

## LIMITES ENTRE SISTEMAS Y PISOS EN LA PROVINCIA DE ALICANTE

J. Usera<sup>1</sup>, E. Molina<sup>2</sup>, P. Montoya<sup>1</sup>, F. Robles<sup>1</sup> y C. Santisteban<sup>1</sup>.

(1) Departamento de Geología. Universidad de Valencia. Dr. Moliner, 50. 46100 Burjassot, Valencia.

(2) Area de Paleontología. Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. E-50009, Zaragoza.

### INTRODUCCIÓN

En la provincia de Alicante, las formaciones que afloran corresponden a tres grandes conjuntos:

- **Unidades Internas**, de edad triásica y que se reducen a los afloramientos de la isla de Tabarca y el situado al suroeste de San Isidro de Albufera.

- **Unidades Externas**, Prebético y Subbético que ocupan grandes extensiones en la Provincia. Los materiales prebéticos presentan las características de una sedimentación de plataforma, con facies neríticas y también continentales. En el Prebético externo, las series tienen en general poca potencia y no hay sedimentación pelágica. Está constituido por el Cretácico superior con dolomías, calizas, margas y niveles de calcarenitas. En el Prebético interno las series son más potentes y las facies tienen un carácter sobre todo marino. Sus materiales corresponden al Mesozoico (Keuper, Jurásico y Cretácico), Paleógeno (Paleoceno, Eoceno y Oligoceno) y Neógeno Aquitaniense. Los materiales del Subbético son de carácter alóctono por colocación de sus mantos sobre el Prebético durante el Burdigaliense inferior y el Langhiense. En el Subbético externo se encuentran las tres series del mesozoico: el Triásico en facies germánica; el Jurásico constituido por dolomías en la base y margas y calizas en el techo, y el Cretácico, con margas, margo-calizas y areniscas en el inferior, siendo el superior de tipo calizo-margoso.

- **Formaciones postorogénicas**: Según Jerez Mir (1981) se pueden diferenciar dos conjuntos:

- Materiales de edad Burdigaliense-Langhiense 1, depositados antes de los últimos corrimientos, pero posteriores a los fenómenos de aloctonía del Subbético.
- Materiales de edad Langhiense 2-Cuaternario.

Las facies de las Formaciones postorogénicas son muy variadas. El Burdigaliense suele estar formado por margas y areniscas; el Langhiense-Tortonense por calizas, margas y conglomerados y el Mioceno terminal-Plioceno por arcillas y margas con niveles de calizas y arrecifes coralinos. El Cuaternario es de gran extensión, pero en general de

reducida potencia, siendo de origen continental, marino o parálico (Catafau et al., 1994).

Dentro de este contexto geológico es posible identificar dentro de la provincia de Alicante los límites entre los sistemas Cretácico y Paleógeno, y el tránsito entre los pisos Ypresiense y Luteciense, dentro del Eoceno y del Tortonense al Mesiniense, en el Neógeno. (Fig. 1)

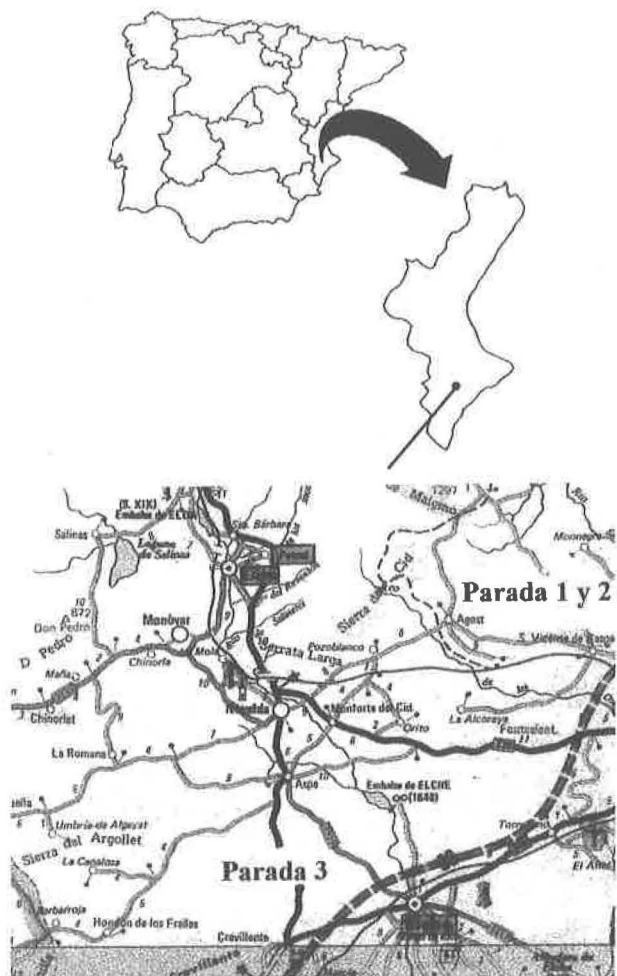


Figura 1: Situación geográfica de las paradas 1, 2, y 3.

En el primer caso, la localidad de Agost ofrece la oportunidad de observar a pié de carretera, una capa de unos 10 cm aproximadamente de color gris oscuro, con una fina capa rojiza de dos milímetros en su base que muestra anomalías de Iridio y evidencias de impacto. Una fina estratigrafía y un estudio micropaleontológico exhaustivo (Canudo et al., 1991; Molina et al., 1996) han puesto de manifiesto la importancia que desde el punto de vista paleoambiental tiene el límite entre los sistemas Cretácico y Paleógeno.

En la misma localidad de Agost se encuentra el límite Ypresiense/Luteciense (Y/L) que aflora en el camino que parte de una fábrica de cerámica y termina en las antiguas canteras de arcilla. El corte fue inicialmente estudiado por Colom (1954) y por Von Hillebrandt (1974, 1976) tratando de correlacionar los foraminíferos planctónicos y los macroforaminíferos.

En el kilómetro 15,5 de la carretera de Aspe a Crevillente podemos encontrar el tránsito entre los pisos Tortoniense y Mesiniense. El primero de ellos fué definido por Mayer-Eymar en Tortona, dentro de la provincia de Alejandría. En los 300 m de su sección tipo aparecen margas grises con una intercalación arenosa. En esta zona, las capas postortonienses reciben el nombre de *Formazione gessososolfifera*, caracterizada por su abundancia en yeso y azufre originado por la reducción del yeso por la materia orgánica. También en Italia y por Mayer-Eymar ha sido definido el Messiniense. El estratotipo propuesto por Selli en Sicilia, cerca de Caltanissetta, en la carretera de Agrigento, está formado por una sucesión de yesos, caliza, evaporitas, diatomitas y margas azuladas con foraminíferos. La crisis de salinidad en el Mediterraneo queda de manifiesto en estos materiales de Sicilia y no de forma tan evidente en los márgenes de la cuenca mediterránea.

#### PARADA 1: EL LÍMITE CRETÁCICO / TERCIARIO

El corte se localiza al Norte del pueblo de Agost, desde el kilómetro 13 de la carretera a Castalla hasta las pequeñas canteras de arcilla situadas al Oeste de las Lomas de la Beata (Fig. 2). Se trata de una serie bastante completa desde el Cretácico Superior hasta el Eoceno Medio. El límite Cretácico/Terciario (K/T) aflora en el talud Oeste de la carretera a Castalla a la altura del kilómetro 13.

El límite Cretácico/Terciario de Agost es uno de los cortes españoles más completos y expandidos del tránsito Cretácico-Terciario y ha sido recientemente estudiado por Groot et al.(1989), Canudo et al. (1991),

Arz et al. (1992), Arenillas et al. (1993), Arenillas (1996), Arz (1996), Arz y Arenillas (1996), Pardo et al. (1996) y Molina et al. (1996, 1998).

La litología del Maastrichtiense consiste en margas grises con algun estrato calcarenítico intercalado que contiene macroforaminíferos (*Orbitoides* sp., *Omphalocyclus* sp., *Siderolites* sp.) resedimentados por corrientes de turbidez. El límite K/T está constituido por unos 10 cm de arcilla de color gris oscuro, en cuya base presenta una lámina rojo-amarilla, que contiene las evidencias de impacto meteorítico (exceso de iridio, espinelas de níquel, etc.). El Daniense es fundamentalmente margoso con algunos intervalos margocalizos, siendo de color gris en la base y rojo hacia la parte superior. La buena exposición y litología han permitido realizar muestreos de alta resolución a intervalos centimétricos. El límite K/T ha sido muestreado de forma continua cada 2 cm (Fig. 3). El patrón de extinción y evolución de los foraminíferos planctónicos es fundamentalmente catastrófico, ya que se

