	13416	<i>compressum</i>	50,60	32,05	17,35	A	7,10
Baljerri 3	15	<i>H. binum</i>	BWF8-2	13419	<i>compressum</i>	74,74	23,88	1,38	A	8,90
Linares 6	19	<i>M. inflatum</i>	Li 6-A	13463	<i>compressum</i>	69,13	9,34	21,53	A	6,30
Rebeludes	20	<i>M. inflatum</i>	6-RE-1		<i>sp.</i>	58,97	27,69	13,33	A	10,00











Leyenda Géneros	
	<i>Knemiceras</i>






Leyenda Biozonas	
	<i>H. orbigny</i>
	<i>H. binum</i>
	<i>H. binum-H. choffati</i>
	<i>H. choffati</i>
	<i>M. inflatum</i>

Anexo 2B

Karrantza-Trucíos

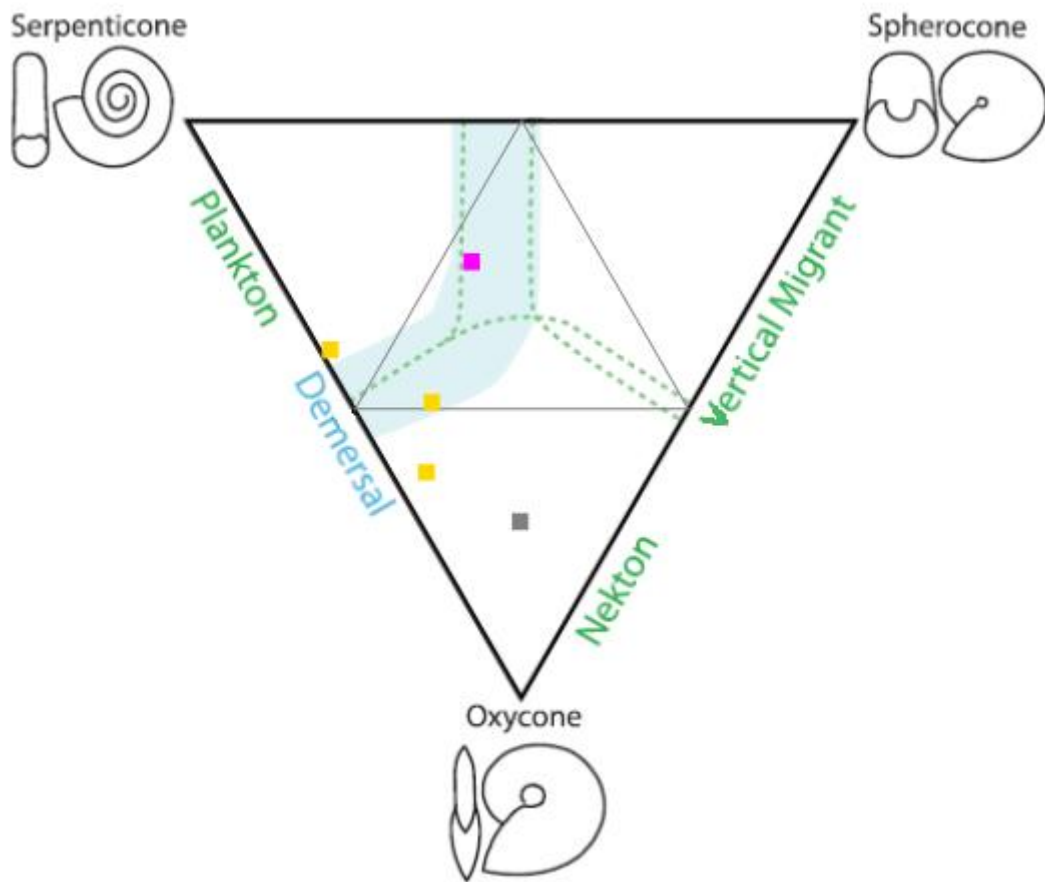
Zonas/Subzonas

Leyenda Géneros	
	<i>Desmoceras</i>
	<i>Puzosia</i>
	<i>Kossmatella</i>
	<i>Hypophylloceras</i>
	<i>Hysterocheras</i>
	<i>Mortoniceras</i>
	<i>Goodhalites</i>
	<i>Knemiceras</i>

Leyenda Biozonas	
	<i>H. orbigny</i>
	<i>H. binum</i>
	<i>H. binum-H. choffati</i>
	<i>H. choffati</i>
	<i>M. inflatum</i>

Subzona *H. orbigny* (Karrantza-Tucíos)

<i>H. orbigny</i>										
Yacimiento	Nº loc.	Código	Nº MCNA	Género	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
Llanteno 2	27	LLANT 14-13	13405	<i>Hysterocheras</i>	<i>carinatum</i>	48,83	39,08	12,09	A	1,85
Llanteno 2	27	LLANT 14-14	13406	<i>Hysterocheras</i>	<i>carinatum</i>	39,74	58,84	1,42	A	2,00
Baljerri	4	BAB-4	13409	<i>Hysterocheras</i>	<i>carinatum</i>	60,94	33,84	5,21	A	1,20
La Escrita	5	LEA-1 mc	13410	<i>Kossmatella</i>	<i>muhlenbecki</i>	24,47	45,29	30,24	Pre A	2,00
Linares 1	7	LIB-1	13412	<i>Knemiceras</i>	<i>compressum</i>	69,49	15,50	15,01	A	12,80