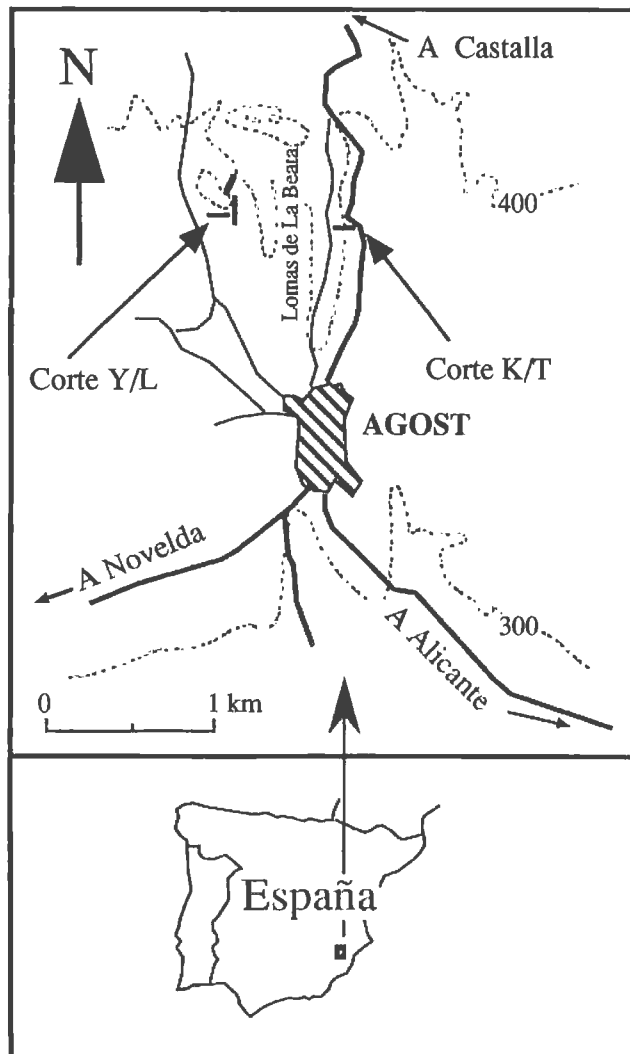


Figura 2: Situación geográfica del corte de Agost.

extinguen 47 especies en coincidencia con la lámina de impacto. Estas especies son principalmente de los siguientes géneros: *Globotruncana*, *Globotruncanita*, *Contusotruncana*, *Abathomphalus*, *Plummerita*, *Shackoina*, *Archaeoglobigerina*, *Racemiguembelina*, *Planoglobulina*, *Gublerina*. El patrón de extinción en masa catastrófico supone la súbita desaparición del 70% de las especies. Estas son las de mayor tamaño, más ornamentadas, complejas y especializadas de estrategia K, adaptadas a medios cálidos de baja latitud y mayor profundidad. Las especies más cosmopolitas de estrategia r y de aguas superficiales parece que sobrevivieron al evento de extinción. Sin embargo, hay que tener presente que son las de menor tamaño y podrían haber sido más afectadas por la resedimentación alocrónica. Además, sólo tres especies desaparecen antes del límite, lo que podría ser consecuencia del efecto Signor-Lipps o bien ser debidos a la extinción de fondo. Las especies que desaparecerían gradualmente en el Daniense basal suponen aproximadamente el 25%; muchas de ellas podrían ser rodadas o su extinción ser consecuencia del efecto a largo plazo del impacto meteorítico (Molina et al., 1996, 1998).

El estratotipo del límite K/T fue definido en el corte de El Kef (Tunicia). Se propusieron también como candidatos los cortes españoles de Zumaya, Caravaca y Agost, pero el corte de El Kef tiene un registro marino más expandido y fue finalmente el candidato elegido. El límite fue establecido en la base de la arcilla, en coincidencia con la lámina rojo-amarilla que contiene las evidencias de impacto meteorítico, que es el nivel en que se produce la extinción en masa catastrófica de los foraminíferos planctónicos y de otros organismos.

El corte de Agost permite la correlación del límite K/T, ya que a pesar de no estar tan expandido como el de El Kef, se trata de un corte marino continuo donde se puede estudiar muy detalladamente el evento de extinción del límite K/T. Los estudios de tipo cronoestratigráfico del límite K/T, utilizando la metodología integrada y de alta resolución, son los más precisos de todos los realizados hasta la fecha, debido a lo extraordinario del evento de extinción que aconteció en aquel momento y que ha sido utilizado para definir este límite.

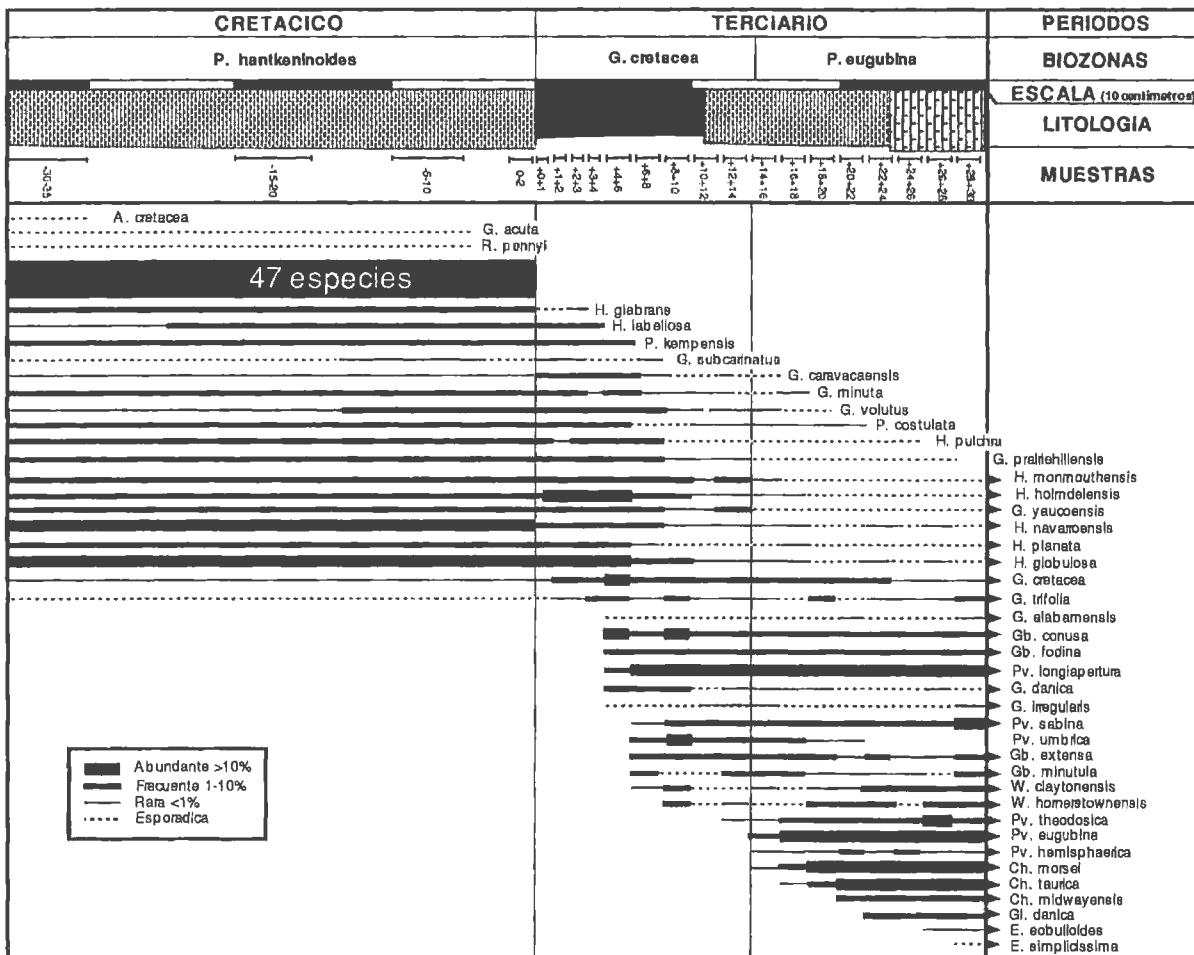


Figura 3: Distribución estratigráfica de los foraminíferos planctónicos en el límite K/T de Agost (modificado de Molina et al., 1996)

**PARADA 2: EL LÍMITE YPRESIENSE / LUTECIENSE**

Los abundantes foraminíferos planctónicos y bentónicos del corte de Agost fueron estudiados por Márquez (1975, 1979; 1983, 1991). Asimismo, Isuman (1983) estudió los macroforaminíferos estableciendo la biozonación basada en *Nummulites* y *Assilina*. Los foraminíferos planctónicos fueron estudiados por Cremades (1982), Márquez y Usera (1984) y Gonzalvo y Molina (1998) quienes establecieron distintas precisiones sobre la zonación bioestratigráfica desde el Paleoceno Superior al Eoceno Medio (Fig. 4). La transición Eoceno Inferior-Medio está constituida por margas con distintivas intercalaciones de calcarenitas, las cuales están muy desarrolladas en el intervalo del límite Ypresiense/Luteciense. Los estratos calcareníticos contienen abundantes macroforaminíferos en la base y estructuras que indican una sedimentación turbidítica. Las partes baja y alta del corte están compuestas sobre todo por margas que contienen foraminíferos planctónicos abundantes y bien conservados de la Zona de *Acarinina pentacamerata* y de la Zona de *Hantkenina nuttalli* (Molina et al., en prensa). El corte de Agost es muy apropiado para estudios de bioestratigrafía integrada ya que es muy rico en diferentes grupos de microfósiles. Además de los diferentes grupos de

foraminíferos ha sido estudiado el nannoplancton calcáreo por Von Salis en Molina et. al. (en prensa). El estudio integrado permite correlacionar el corte con los estratotipos definidos en la Cuenca de Paris. El intervalo calcarenítico de la parte media del corte seguramente corresponde a las arenas del Bruseliense que se sitúan hacia la base del Luteciense. Estos sedimentos representarían un episodio transgresivo que seguiría a una gran caída del nivel del mar, que produjo una fuerte erosión y numerosos hiatos en los ambientes marinos someros.