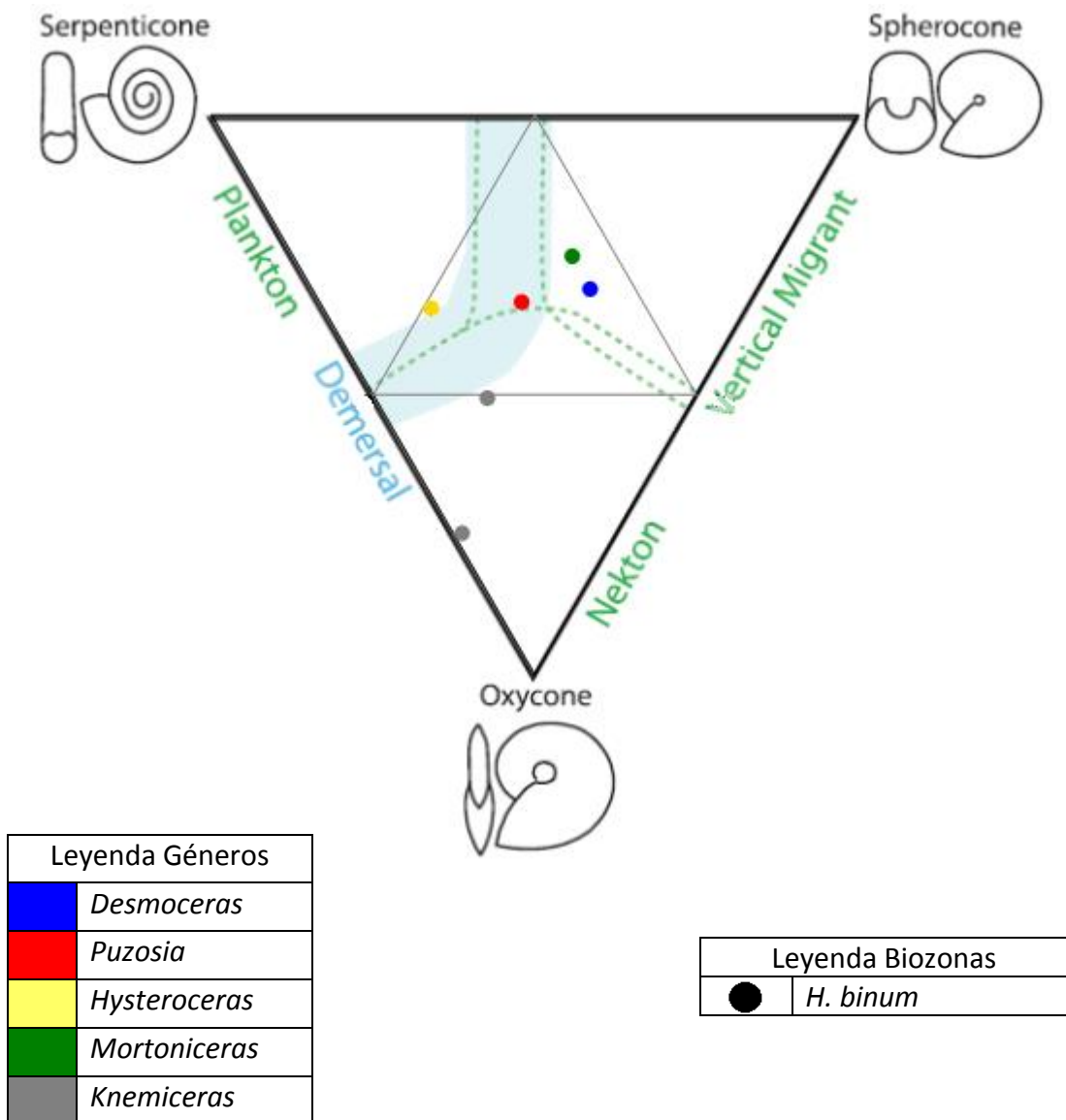


Leyenda Géneros	
	<i>Kossmatella</i>
	<i>Hysterocheras</i>
	<i>Knemiceras</i>

Leyenda Biozonas	
	<i>H. orbigny</i>

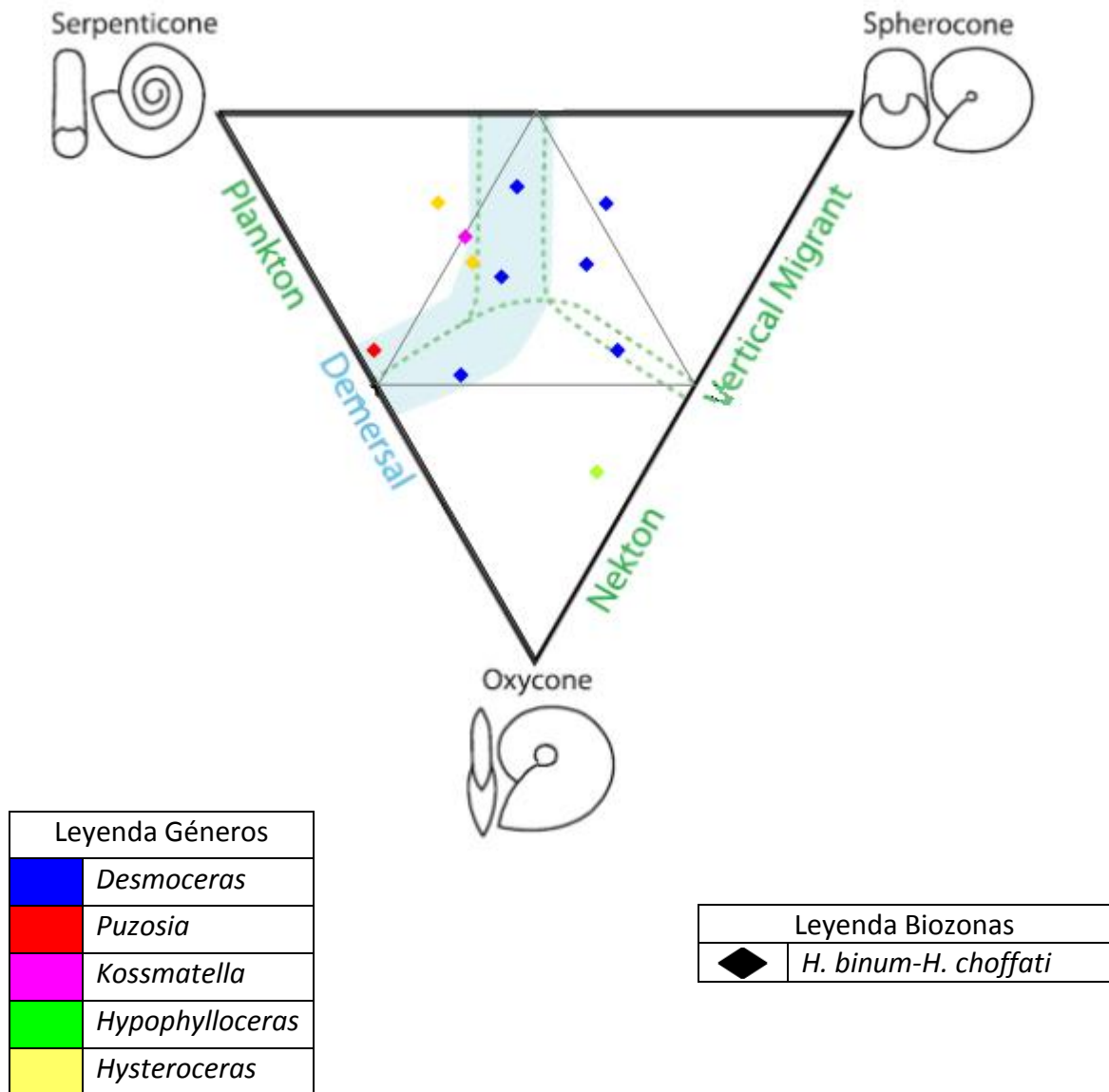
Subzona *H. binum* (Karrantza-Tucíos)