El estratotipo del límite Y/L todavía no ha sido definido, pero está siendo estudiado por un grupo internacional de trabajo organizado por la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Paleógeno, y se está considerando como candidato el corte de Agost. El grupo y la subcomisión han de definir el estratotipo de límite Y/L en un nivel próximo a la base del Luteciense, que es el piso estándar junto con el Bartonense para el Eoceno Medio. El evento de caída del nivel del mar parece estar muy próximo a la aparición del foraminífero planctónico *Hantkenina* que ha sido utilizado para reconocer el límite Eoceno Inferior/Medio. El corte de Agost permite reconocer este evento, pero la aparición de *Hantkenina*

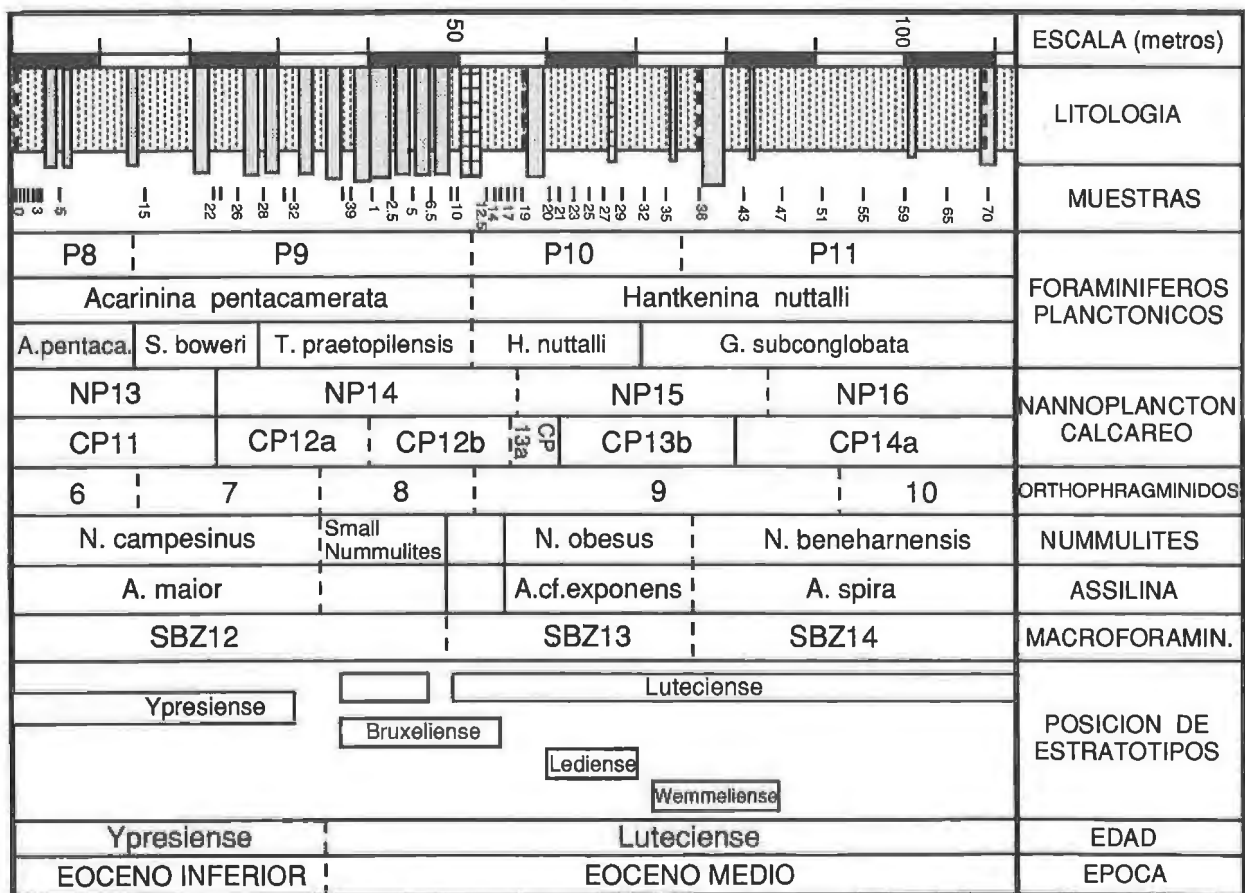


Figura 4: Bioestratigrafía integrada del corte de Agost (modificado de Molina et al., en prensa)

se produce más tarde que en otros cortes como indica la correlación con el nannoplancton calcáreo. En consecuencia, este corte es un candidato para definir el estratotipo por su riqueza en distintos grupos de microfósiles, buen desarrollo y exposición, pero sería conveniente buscar otro en facies de margas con foraminíferos planctónicos que permita también muestrear el intervalo del límite con una metodología de alta resolución.

**PARADA 3: LA SECCIÓN DEL CERRO DE CASTRO**

**Introducción**

La sección del Cerro de Castro caracteriza los materiales del tránsito Tortonense - Messiniense en el margen norte de la cuenca miocena del Bajo Vinalopó (Fig. 5). Esta cuenca se extendía desde el Alto de Crevillente, relieve paleogeográfico en el Mioceno superior, hacia el Mediterráneo; y desde Alicante hasta el "Macizo del Segura". Poseía conexiones marinas, al menos durante el Tortonense, con las cuencas de Fortuna, al Oeste, y de San Pedro del Pinatar, hacia el Suroeste. En ella y sobre un umbral tectónicamente estable se halla el complejo arrecifal Tortonense - Messiniense de Santa Pola.

Los materiales de la serie de Cerro de Castro fueron depositados en el margen norte de la Cuenca del Bajo Vinalopó durante el Mioceno superior. Son característicos del registro sedimentario en facies predominantemente detríticas, a diferencia de los que se presentan en el Cabo de Santa Pola que son íntegramente carbonáticos.

La serie del Cerro de Castro forma parte de una secuencia mucho más amplia de depósitos litorales, de "fan-delta", deltaicos y arrecifales descrita por Santisteban et al., (1997) y Montoya et al (en prensa). Esta secuencia comprende unos 260 m de espesor que se apoya, por medio de una discordancia angular, sobre el substrato pre-Tortonense, formado por arcillas rojas del Keuper y calcarenitas y areniscas del Mioceno medio. Estos depósitos han sido subdivididos en seis unidades, en base a los sistemas deposicionales representados en ellos (Santisteban et al., 1997). La disposición vertical del conjunto de unidades refleja la existencia de dos ciclos regresivos-transgresivos, del que el superior, y con un espesor de 102 m se presenta en la serie del Cerro de Castro.

**Objetivo**

El objetivo de esta parada es el de hacer un seguimiento sedimentológico y paleontológico, del conjunto de materiales que afloran en el Cerro de Castro.

**Descripción**

La serie de Cerro de Castro se caracteriza por su variedad litológica, consistente principalmente en areniscas, margas, y calizas. Estas litologías forman cinco facies distintas y se presentan organizadas secuencialmente.

Las facies que pueden reconocerse en estos depósitos son: a) Margas amarillentas, b) Areniscas laminadas, c) Calizas bioturbadas, d) Margas carbonosas y e) Calizas laminadas.

Las Margas amarillentas suelen formar la parte basal de la secuencia tipo de la serie. Consisten en margas bioturbadas, de colores amarillentos, ocreos o blanquecinos en niveles de espesor variable entre 3 y 25 metros que pueden presentar intercalaciones de areniscas laminadas y niveles de ostreidos.

Las areniscas laminadas están formadas por areniscas mixtas, con granos tanto de carbonato como de cuarzo. Hacia el techo de la serie, esta litofacies puede contener alguna pasada decimétrica de conglomerados. Internamente presenta una estratificación cruzada a gran escala y laminación planoparalela, o de tipo "ripple", localmente distorsionada por la presencia de galerías de bioturbación o por fenómenos de fluidificación por carga.

Las calizas bioturbadas están constituidas por calizas micríticas con aspecto masivo o brechoide, intensamente bioturbadas, hasta el punto de no presentar otras

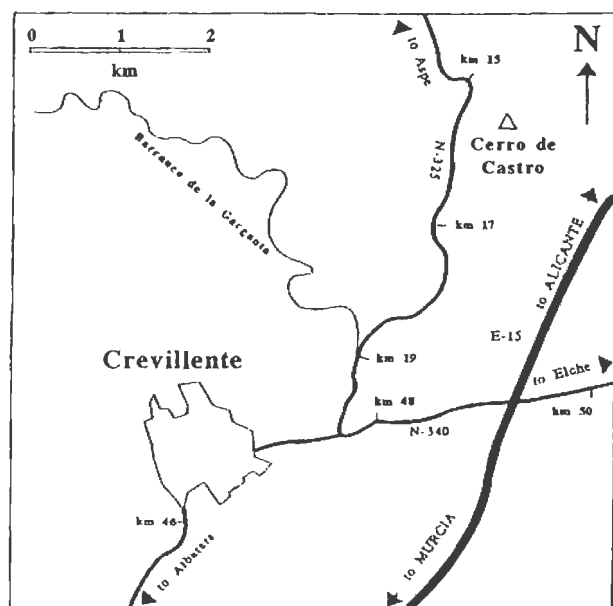


Figura 5: Localización geográfica de el Cerro de Castro.

estructuras sedimentarias primarias. La bioturbación identificada se corresponde con galerías subverticales cilíndricas, mejor desarrolladas hacia el techo de los niveles con esta facies, y que pueden ser identificadas como originadas por sistemas radicales de plantas. Esta litofacies presenta conchas de gasterópodos acuáticos.