<i>H. binum</i>										
Yacimiento	Nº loc.	Código	Nº MCNA	Género	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
Argañeda 2	12	A-1 mc	13414	<i>Hysterocheras</i>	<i>aff. variscum</i>	34,56	48,74	16,71	A	2,10
Argañeda 2	12	A-15	13416	<i>Knemiceras</i>	<i>compressum</i>	50,60	32,05	17,35	A	7,10
Argañeda 2	12	A-2	13417	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	31,12	25,87	43,01	A	4,00
Baljerri 3	15	BWF8-2	13419	<i>Knemiceras</i>	<i>compressum</i>	74,74	23,88	1,38	A	8,40
La Parada	28	PAR-8	13422	<i>Mortonicerias</i>	<i>preostratum</i>	25,24	31,58	43,18	Pre A	2,90
La Parada	28	PAR-9 mc	13423	<i>Puzosia</i>	<i>provincialis</i>	33,42	35,32	31,26	A	7,10



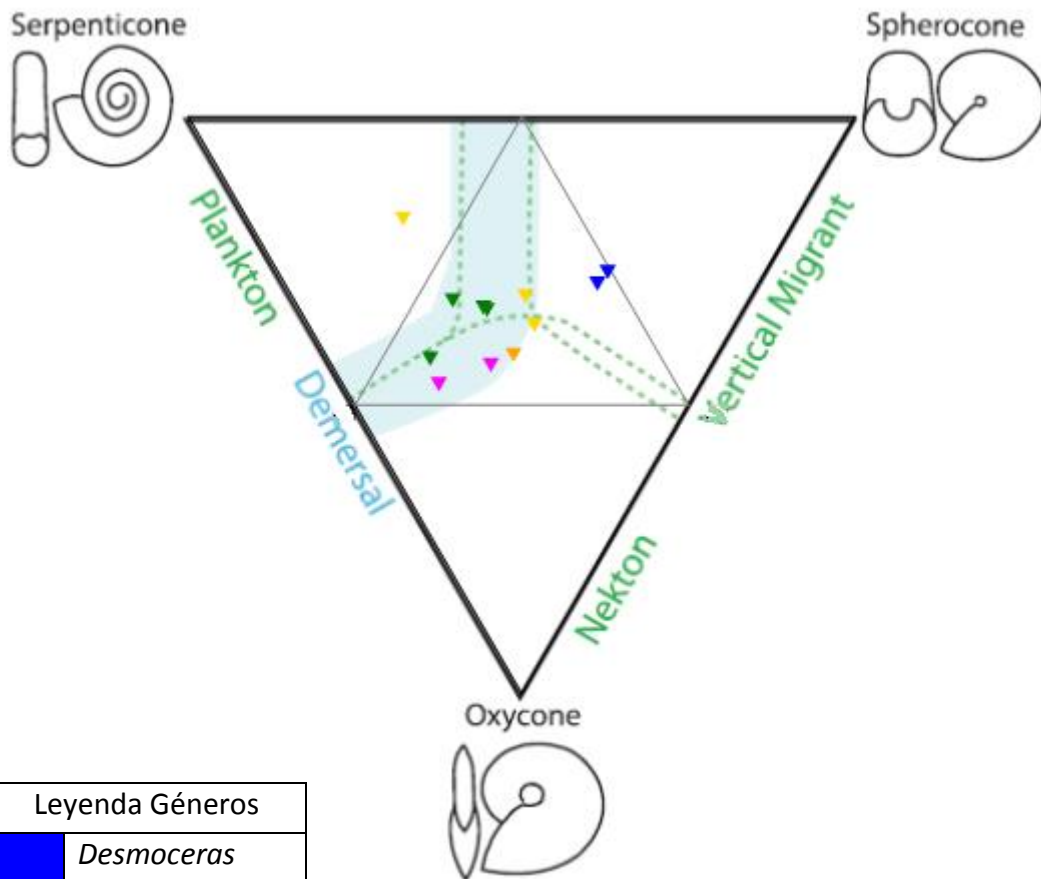
Transición *H. binum*-*H. choffati* (Karrantza-Tucíos)

<i>H. binum-choffati</i>										
Yacimiento	Nº loc.	Código	Nº MCNA	Género	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
La Porqueriza	29	LP-18	13425	<i>Hysteroceeras</i>	<i>choffati</i>	16,73	57,16	26,11	A	1,93
La Porqueriza	29	LP-19	13427	<i>Hysteroceeras</i>	<i>choffati</i>	27,62	46,26	26,12	A	3,3
La Porqueriza	29	LP-1	13429	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	27,98	28,07	43,95	A	4,1
La Porqueriza	29	LP-2	13430	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	16,90	30,50	52,60	J	2,4
La Porqueriza	29	LP-6	13431	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	30,28	40,36	29,36	A	3
La Porqueriza	29	LP-13	13432	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	48,18	37,83	13,99	J	2,2
La Porqueriza	29	LP-10	13433	<i>Kossmatella</i>	<i>sp.</i>	22,95	49,74	27,30	Pre A	2,05
La Porqueriza	29	LP-81	13434	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	13,84	46,12	40,04	A	5,2
La Porqueriza	29	LP-12	13435	<i>Hypophylloceras</i>	<i>sp.</i>	65,90	7,51	26,60	J	2,6
La Porqueriza	29	LP-14	13436	<i>Puzosia</i>	<i>provincialis</i>	43,66	53,81	2,53	A	5,73
La Porqueriza	29	LP-82	13440	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	43,68	15,32	41,01	J	1,9



Subzona *H. choffati* (Karrantza-Tucíos)

<i>H. choffati</i>										
Yacimiento	Nº loc.	Código	Nº MCNA	Género	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
Lastrillas 1	30	L-1 mc	13438	<i>Kossmatella</i>	<i>romana</i>	46,39	39,25	14,36	A	4,50
Lastrillas 1	30	L-5	13442	<i>Kossmatella</i>	<i>muhlenbecki</i>	43,06	33,12	23,82	A	4,50
Lastrillas 1	30	L-7	13444	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	26,95	23,64	49,41	J	2,25
Lastrillas 1	30	L-8	13445	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	28,96	24,19	46,85	J	2,80
Lastrillas 1	30	L-9 mc	13446	<i>Hysterocheras</i>	<i>bucklandi</i>	17,70	58,96	23,34	Pre A	2,00
Lastrillas 1	30	L-10	13447	<i>Hysterocheras</i>	<i>choffati</i>	31,18	33,85	34,97	Pre A	1,50
Lastrillas 1	30	L-12 mc	13449	<i>Mortoniceras</i>	<i>NSP</i>	31,89	44,41	23,70	J	2,35
Lastrillas 1	30	Holo. Aintz.		<i>Mortoniceras</i>	<i>NSP</i>	41,98	42,74	15,26	J	2,80
Lastrillas 1	30	Morto. 1		<i>Mortoniceras</i>	<i>NSP</i>	33,09	39,21	27,68	J	3,00
Lastrillas 1	30	Morto. 2		<i>Mortoniceras</i>	<i>NSP</i>	33,49	38,48	28,02	J	2,90
Lastrillas 1	30	Aintz. Level		<i>Hysterocheras</i>	<i>choffati</i>	36,15	30,05	33,79	J	0,95
Sal de Castro	31	SC-7 mc	13455	<i>Goodhallites</i>	<i>balmatianum</i>	41,30	30,58	28,12	J	2,40

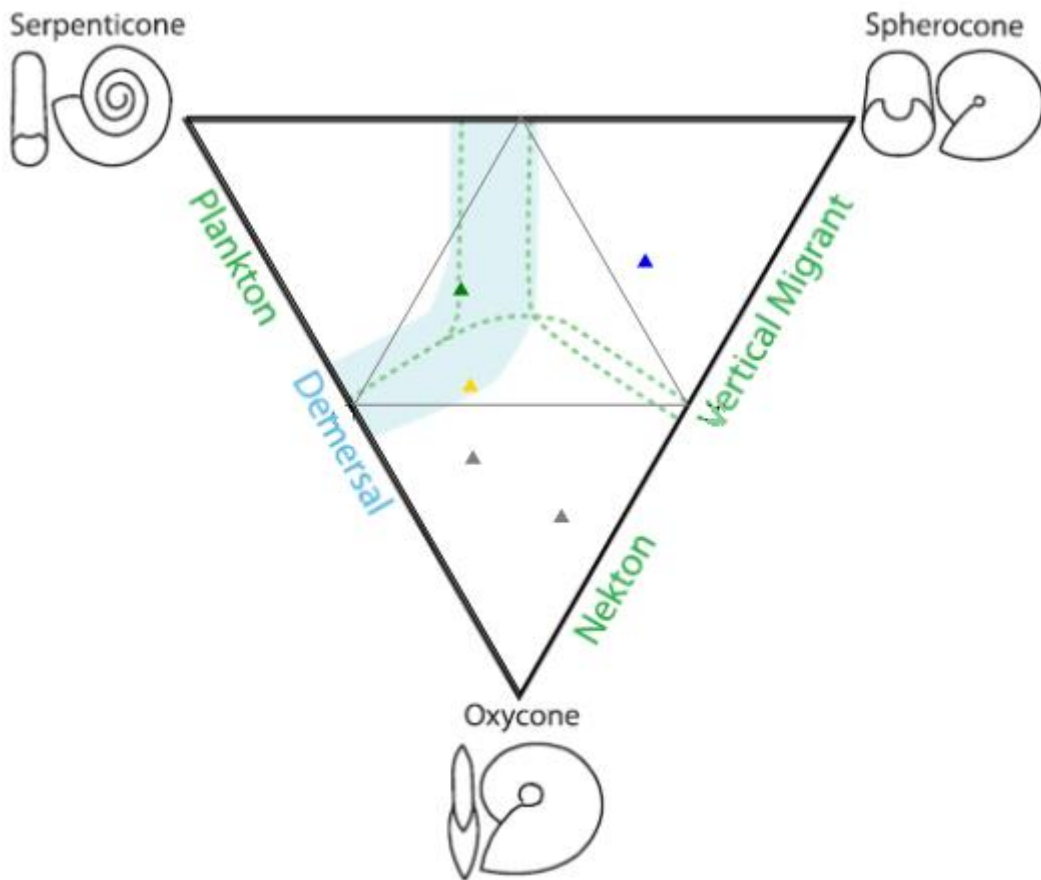


Leyenda Géneros	
	<i>Desmoceras</i>
	<i>Kossmatella</i>
	<i>Hysterocheras</i>
	<i>Mortoniceras</i>
	<i>Goodhallites</i>

Leyenda Biozonas	
▼	<i>H. choffati</i>

Zona *M. inflatum* (Karrantza-Tucíos)

<i>M. inflatum</i>										
Yacimiento	Nº loc.	Código	Nº MCNA	Género	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
Lastrillas 2	32	LAST 2-A	13456	<i>Mortoniceras</i>	<i>cf. kiliani</i>	29,77	44,09	26,14	A	8,40
Balmaseda	36	BA-1	13462	<i>Desmoceras</i>	<i>latidorsatum</i>	24,88	18,89	56,22	J	1,30
Linares 6	19	Li 6-A	13463	<i>Knemiceras</i>	<i>compressum</i>	69,13	9,34	21,53	A	6,30
Linares 6	19	Li 6-B mc	13464	<i>Hysterocheras</i>	<i>sp. Juv.</i>	46,43	34,37	19,20	J	0,90
Rebedules	20	6-RE-1		<i>Knemiceras</i>	<i>sp.</i>	58,97	27,69	13,33	A	10,00