Las margas carbonosas son de color gris o negro, con alto contenido en materia orgánica, suelen estar laminadas y contienen conchas de gasterópodos dulceacuícolas.

Las calizas laminadas consisten en un único nivel de 20 cm de espesor. Son calizas micríticas, de origen estromatolítico que presentan, además, polígonos de expansión por exposición subaérea.

### Interpretación

En el registro sedimentario del Cerro de Castro, estas litofacies se presentan organizadas, según el orden descrito, en ocho secuencias. El techo de cada una de ellas es neto y está formado por las calizas bioturbadas o por las margas carbonosas. Esta secuencia básica es de tipo transgresivo-regresivo y caracteriza ambientes de transición. La base de la misma (margas amarillentas) son depósitos marinos de bahía interdistributaria deltaica. Las areniscas laminadas corresponden a los lóbulos de un delta digitado dominado por procesos fluviales, mientras que los depósitos de margas carbonosas y calizas bioturbadas son materiales formados en un ambiente acuático semipermanente de agua dulce, o salobre, emplazado en la llanura deltaica.

En su conjunto, la sucesión de estas secuencias en la serie del Cerro de Castro, representa una tendencia transgresiva, pues en la parte baja dominan los ciclos con mayor desarrollo de facies continentales, mientras que, hacia el techo, predominan las facies de lóbulos deltaicos y bahía interdistributaria con, localmente, un edificio arrecifal coralino, lo que indica la existencia de cierta estabilidad deposicional en condiciones acuáticas marinas.

### Asociaciones de foraminíferos en el Tortoniense superior del Cerro de Castro (Crevillente)

La presencia de foraminíferos fósiles en el Tortoniense del área de Crevillente, fué determinada por primera vez por Montenat (1973) y estudiada con detalle por Usera et al. (1990) y Sánchez Ferris et al. (1995), para tratar de determinar los cambios ambientales que se pudieron producir durante el tiempo de deposición de los 95 m de espesor aproximado que tiene la serie del Cerro de Castro.

Para este estudio, se levantó una columna estratigráfica a partir del Km 15, 5 de la Carretera de Aspe a Crevillente, hasta la cima de Cerro y a partir de ella se establecieron siete unidades litoestratigráficas (Fig. 6), realizándose un muestreo para determinar mediante levigado, el contenido micropaleontológico. (Tabla 1)

La **unidad 1** que abarca los primeros 36 m ha proporcionado fauna y flora fósil de tipo continental. Contiene abundantes ostrácodos, charofitas, restos de vertebrados continentales y radiolas de equinodermos. Los foraminíferos fósiles que aparecen, son reelaborados del Cretácico y del Terciario inferior.

La **unidad 2** está formada por una alternancia de calcarenitas y margas en donde aparecen niveles con ostreidos y otros bivalvos, gasterópodos, ostrácodos, foraminíferos y charofitas. La asociación tafonómica de foraminíferos aparece formada por elementos de un ambiente de aguas someras en donde alternan las dulces con las salobres y marinas. Las especies que dominan esta asociación son: *Ammonia beccarii*, *Aubignyna mariei* y *Elphidium granosum*, todas ellas de aguas litorales de escasa profundidad, a las que acompañan una larga serie de especies de mar abierto. La gran diversidad específica del nivel Cas 7 contrasta con el elevado número de ejemplares de las especies antes mencionadas.

La **unidad 3** está constituida por margas yesíferas que a techo muestran margas lignitíferas. Esta unidad refleja la progresiva continentalización que sigue a la unidad anterior. Se aprecia la disminución en el número de especies y de individuos de foraminíferos fósiles. *Ammonia beccarii* es la especie dominante, alternando con *Aubignyna mariei* y en ocasiones, con *Haynesina germanica*. El ambiente puede corresponder al de una lagunalitoral, con esporádicas entradas de caparazones de organismos resedimentados procedentes de mar abierto. Hacia el techo de esta unidad y por efecto de la mencionada continentalización, aumenta el número de foraminíferos del Terciario inferior y Cretácico superior.

Después del biohermo de la **unidad 4**, constituida por calcarenitas con corales, vuelven a aparecer foraminíferos reelaborados de los niveles del Mioceno, en donde domina *Ammonia beccarii* sobre el resto de especies.

### Los yacimientos con mamíferos de Crevillente

Los yacimientos con vertebrados del Neógeno de Crevillente han sido objeto de estudio por un buen número de autores. La primera cita de mamíferos corresponde a

Montenat y Crusafont (1970); posteriormente Montenat (1973) lleva a cabo un estudio estratigráfico más detallado, citando varios niveles nuevos con vertebrados. Alberdi (1974) estudia los escasos restos de *Hipparion* recuperados por Montenat. Más tarde, Bruijn et al. (1975), a partir del estudio de seis yacimientos con micromamíferos, consiguieron datar la secuencia como Mioceno superior-Plioceno.

Pero es a partir de mediados de los años 80 cuando se experimenta un importante incremento en estos estudios, publicándose nuevos y extensos trabajos sobre los macro y micromamíferos de esta área. Entre las publicaciones que tratan sobre los macromamíferos cabe citar las siguientes: Alcalá et al. (1987), Alberdi y Montoya (1988), Cerdeño

(1989), Azanza (1989), Alcalá y Montoya (1989-1990), Montoya y Morales (1991), Made et al. (1992), Montoya (1993, 1994, 1997), Azanza y Montoya (1995), Montoya y Alberdi (1995), Momparler (1996), Weers y Montoya (1996), Montoya et al. (2000). En lo que respecta al estudio de los micromamíferos son de destacar los trabajos de Freudenthal et al. (1991a, 1991b, 1998), Mein y Martín Suárez (1994), Martín Suárez y Freudenthal (1993, 1994, 1998), en los que se estudian más de 20 yacimientos en el área de Crevillente. Además, Alfaro et al. (1995) mencionan un yacimiento con micromamíferos en la serie de El Castro, que parece corresponder a Crevillente 17 o Crevillente 22 de Freudenthal et al. (1991a). También podemos citar el estudio tafonómico del yacimiento de Crevillente 2 realizado por Montoya (1990, 1994), así

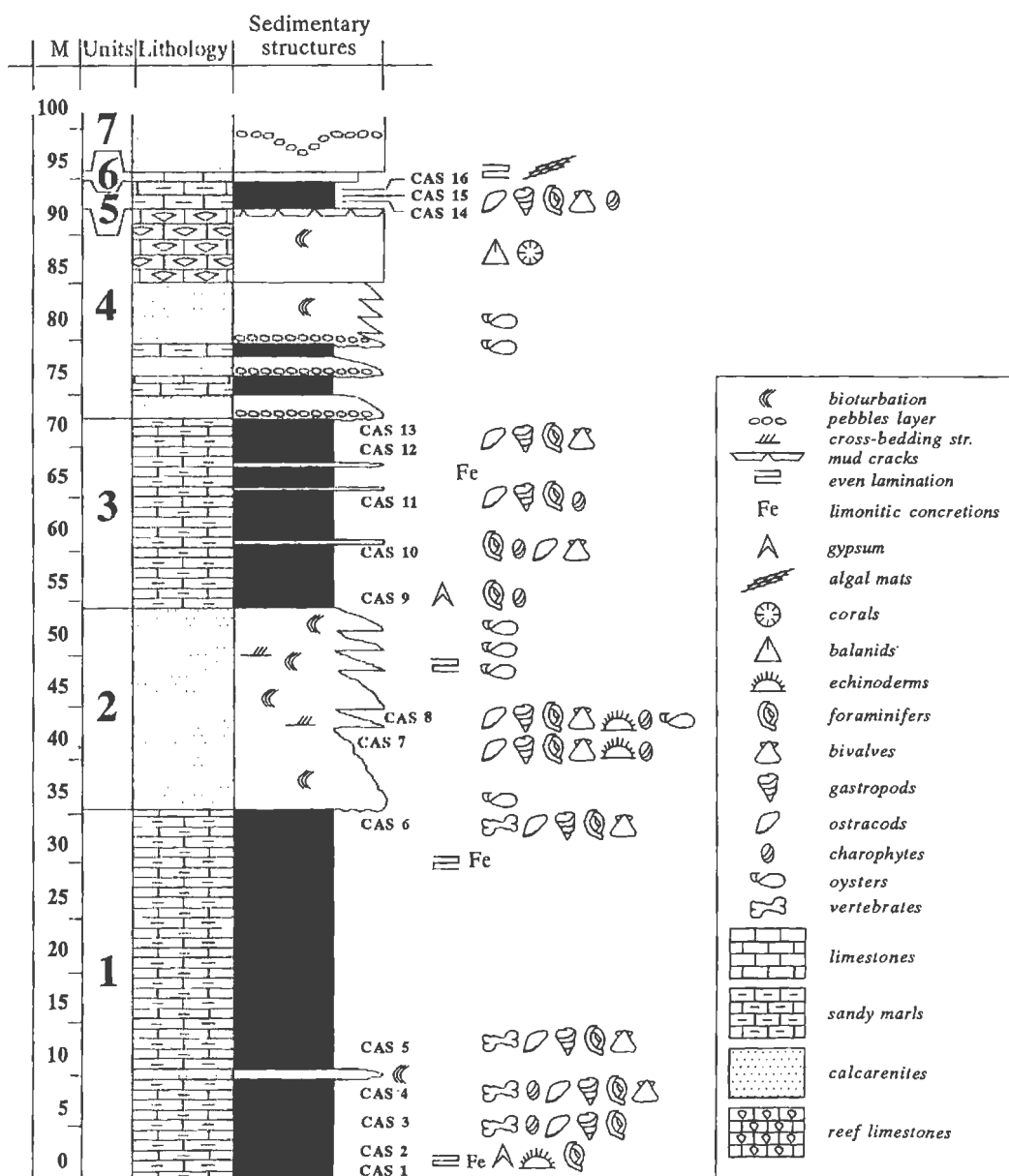


Figura 6: Columna litoestratigráfica de la Sección del Cerro de Castro. Las muestras con foraminíferos aparecen indicadas a la derecha de la columna. (de Sánchez Ferris et al., 1995)