Leyenda Géneros	
	<i>Desmoceras</i>
	<i>Hysterocheras</i>
	<i>Mortoniceras</i>
	<i>Knemiceras</i>



Leyenda Biozonas	
▲	<i>M. inflatum</i>

Anexo 3A

Armintza

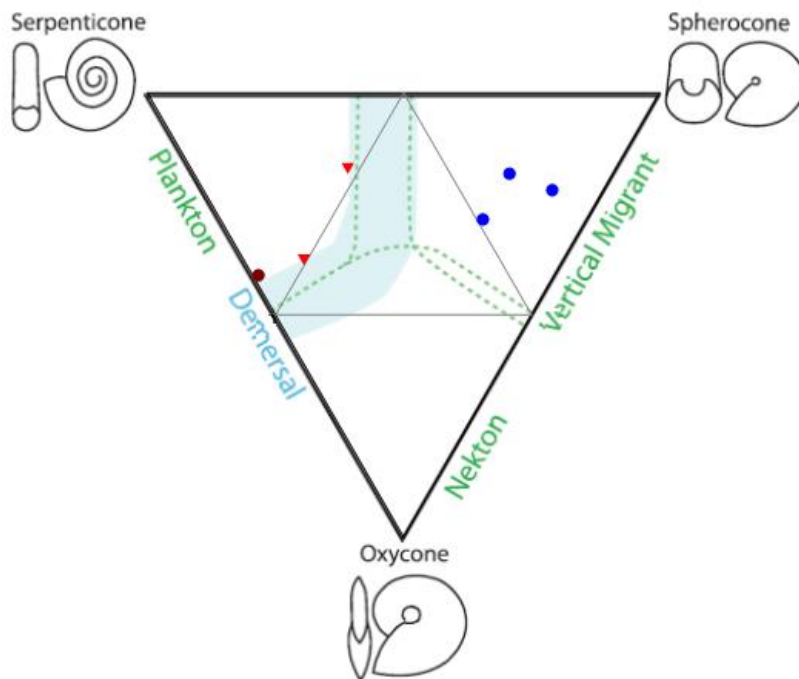
Géneros

Leyenda Géneros	
	<i>Desmoceras</i>
	<i>Puzosia</i>
	<i>Parasilesites</i>
	<i>Kossmatella</i>
	<i>Hypophylloceras</i>
	<i>Hysterocheras</i>
	<i>Mortoniceras</i>
	<i>Knemiceras</i>
	<i>Tetragonites</i>
	<i>Jauberticeras</i>

Leyenda Biozonas	
	<i>H. binum</i>
	<i>H. choffati</i>

Familia DESMOCERATIDAE (Armintza)

<i>Desmoceras</i>									
Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-4	13487	<i>latidorsatum</i>	28,51	20,26	51,22	J	2,5
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-26	13505	<i>latidorsatum</i>	21,90	10,04	68,06	J	1,4
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-30	13521	<i>latidorsatum</i>	18,21	20,23	61,56	J	1,2
<i>Puzosia</i>									
Nº loc.	Subzona	Codigo	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
517,1m	<i>H. choffati</i>	ARKALE-4	13515	<i>mayoriana</i>	37,61	50,65	11,74	A	9,5
517,1m	<i>H. choffati</i>	ARMINTZA ZL		<i>mayoriana</i>	17,04	52,39	30,58	A	15,3
<i>Parasilesites</i>									
Nº loc.	Subzona	Codigo	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-3	13495	<i>kilianiformis</i>	41,07	57,81	1,11	Pre A	2,7

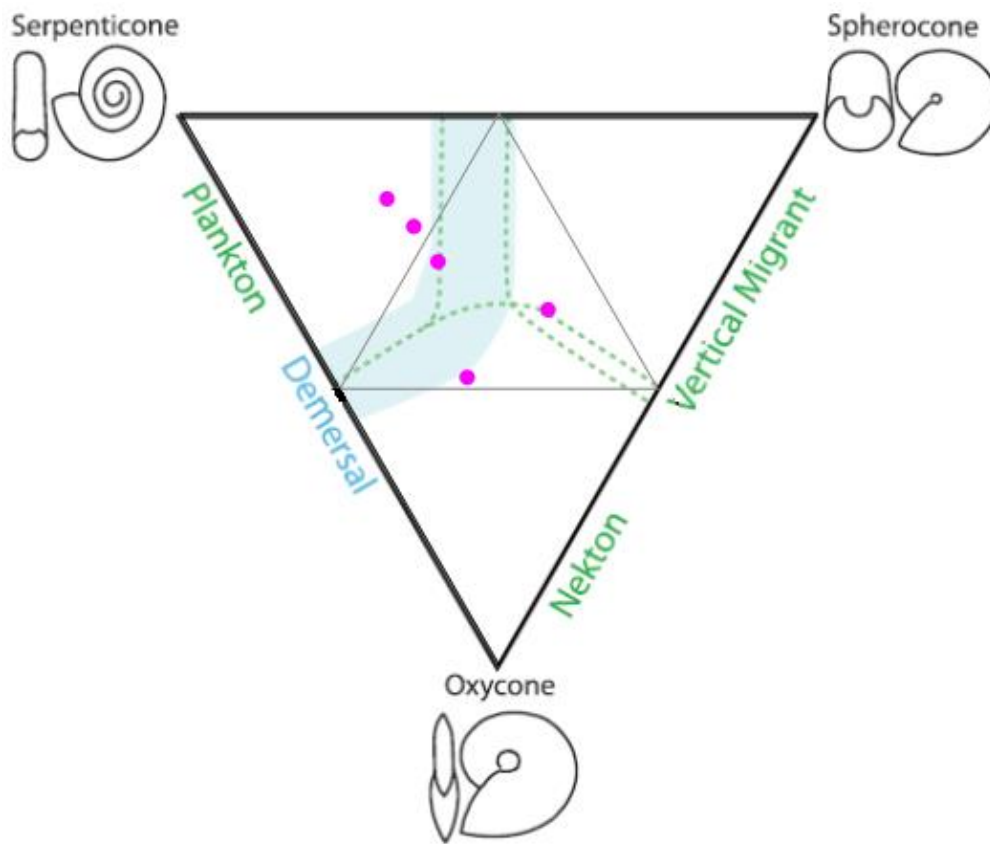


Leyenda Géneros	
	<i>Desmoceras</i>
	<i>Puzosia</i>
	<i>Parasilesites</i>

Leyenda Biozonas	
●	<i>H. binum</i>
▼	<i>H. choffati</i>

Familia GAUDRYCERATIDAE (Armintza)