TABLA 1. Número de individuos y porcentaje en las diferentes especies de foraminíferos de los niveles de la sección del Cerro de Castro. (de Sánchez Feris et al., 1995)

ESPECIES	CAS 7		CAS 9		CAS 11		CAS 12		CAS 13		CAS 14		CAS 15		CAS 16	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Ammonia beccarii</i>	1652	55,87	13	30,95	997	47,27	283	77,96	323	68,43	199	86,15	115	100	33	97,06
<i>Ammonia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Asterigerinata planorbis</i>	2	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,43	-	-	-	-
<i>Astrononion</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Aubignyna mariei</i>	882	29,83	12	28,57	1074	51,93	69	19,01	125	26,48	4	1,73	-	-	1	2,94
<i>Aubignyna perlucida</i>	104	3,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bigenerina</i> cf. <i>nodosaria</i>	3	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bolivina pseudoplicata</i>	3	0,10	1	2,38	-	-	-	-	-	-	1	0,43	-	-	-	-
<i>Bolivina punctata</i>	18	0,61	-	-	-	-	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Bolivina</i> sp.	2	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brizalina arta</i>	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,43	-	-	-	-
<i>Buccella granulata</i>	2	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bulimina costata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,87	-	-	-	-
<i>Bulimina elongata</i>	2	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bulimina</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cibicides boeanus</i>	2	0,07	-	-	-	-	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Cibicides lobatulus</i>	8	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,43	-	-	-	-
<i>Cibicides</i> sp.	2	0,07	-	-	1	0,05	-	-	1	0,21	1	0,43	-	-	-	-
<i>Elphidium advenum</i>	21	0,71	2	4,76	2	0,10	-	-	-	-	2	0,87	-	-	-	-
<i>Elphidium</i> cf. <i>advenum</i>	8	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elphidium complanatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Elphidium crispum</i>	36	1,22	-	-	1	0,05	3	0,83	3	0,64	4	1,73	-	-	-	-
<i>Elphidium</i> cf. <i>crispum</i>	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elphidium granosum</i>	136	4,60	3	7,14	1	0,05	1	0,28	2	0,42	6	2,60	-	-	-	-
<i>Elphidium</i> cf. <i>granosum</i>	-	-	-	-	6	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elphidium</i> sp.	2	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glabratella patelliformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,43	-	-	-	-
<i>Globocassidulina oblonga</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Gyroidinoides umbonatus</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haynesina depressula</i>	33	1,12	-	-	-	-	3	0,83	5	1,06	3	1,30	-	-	-	-
<i>Haynesina</i> cf. <i>depressula</i>	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haynesina germanica</i>	2	0,07	11	26,19	1	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haynesina</i> cf. <i>germanica</i>	1	0,03	-	-	3	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heterolepa dertonensis</i>	7	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,43	-	-	-	-
<i>Lagena</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,43	-	-	-	-
<i>Nodosaria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,43	-	-	-	-
<i>Nonion commune</i>	6	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nonion pompilioides</i>	-	-	-	-	1	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nonion</i> sp.	4	0,14	-	-	1	0,05	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Oolina hexagona</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,43	-	-	-	-
<i>Plectofrondicularia</i> sp.	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurostomella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Quinqueloculina seminula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Quinqueloculina</i> sp.	2	0,07	-	-	-	-	1	0,28	2	0,42	-	-	-	-	-	-
<i>Reussella spinulosa</i>	3	0,10	-	-	-	-	1	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rosalina</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Sagrina dertonensis</i>	5	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,43	-	-	-	-
<i>Textularia gramen</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Textularia</i> sp.	3	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trifarina bradyi</i>	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Uvigerina</i> sp.	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



como el estudio sobre los foraminíferos de los niveles continentales de la sección de El Castro (Sánchez Ferris et al., 1995) y sobre la estratigrafía y sedimentología (Doménech y Soria, 1991; Estévez et al., 1991; Santisteban et al., 1997). Una interpretación paleoambiental de la secuencia se aborda en Montoya et al. (en prensa).

Entre los yacimientos del área destaca Crevillente 2, con una abundante fauna tanto de micro como de macrovertebrados, que se ha convertido en el yacimiento de referencia para la unidad de mamíferos MN11 (Mein, 1990, 1999; Bruijn et al., 1992), pero también cabe mencionar otros yacimientos de indudable interés. La sección de Los Orones-El Castro se compone de sedimentos del Tortoniense superior y del Mesiniense (Fig. 7) pero la serie completa del área de Crevillente-Elche también contiene depósitos pliocenos.

La secuencia del Mioceno superior del área de Crevillente que aquí se muestra representa la sección más completa conocida del Turoliense, aunque los límites inferior y superior de este piso continental no se hallan representados (Fig. 7). Por otra parte, el límite Tortoniense/Mesiniense se situaría en los depósitos marinos entre los yacimientos con micromamíferos de Crevillente 17 y Crevillente 22 (Martín Suárez y Freudenthal, 1998).

Un hecho que nos muestra de modo fehaciente el interés científico de los yacimientos miocenos con vertebrados del área de Crevillente es que algunos de ellos constituyen la localidad tipo de uno o varios taxones. La lista de las localidades tipo y de los taxones definidos en ellas es la siguiente:

**Crevillente 2:** *Neocricetodon occidentalis* (Aguilar, 1982), *Lucentia iberica* (Azaña y Montoya, 1995).

**Crevillente 15:** *Apocricetus plinii* (Freudenthal, Lacomba y Martín Suárez, 1991).

**Crevillente 7:** *Apodemus meini* (Martín Suárez y Freudenthal, 1993).

**Crevillente 17:** *Cricetulodon lucentensis* (Freudenthal, Lacomba y Martín Suárez, 1991), *Castromys littoralis* (Martín Suárez y Freudenthal, 1994).

A partir de los trabajos arriba mencionados se han establecido las siguientes listas faunísticas y florísticas, de los yacimientos más representativos del Neógeno continental del área de Crevillente:

## **Crevillente 2 (CR2): Turoliense inferior (MN11)**

### **Gasterópodos**

*Pseudamnicola* sp., *Gyraulus* sp., *Theodoxus* sp., *Anisus* sp., *Planorbarius* sp., *Hydrobia* sp., *Radix* sp., *Carychium* sp., *Vertigo* sp., *Megalotachea* sp. y numerosas limacellas de pulmonados desnudos (babosas).

### **Anfibios**

Orden Anura: *Rana perezii*

### **Reptiles**

Orden Crocodylia: *Eusuchia* indet.

Orden Squamata: *Ophisaurus* sp., *Lacerta* sp., *Dracaenosaurus* sp., *Vipera* sp., cf. *Naja* sp., Anguidae indet.

Orden Chelonia: *Cheirogaster* sp., *Testudo* sp.

### **Aves**

Orden Anseriformes: Anatidae indet.

### **Mamíferos**

Orden Rodentia: *Occitanomys sondaari*, *Huerzelerimys vireti*, *Apodemus* sp., *Apodemus lugdunensis*, *Hispanomys peralensis*, *Neocricetodon occidentalis*, *Cricetulodon bugesiensis*, *Eliomys truci*, *Muscardinus* sp., *Heteroxerus grivensis*, aff. *Aragoxerus* sp., *Hystrix parvae*.

Orden Insectivora: *Desmanella* sp., *Postpalerinaceus* cf. *vireti*, *Galerix iberica*.

Orden Lagomorpha: *Prolagus crusafonti*.

Orden Carnivora: *Indarctos atticus*, *Promephitis* sp., Viverridae indet., *Plioviverrops guerini*, *Adcrocuta eximia*, *Machairodus aphanistus*, *Paramachairodus ogygia*.

Orden Artiodactyla: *Microstonyx major*, *Dorcatherium navi*, *Lucentia iberica*, Muntiacinae indet., *Birgerbohlinia schaubi*, *Tragoportax gaudryi*.

Orden Perissodactyla: *Hipparion mediterraneum*, *Lartetotherium schleiermacheri*.

Orden Proboscidea: *Deinotherium giganteum*, *Tetralophodon longirostris*.

## **Crevillente 4b (CR4b): Turoliense inferior (MN11)**

### **Microflora**

*Pinus*, *Cedrus*, *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Helianthemum*, *Liguliflorae*, *Artemisia*, *Fagaceae*, *Quercus*, *Junglans*, *Oleaceae*, *Fraxinus*.

**Gasterópodos**

*Prososthenia* sp.

**Mamíferos**

Orden Insectivora: *Galerix iberica*, *Soricidae* indet., *Archaeodesmana* sp.

Orden Lagomorpha: *Prolagus crusafonti*.