<i>Kossmatella</i>									
Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
456,4m	<i>H. binum</i>	AM-20	13475	<i>oosteri</i>	15,49	59,84	24,66	J	2,3
457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-5	13481	<i>romana</i>	26,90	46,13	26,97	A	3,8
457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-2	13483	NSP	35,62	24,46	39,92	J	1,15
458,6m	<i>H. binum</i>	AM A-7	13486	<i>romana</i>	47,89	31,03	21,08	A	4,8
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-2	13492	<i>schindewolfi</i>	20,50	53,12	26,37	Pre A	2,4

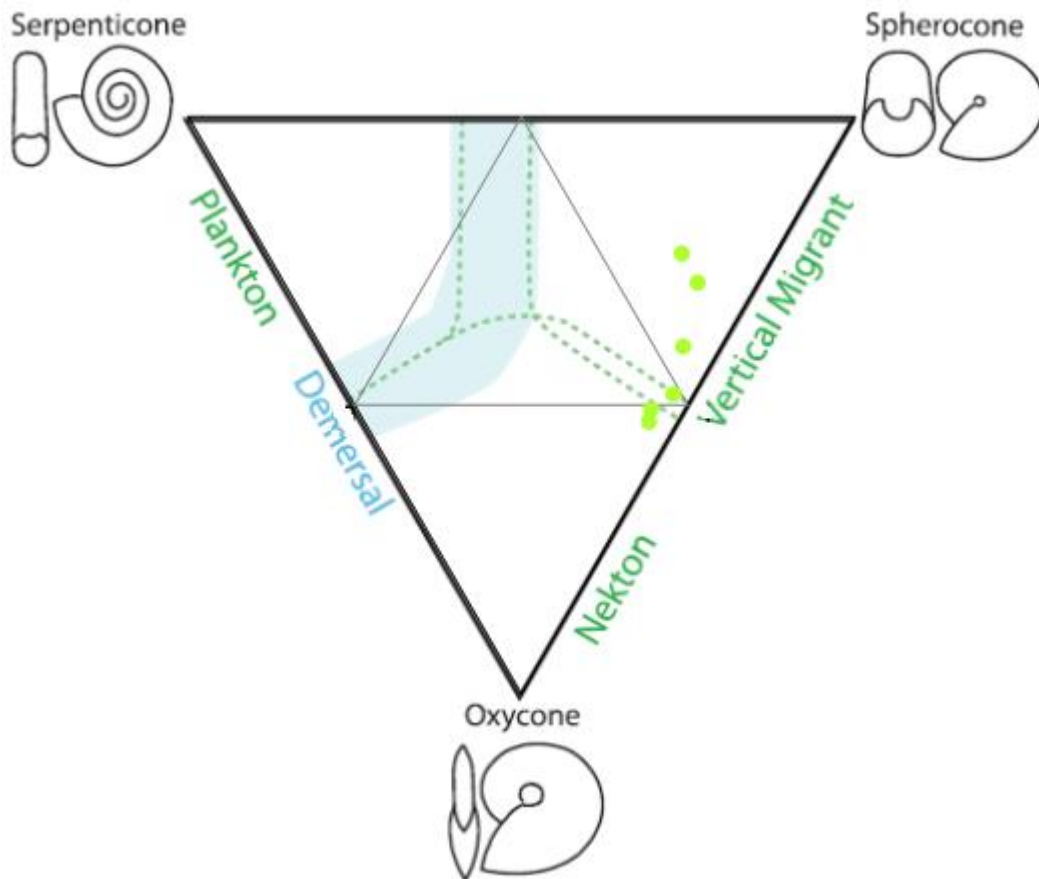


Leyenda Género	
	<i>Kossmatella</i>

Leyenda Biozonas	
●	<i>H. binum</i>

Familia PHYLLOCERATIDAE (Armintza)

<i>Hypophylloceras</i>									
Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
457,8m	<i>H. binum</i>	AM-9	13476	<i>sp.</i>	50,81	5,13	44,06	J	2,2
457,8m	<i>H. binum</i>	AM-10	13477	<i>sp.</i>	28,78	9,13	62,09	J	2,1
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-22	13501	<i>seresitense</i>	52,92	4,40	42,69	J	2,8
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-25	13504	<i>seresitense</i>	48,08	3,16	48,75	J	2,5
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-23	13502	<i>subalpinum</i>	39,85	5,77	54,37	J	2,3
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-24	13503	<i>subalpinum</i>	23,72	14,05	62,23	J	2