Orden Rodentia: *Occitanomys sondaari*, *Huerzelerimys vireti*, *Apodemus lugdunensis*, *Hispanomys peralensis*, *Neocricetodon occidentalis*, *Eliomys truci*, *Muscardinus* sp., *Heteroxerus grivensis*.

**Crevillente 15 y 16 (CR15 y CR16):  
Turoliense medio (MN12)**

**Microflora**

*Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Typha*.

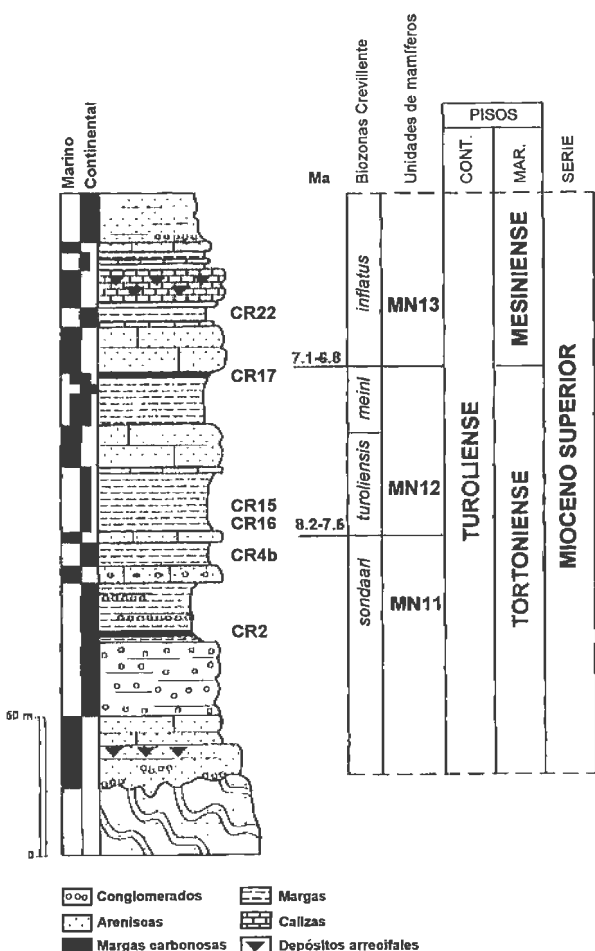


Figura 7: Sección de Los Orones-El Castro, con la situación de los yacimientos más representativos, y correlaciones bio y cronoestratigráfica. Las biozonas han sido establecidas por Martín Suárez y Freudenthal (1998). Las edades de los límites se han tomado de Dan (1997) y Opdyke et al. (1997).

**Gasterópodos**

*Neohoratia?* aff. *schlosseri*, *Pseudamnicola* sp., *Gyraulus* (*Armiger*) *lluecai*, *Stagnicola* sp., *Limacidae* indet.

**Reptiles**

Orden Crocodylia: *Eusuchia* indet.

Orden Squamata: *Ophidia* indet.

Orden Chelonia: *Testudo* sp.

**Mamíferos**

Orden Insectivora: *Soricidae* indet., *Galerix iberica*, *Talpidae* indet.

Orden Lagomorpha: *Prolagus crusafonti*.

Orden Rodentia: *Occitanomys adroveri*, *Huerzelerimys turoloensis*, *Apodemus barbarae*, *Hispanomys adroveri*, *Hispanomys* sp., *Neocricetodon* sp., *Apocricetus plinii*, *Eliomys truci*, *Muscardinus* sp., *Atlantoxerus adroveri*, *Spermophilinus turoloensis*.

Orden Carnivora: *Simocyon* sp., *Hyaenidae* indet., *Machairodus* sp., *Paramachairodus* sp.

Orden Artiodactyla: *Microstonyx major*, *Cervidae* indet., *Tragoportax gaudryi*, cf. *Hispanodorcas* sp.

Orden Perissodactyla: *Hipparion concudense* cf. *aguirrei*, *Lartetotherium schleiermacheri*

Orden Proboscidea: *Deinotherium giganteum*, *Tetralophodon longirostris*.

**Crevillente 17 (CR17): Turoliense medio (MN12)**

**Microflora**

*Pinus*, *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Araliaceae*, *Liguliflorae*, *Tubuliflorae*, *Fagaceae*, *Quercus*, *Oleaceae*, *Fraxinus*, *Phillyrea*.

**Gasterópodos**

*Theodoxus* sp., "*Hydrobia*" (*Peringia* ?) sp., *Melanopsis laevigata*, *Pirenella bidisjuncta*, *Cerithium* (*Plioceritium*) *obliquistoma*, *Terebralia bidentata perrugata*. (Abad, 1998; Iñesta y Calzada, 1997).

**Mamíferos**

Orden Chirotera: *Chirotera* indet.

Orden Insectivora: *Galerix iberica*, *Soricidae* indet., *Desmaninae* indet.

Orden Lagomorpha: *Prolagus crusafonti*

Orden Rodentia: *Occitanomys adroveri*, *Castromys littoralis*,

*Hispanomys* aff. *adroveri*, *Cricetulodon lucentensis*, *Eliomys truci*, *Muscardinus* sp., *Heteroxerus* sp.

### Crevillente 22 (CR22): Turolense superior (MN13)

#### Microflora

Triletes indet., Pinaceae, *Cedrus*, *Pinus*, *Sequoia*, *Acer*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Anacardiaceae, Cornaceae, Cyperaceae, Ericaceae, Fagaceae, *Quercus*, Geraniaceae, Juglandaceae, *Pterocarya*, *Junglans*, Labiatae, Malvaceae, Oleaceae, *Fraxinus*, *Phillyrea*, *Olea*, Palmae, Platanaceae, Plantaginaceae, Poaceae, *Rumex*, Ranunculaceae, Rhamnaceae, Rosaceae, Rubiaceae, *Salix*, Sapotaceae, *Ulmus-Zelkova*, Vitaceae.

#### Mamíferos

Orden Insectivora: *Galerix iberica*, *Blarinella* sp., Soricidae indet.

Orden Lagomorpha: *Prolagus crusafonti*

Orden Rodentia: *Occitanomys adroveri*, *Occitanomys alcalai*, *Castromys littoralis*, *Stephanomys ramblensis*, *Hispanomys* aff. *adroveri*, *Neocricetodon seseae*, *Heteroxerus* sp.

#### Edad de los yacimientos

En la figura 7 se sintetizan los datos bioestratigráficos y cronoestratigráficos obtenidos a partir de la sucesión de yacimientos de vertebrados de la serie de Los Orones-El Castro, que es quizás la sección más representativa del Mioceno superior del área de Crevillente.

Los yacimientos CR2 y CR4b muestran asociaciones de mamíferos típicas de la unidad MN11 de Mein, que se correspondería al piso Turolense inferior, en la escala continental. De hecho, Crevillente 2 se ha tomado como el yacimiento de referencia para esta unidad (Mein, 1990, 1999; Bruijn et al., 1992). CR15 y CR16 se incluyen ya en la siguiente unidad, la MN12, que marca el Turolense medio. CR17 aún no estaría incluido en la siguiente unidad, pero posee una asociación de micromamíferos no representada en el área tipo del Turolense (Alcalá et al., 1994; Dam, 1997), y que se aparta de cualquiera de las unidades MN definidas por Mein (1975, 1990, 1999). Por último, CR22 presenta ya una asociación característica de la unidad MN13, con lo que se situaría en el Turolense superior, correlacionable con el Mesiniense, en la escala marina.

Respecto a la datación de los límites entre los pisos continentales y las unidades de mamíferos, durante los

últimos años diversos autores han aportado datos radiométricos y paleomagnéticos que nos permiten tener un conocimiento cada vez más preciso. Así, Anadón et al. (1996), a partir de dataciones absolutas realizadas en la cuenca continental de Bicorp, estiman una edad entre 9,5 y 8,5 Ma para el límite Vallesiense-Turolense. Steininger et al. (1996) datan los límites entre las unidades de mamíferos de la siguiente manera: 9,0 Ma para el límite MN10-MN11, 8,2 para MN11-MN12, 7,1 para MN12-MN13 y 5,3 para MN13-MN14. Opdyke et al. (1997), basándose en un estudio magnetoestratigráfico de varias cuencas orientales de la Península Ibérica, proponen las siguientes edades para los límites entre dichas unidades: 8,1 Ma para el límite MN11-MN12, 6 Ma para el tránsito MN12-MN13 y 4,9 Ma para el límite MN13-MN14. Por otro lado, Dam (1997), a partir también de dataciones paleomagnéticas en la Fosa de Teruel, indica una edad de 8,7 Ma para el tránsito MN10-MN11, de 7,5 Ma para el tránsito MN11-MN12, y de 6,8 Ma para el límite MN12-MN13.

A partir de todos estos datos podemos estimar que el intervalo temporal representado en la secuencia de yacimientos aquí considerados abarca desde unos 8,5 Ma para el yacimiento más bajo (Crevillente 2) hasta alrededor de 6 Ma para el yacimiento más alto (Crevillente 22) (Fig. 7).