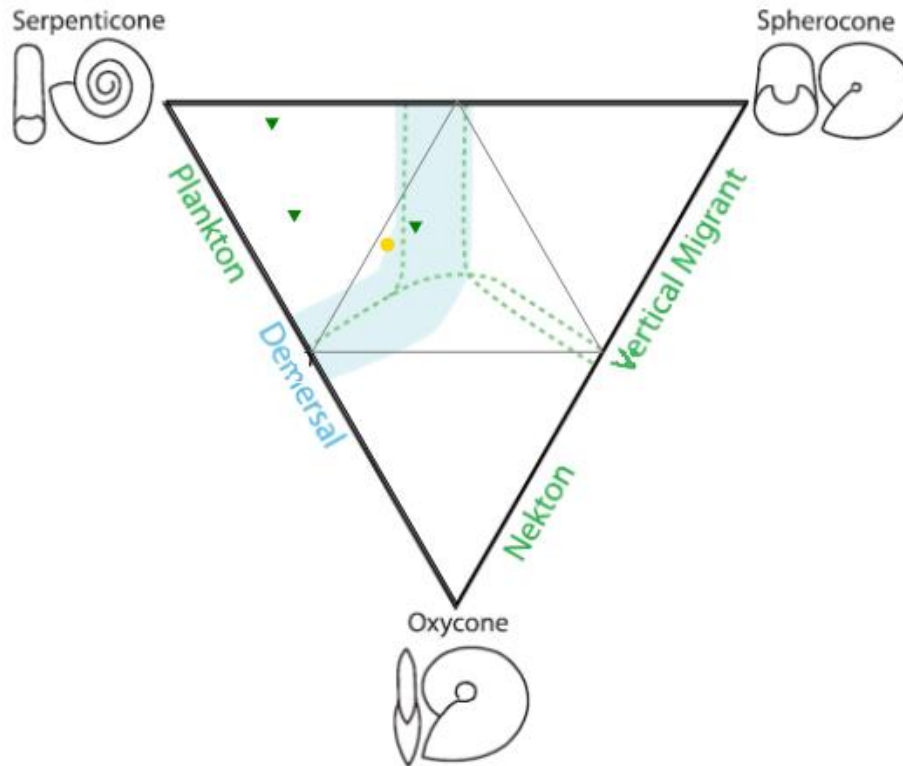


Leyenda Géneros	
	<i>Hypophylloceras</i>

Leyenda Biozonas	
●	<i>H. binum</i>

Familia BRANCO CERATIDAE (Armintza)

<i>Hysterocheras</i>									
Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-17	13499	<i>binum</i>	28,63	47,69	23,68	A	2,4
<i>Mortoniceras</i>									
Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
505,0m	<i>H. choffati</i>	ARKALE-2 mc	13513	<i>exilis</i>	25,25	44,56	30,20	A	13,2
505,0m	<i>H. choffati</i>	ARKALE-6	13520	<i>bispinosum</i>	4,70	79,55	15,75	A	9,4
528,5m	<i>H. choffati</i>	ABA-1 mc	13516	<i>bispinosum</i>	22,99	66,54	10,46	A	19,4

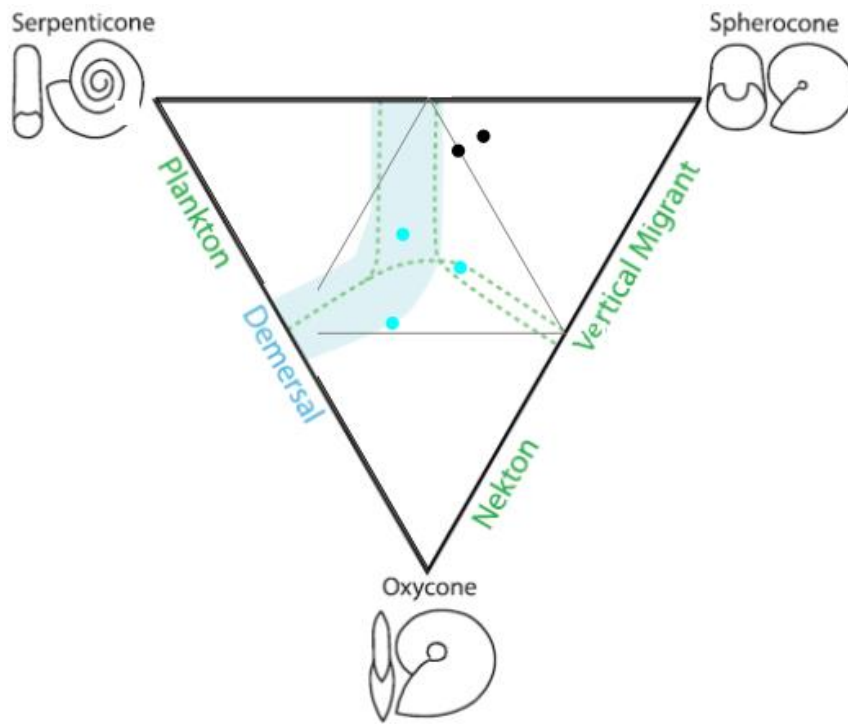


Leyenda Géneros	
	<i>Hysterocheras</i>
	<i>Mortoniceras</i>

Leyenda Biozonas	
●	<i>H. binum</i>
▼	<i>H. choffati</i>

Familia TETRAGONITIDAE (Armintza)

<i>Tetragonites</i>									
Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-3	13484	<i>sp.</i>	36,05	26,16	37,79	J	1,25
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-4	13490	<i>sp.</i>	29,00	40,25	30,75	J	0,8
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-31	13522	<i>sp.</i>	47,82	32,77	19,41	J	1,1
<i>Jauberticeras</i>									
Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-6	13485	<i>jaubertianum</i>	8,17	35,84	55,99	J	1,35
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-33	13524	<i>jaubertianum</i>	11,26	38,91	49,83	J	1,2