#### Interpretación paleoambiental

Dentro de las facies de llanura de inundación, correspondientes a la unidad V, se situaría el yacimiento de CR2 en el cual, como ya se ha mencionado, ha aparecido una abundante fauna de vertebrados. En esta asociación encontramos especies marcadoras de diversos hábitats. Entre las especies indicadoras de un ambiente acuático podemos citar las anátidas, cocodrilos y formas juveniles del género *Testudo*. Dentro ya de los mamíferos, cabe citar *Dorcatherium nauyi*, especie incluida en la familia Tragulidae, cuyos representantes actuales viven en las proximidades de los cursos de agua, en zonas con abundante vegetación. En cambio, otros elementos de esta asociación de mamíferos, como *Tragoportax* e *Hipparion*, indicarían más bien un paisaje abierto de tipo sabana. En cuanto a las implicaciones paleoclimáticas de esta asociación de vertebrados podemos mencionar que dentro de los reptiles, la presencia de elápidos, cocodrilos y formas gigantes de Testudínidos se relacionaría con climas cálidos, subtropicales o tropicales. También en Crevillente 2 se ha encontrado una asociación de gasterópodos, con elevada diversidad y abundancia de pulmonados acuáticos, que marca claramente condiciones dulceacuícolas de poca profundidad y con vegetación de macrófitos. El carácter higrófilo de la mayor

parte de los pulmonados terrestres recogidos, es coherente con este ambiente.

En las facies deltaicas correspondientes a la unidad VI que cronológicamente abarca desde el Turoliense medio (MN 12) al Turoliense superior (MN 13) o Ventiense, se han encontrado yacimientos con gasterópodos y vertebrados, además del registro polínico significativo en una de las localidades.

Asignado al Turoliense medio encontramos el yacimiento de CR15, con un registro de macro y microvertebrados, en el que se ha observado la presencia de restos de cocodrilos que denotarían, como ya se ha mencionado anteriormente, ambientes húmedos asociados a cursos de agua y elevadas temperaturas. También se han encontrado en CR15 gasterópodos y carofitas. La abundancia en la muestra de planórbidos del género *Gyraulus*, que son muy estenohalinos, permite inferir la ausencia de sales disueltas en la masa de agua en que se depositó el material (aguas muy dulces), así como la existencia de macrófitos en su zona litoral.

También por lo que respecta a los gasterópodos, hemos hallado en los niveles de CR4b y CR17 especies acuáticas correspondientes a grupos de hábitat bien diferente del anterior, que se caracterizan por su resistencia a los cambios de salinidad (Anadón et al., 1987; Anadón, 1989; Lozouet, 1986; Robles, 1989; entre otros). Tanto *Theodoxus* como los Hydróbidos, los Potamídidos y los Ceríthidos presentan afinidad marina y se encuentran en ambientes de salinidad muy variable. Si bien *Theodoxus* y numerosas especies de Hydróbidos soportan las aguas dulces, los Potamídidos y los Ceríthidos sólo aparecen en aguas con una cierta salinidad, desde lagoons y estuarios hasta ríos salados y lagos salinos litorales e intracontinentales (Plaziat, 1993; Anadón, 1989). La ausencia de especies dulceacuícolas poco resistentes a la salinidad da una fuerte coherencia hábitat-fauna a las asociaciones registradas que hemos estudiado y permite inferir un ambiente de aguas salinas para las entidades paleobiológicas que las componen, lo cual es acorde con los datos sedimentológicos referidos a la Unidad VI.

La fauna de microvertebrados encontrada en los yacimientos CR7, CR8 y CR17, situados en el tramo superior de dicha unidad, indica condiciones de aridez mayores que las observadas en los yacimientos de CR2 y CR15. También cabe destacar la llegada de especies inmigrantes africanas.

Por lo que respecta al yacimiento de CR22, incluido ya en el Turoliense superior, los datos de microvertebrados señalan una mezcla de faunas típicas africanas y europeas, al igual que ocurre con otros yacimientos españoles de la misma época. Este fenómeno puede relacionarse con la crisis de salinidad del Messiniense, que para algunos autores daría lugar a la desecación parcial del Mediterráneo (Hsü et al., 1977), permitiendo migraciones faunísticas entre Europa y África.

## Conclusiones

Los depósitos que componen la serie del Neógeno de Crevillente, entre los Orones y el Cerro de Castro, fueron formados, a grandes rasgos, dentro de un sistema deltaico.

La Unidad Deposicional V representa un ambiente de llanura aluvial distal, en tránsito al medio fluvial, y contiene sedimentos característicos de llanura de inundación. Aquí se encuentra el yacimiento CR2, con una abundante asociación de macro y microvertebrados.

Los sedimentos del tramo superior de la serie, que constituyen la Unidad Deposicional VI, fueron formados en un medio de transición tipo delta. Los depósitos que forman esta unidad están organizados en secuencias transgresivo-regresivas. La base de cada secuencia está constituida por margas formadas en una bahía interdistributaria, mientras que los depósitos del techo son continentales lacustres. Hay que destacar que los yacimientos estudiados, dentro de esta unidad, están localizados en los materiales del techo de la secuencia, es decir en los depósitos lacustres.

Del estudio de los gasterópodos, se puede concluir que las asociaciones encontradas se pueden dividir, por una parte, en asociaciones típicas de agua dulce (CR2 y CR15), y por otra en asociaciones propias de salinidad anómala, sin representantes de agua dulce ni marina de salinidad normal (CR4b y CR17), no pudiéndose decidir, en este segundo caso, si se corresponden con ambientes salobres o bien con ambientes hipersalinos.

Según el estudio tafonómico realizado a partir de los micromamíferos, se deduce que los restos no se han visto sometidos a un acusado transporte. Por lo tanto podemos considerar que las asociaciones fósiles se componen básicamente de elementos autóctonos. Los yacimientos CR5a, CR15, CR7, CR8 y CR17, se engloban dentro del Tipo I, caracterizados por la excelente preservación del material. Los yacimientos restantes (CR2, CR4b y CR14) se engloban dentro del Tipo II, caracterizado por la

alteración de los restos fósiles, debida a "otras causas" diferentes del transporte, como serían ácidos gástricos, meteorización, ácidos húmicos, etc.

El análisis de la diversidad de las asociaciones de micromamíferos, mediante la aplicación del índice de Shannon-Wiener, pone de manifiesto la presencia de tres tipos de valores para la sucesión de yacimientos. Según esto, nos encontramos con un tramo inferior, caracterizado por altos valores del índice de diversidad (CR2, CR4b, CR5a y CR15); a continuación un tramo intermedio, con valores bajos del índice de diversidad (CR7, CR8 y CR17), y por último un tramo superior, representado por el yacimiento CR14, con un elevado valor del índice de diversidad.

Los yacimientos estudiados, a partir de los cuales se ha podido establecer la reconstrucción paleoambiental, se hallan localizados en las Unidades deposicionales V y VI. La Unidad Deposicional V se corresponde a una amplia llanura de inundación, enmarcada dentro de un clima cálido, subtropical o tropical, con abundante vegetación y numerosas zonas de agua permanente o estacional. Estas características vienen indicadas por la presencia de anátidas, cocodrilos, testudínidos o especies como

*Dorcatherium nauí*, en Crevillente 2. La Unidad Deposicional VI se enmarcaría dentro de un ambiente sedimentario deltaico, que daría lugar a un paisaje caracterizado por la presencia de lagunas y riachuelos.

La existencia de especies de micromamíferos adaptados a medios secos, encontradas en el tramo medio y superior de la Unidad deposicional VI (CR7, CR8, CR17), indican quizás un aumento de la aridez, a medida que se avanza en la serie estratigráfica.

La reconstrucción paleoambiental de la parte superior de la serie, inferida a partir del estudio polínico, implica la presencia de un conjunto de lagunas y riachuelos sobre las que se desarrollaría una vegetación más o menos densa. Estas zonas húmedas estarían separadas entre sí por áreas de pradera o bosque abierto. Basándonos en el contenido palinológico, se puede atribuir a la parte superior de la serie un clima templado-cálido, de carácter seco.

Así pues, podemos concluir que a lo largo de la secuencia, que abarca todo el Turoliense (aproximadamente entre 9 y 5,5 m.a. antes de la actualidad) se detecta una evolución desde un clima cálido-tropical de carácter húmedo, a uno templado-cálido con fuertes signos de aridez.

## REFERENCIAS

- Abad, A. (1998): Comentario al artículo: "Algunos gasterópodos miocénicos de Crevillente (Alicante), de Manuel Iñesta y Sebastián Calzada" *Noveldiana*, 3: 13-14.
- Alberdi, M.T. (1974): El género *Hipparion* en España. Nuevas formas de Castilla y Andalucía, revisión e historia evolutiva. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 1: 1-146.
- Alberdi, M.T. y Montoya, P. (1988): *Hipparion mediterraneum* ROTH & WAGNER, 1855 (*Perissodactyla*, *Mammalia*) del yacimiento del Turoliense inferior de Crevillente (Alicante, España). *Mediterránea Ser. Geol.*, 7:107-143.
- Alcalá, L., Alonso Zarza, A.M., Calvo, J.P., Morales, J. y Sanz, M.E. (1994): Litoestratigrafía y paleontología del área tipo del Turoliense (Mioceno superior continental). *Comunicaciones II Congreso del Grupo Español del Terciario*, Jaca, : 11-14.
- Alcalá, L., Azanza, B., Cerdeño, E., Iñesta, M., Juan, J.R., Montoya, P., Mora, P. y Morales, J. (1987): Nuevos datos sobre los macromamíferos turolienses de Crevillente (Alicante). *Geogaceta*, 3: 24-27.
- Alcalá, L. y Montoya, P. (1989-1990): Las faunas de macromamíferos del Turoliense inferior español. *Paleont. Evol.*, 23: 111-119.
- Alfaro, P., Soria, J.M. y Ruiz-Bustos, A. (1995): Precisiones bioestratigráficas y paleoecológicas en el Neógeno de la cuenca del Bajo Segura (Cordillera Bética oriental). *Estudios Geológicos*, 51: 57-63.
- Anadon, P. (1989): Los lagos salinos interiores (atalásicos) con fauna de afinidad marina del Cenozoico de la Península Ibérica. *Acta Geológica Hispánica*, 24: 83-102.
- Anadón, P., López Martínez, N., Mitjavila, J.M., Utrilla, R. y Vázquez, A. (1996): New Late Miocene mammal sites correlated with the radiometric scale from the Bicorp Basin (Eastern Spain). *Geobios*, 29 (2): 251-260.
- Arenillas, I. (1996): Los foraminíferos planctónicos del Paleoceno-Eoceno inferior: sistemática, bioestratigrafía y paleoceanografía. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 513 p. (inédita).