Leyenda Géneros	
	<i>Tetragonites</i>
	<i>Jauberticeras</i>



Leyenda Biozonas	
●	<i>H. binum</i>

Anexo 3B

Armintza

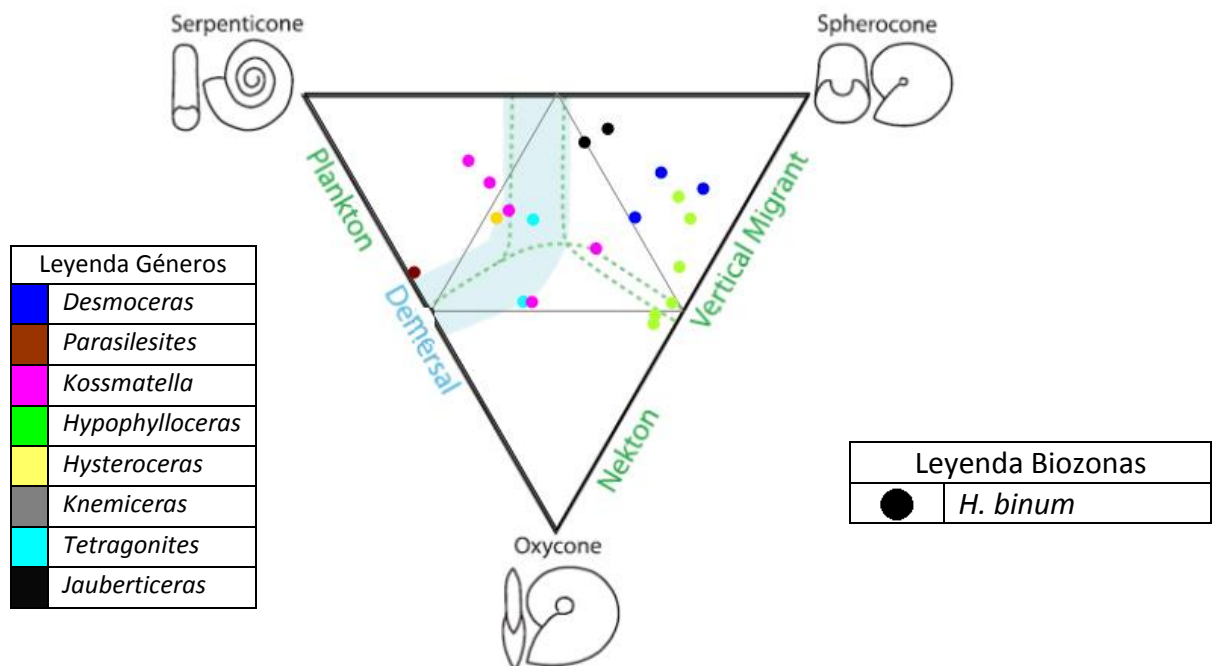
Subzonas

Leyenda Géneros	
	<i>Desmoceras</i>
	<i>Puzosia</i>
	<i>Parasilesites</i>
	<i>Kossmatella</i>
	<i>Hypophylloceras</i>
	<i>Hysterocheras</i>
	<i>Mortoniceras</i>
	<i>Knemiceras</i>
	<i>Tetragonites</i>
	<i>Jauberticeras</i>

Leyenda Biozonas	
	<i>H. binum</i>
	<i>H. choffati</i>

Subzona *H. binum* (Armintza)

<i>H. BINUM</i>										
<i>E. Gaudryceratidae</i>										
Nº loc.	Subzona	Codigo	Nº MCNA	Género	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
456,4m	<i>H. binum</i>	AM-20	13475	<i>Kossmatella</i>	<i>oosteri</i>	15,49	59,84	24,66	J	2,3
<i>E. Gaudryceratidae</i>										
Nº loc.	Subzona	Codigo	Nº MCNA	Género	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-2	13483	<i>Kossmatella</i>	<i>NSP</i>	35,62	24,46	39,92	J	1,2
457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-5	13481	<i>Kossmatella</i>	<i>romana</i>	26,90	46,13	26,97	A	3,8
<i>E. Desmooceratidae</i>										
457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-4	13487	<i>Desmooceras</i>	<i>latidorsatum</i>	28,51	20,26	51,22	J	2,5
<i>E. Tetragonitidae</i>										
457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-3	13484	<i>Tetragonites</i>	<i>sp.</i>	36,05	26,16	37,79	J	1,3
457,8m	<i>H. binum</i>	AM A-6	13485	<i>Jauberticeras</i>	<i>jaubertianum</i>	8,17	35,84	55,99	J	1,4
<i>E. Phylloceratidae</i>										
457,8m	<i>H. binum</i>	AM-10	13477	<i>Hypophylloceras</i>	<i>sp.</i>	28,78	9,13	62,09	J	2,1
457,8m	<i>H. binum</i>	AM-9	13476	<i>Hypophylloceras</i>	<i>sp.</i>	50,81	5,13	44,06	J	2,2
<i>E. Desmooceratidae</i>										
Nº loc.	Subzona	Codigo	Nº MCNA	Género	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-3	13495	<i>Parasilesites</i>	<i>kilianiformis</i>	41,07	57,81	1,11	Pre A	2,7
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-30	13521	<i>Desmooceras</i>	<i>latidorsatum</i>	18,21	20,23	61,56	J	1,2
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-26	13505	<i>Desmooceras</i>	<i>latidorsatum</i>	21,90	10,04	68,06	J	1,4
<i>E. Brancoceratidae</i>										
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-17	13499	<i>Hysterooceras</i>	<i>binum</i>	28,63	47,69	23,68	A	2,4
<i>E. Tetragonitidae</i>										
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-33	13524	<i>Jauberticeras</i>	<i>cf. jaubertianum</i>	11,26	38,91	49,83	J	1,2
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-4	13490	<i>Tetragonites</i>	<i>sp.</i>	29,00	40,25	30,75	J	0,8
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-31	13522	<i>Tetragonites</i>	<i>sp.</i>	47,82	32,77	19,41	J	1,1
<i>E. Gaudryceratidae</i>										
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-2	13492	<i>Kossmatella</i>	<i>schindewolfi</i>	20,50	53,12	26,37	Pre A	2,4
458,6m	<i>H. binum</i>	AM A-7	13486	<i>Kossmatella</i>	<i>romana</i>	47,89	31,03	21,08	A	4,8
<i>E. Phylloceratidae</i>										
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-24	13503	<i>Hypophylloceras</i>	<i>subalpinum</i>	23,72	14,05	62,23	J	2
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-23	13502	<i>Hypophylloceras</i>	<i>subalpinum</i>	39,85	5,77	54,37	J	2,3
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-25	13504	<i>Hypophylloceras</i>	<i>sevastitense</i>	48,08	3,16	48,75	J	2,5
458,6m	<i>H. binum</i>	AM-22	13501	<i>Hypophylloceras</i>	<i>sevastitense</i>	52,92	4,40	42,69	J	2,8



Subzona *H. choffati* (Armintza)

<i>H. choffati</i>										
<i>F. Brancoceratidae</i>										
Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Género	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
505,0m	<i>H. choffati</i>	ARKALE-2 mc	13513	<i>Mortoniceras</i>	<i>exilis</i>	25,25	44,56	30,20	A	13
505,0m	<i>H. choffati</i>	ARKALE-6	13520	<i>Mortoniceras</i>	<i>bispinosum</i>	4,70	79,55	15,75	A	9,4
<i>F. Desmoceratidae</i>										
Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Género	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
517,1m	<i>H. choffati</i>	ARKALE-4	13515	<i>Fuzosia</i>	<i>mayoriana</i>	37,61	50,65	11,74	A	9,5
517,1m	<i>H. choffati</i>	ARMINTZA ZL		<i>Fuzosia</i>	<i>mayoriana</i>	17,04	52,39	30,58	A	15
<i>F. Brancoceratidae</i>										
Nº loc.	Subzona	Código	Nº MCNA	Género	Especie	w%	U%	Th%	Ontog.	D
528,5m	<i>H. choffati</i>	ABA-1mc	13516	<i>Mortoniceras</i>	<i>bispinosum</i>	22,99	66,54	10,46	A	19