- Arenillas, I., Canudo, J.I. y Molina, E. (1993): Correlación entre la magnetoestratigrafía y la bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos del Paleoceno inferior en Agost (Béticas) y Zumaya (Pirineos). Actas IX Jornadas de Paleontología, 1-6.
- Arz, J.A. (1996): Los foraminíferos planctónicos del Campaniense y Maastrichtiense: bioestratigrafía, cronoestratigrafía y eventos paleoecológicos. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 419 p. (inédita).
- Arz, J.A. y Arenillas, I. (1996): Discusión de los modelos de extinción para los foraminíferos planctónicos del límite Cretácico/Terciario en el corte de Agost (Cordilleras Béticas). XII Bienal Real Sociedad española de Historia Natural, 281-286.
- Arz, J.A., Canudo, J.I. y Molina, E. (1992): Estudio comparativo del Maastrichtiense de Zumaya (Pirineos) y Agost (Béticas) basado en el análisis cuantitativo de los foraminíferos planctónicos. Actas III Congreso Geológico de España. 1: 487-491.
- Azanza, B. (1989). Los Cervidae (Artiodactyla, Mammalia) del Mioceno de las cuencas del Duero, Tajo, Calatayud-Teruel y Levante. Tesis doctoral, Univ. Zaragoza, 387 p., 33 lám.
- Azanza, B. y Montoya, P. (1995): A new deer from the Lower Turolian of Spain. *Journal of Paleontology*, 69: 1163-1175.
- Bruijn, H. de, Daams, R., Daxner-Höck, G., Fahlbusch, V., Ginsburg, L., Mein, P. y Morales, J. (1992): Report of the RCMNS working group on fossil mammals, Reisensburg 1990. *Newsl. Stratigr.*, 26 (2/3): 65-118.
- Bruijn, H. de, Mein, P., Montenat, C. y Weerd, A. van de. (1975): Correlations entre les gisements de rongeurs et les formations marines du Miocène terminal d'Espagne meridionale (provinces d'Alicante et de Murcia). *Kon. Ned. Akad. Wet. Proc.*, ser. B, 78 (4): 1-32,
- Canudo, J.I., Keller, G. y Molina, E. (1991): Cretaceous/Tertiary boundary extinction pattern and faunal turnover at Agost and Caravaca, S.E. Spain. *Marine Micropaleontology*, 17: 319-341.
- Catafau, E., Gaytán de Ayala, M., Pereda, I. Vázquez, J.T. y Wandosell, J. (1994): Mapa geológico de la plataforma continental española y zonas adyacentes. Escala 1:200.000. Hoja 72-73. Elche-Alicante. Instituto Tecnológico Geominero de España, 73 p.
- Cerdeño, E. (1989): Revisión de la sistemática de los rinocerontes del Neógeno de España. Ed. Univ. Complutense, Madrid, 429 p., 64 tab., 51 lám.
- Colom G. (1954): Estudio de las biozonas con foraminíferos del Terciario de Alicante. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 66, 279 p.
- Cremades, J. (1982): Contribución al conocimiento de los foraminíferos planctónicos y al estudio bioestratigráfico del Eoceno y Oligoceno del sector oriental de las Cordilleras Béticas. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 359, 331 p.
- Dam, J. A. van. (1997): The small mammals from the upper Miocene of the Teruel-Alfambra region (Spain): Paleobiology and paleoclimatic reconstructions. *Geologica Ultraiectina*, 156: 1-204.
- Doménech, C. y Soria, A. (1991): Secuencia estratigráfica y análisis de facies del Mioceno entre Elche y Crevillente (Cordilleras Béticas. Alicante). *Geogaceta*, 10: 52-54.
- Estévez, A., Soria, J. y Alfaro, P. (1991): La alineación estructural de Crevillente-Alicante. *Estratigrafía y tectónica. Com. I Congreso del Grupo Español del Terciario*: 117-119.
- Freudenthal, M., Lacomba, J.I. y Martín Suárez, E. (1991a): The Cricetidae (Mammalia, Rodentia) from the Late Miocene of Crevillente (prov. Alicante, Spain). *Scripta Geol.*, 96: 9-46.
- Freudenthal, M., Lacomba, J.I., Martín Suárez, E. y Peña, J.A. (1991b): The marine and continental Upper Miocene of Crevillente (Alicante, Spain). *Scripta Geol.*, 96: 1-8.
- Freudenthal, M., Mein, P. y Martín Suárez, E. (1998): Revision of Late Miocene and Pliocene Cricetinae (Rodentia, Mammalia) from Spain and France. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 7: 11-93.
- Gonzalvo, C. y Molina, E. (1998): Planktic foraminiferal biostratigraphy across the Lower-Middle Eocene transition in the Betic Cordillera (Spain). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abh.*, 11. 671-693.
- Groot, J.J., De Jonge, R.B.G., Langereis, C.G., Ten Kate, W.G.H.Z. y Smit, J. (1989): Magnetostratigraphy of the Cretaceous-Tertiary boundary at Agost (Spain). *Earth and Planetary Science Letters*, 94: 385-397.
- Hsü, K. J., Montarder, L., Bernouilli, D., Cita, M. B., Erickson, A., garrison, R. E., Kidd, R.B., Mélières, F., Müller, C. and Wright, R. (1977): History of the Mediterranean salinity crisis. *Nature*, 267: 399-403.

- Iñesta, M y Calzada, S. (1997): Algunos gasterópodos miocénicos de Crevillente (Alicante). *Noveldiana*, 2:19-28.
- Isuman, N. (1983): Mikropaläontologische Untersuchungen vonn Grossforaminiferen (Nummuliten und Assilinen) in Alttertiär von Südostspanien (Aspe und Agost in der Provinz Alicante). *Berliner geowiss*, 49: 61-170
- Jerez Mir, F. (1981): Propuesta de un nuevo modelo tectónico general para las Cordilleras Béticas. *Boletín Geológico y Minero*, 92: 1-18.
- Lozouet, P. (1986): Rédefinition des genres *Potamides* et *Pirenella* (Gastropoda, Prosobranchia) à partir des espèces actuelles et fossiles: implications phyllétiques et biogéographiques. *Annales Paléontologie*, 72: 163-210.
- Made, J. van der, Montoya, P. y Alcalá, L. (1992): *Microstonyx* (Suidae, Mammalia) from the Upper Miocene of Spain. *Geobios*, 25 (3): 395-413.
- Márquez, L. (1975): Microbioestratigrafía del Paleógeno de la zona Este de la Provincia de Alicante. Tesis de Licenciatura. Universidad Complutense. Madrid. (inérita).
- Márquez, L. (1979): Estudio sobre las asociaciones de foraminíferos bentónicos del Eoceno inferior de Agost (Alicante). IV Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Valencia
- Márquez, L. (1983): Estudio de algunos aspectos paleobiológicos, sistemáticos y bioestratigráficos de los foraminíferos del Eoceno inferior de la zona central de la provincia de Alicante. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid, 177 p.
- Márquez, L. (1991): El Eoceno inferior y Medio de Agost (Provincia de Alicante). *Revista Española de Paleontología*, nº Extra: 197-204.
- Márquez, L. y Usera, J. (1984): Bioestratigrafía (foraminíferos) del Eoceno de la localidad de Agost (Provincia de Alicante). *Acta Geológica Hispánica*, 19: 19-28
- Martín Suárez, E. y Freudenthal, M. (1993): Muridae (Rodentia) from the Lower Turolian of Crevillente (Alicante, Spain). *Scripta Geologica*, 103: 65-118.
- Martín Suárez, E. y Freudenthal, M. (1994): *Castromys*, a new genus of Muridae (Rodentia) from the Late Miocene of Spain. *Scripta Geologica*, 106: 11-34.
- Martín Suárez, E. y Freudenthal, M. (1998): Biostratigraphy of the continental Upper Miocene of Crevillente (Alicante, SE Spain). *Geobios*, 31 (6): 839-847.
- Mein, P. (1975): Proposition de Biozonation du Néogène Méditerranéen à partir des mammifères. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 4: 112-113.
- Mein, P. (1990): Updating of MN zones. En E.H. Lindsay et al. (eds.), *European Neogene Mammal Chronology*, Plenum Press, New York, : 73-90.
- Mein, P. (1999): European Miocene Mammal Biochronology. In G.E. Rössner y K. Heissig (eds.), *The Miocene Land Mammals of Europe*, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München: 25-38.
- Mein, P. y Martín Suárez, E. (1994): *Galerix iberica* sp. nov. (Erinaceidae, Insectivora, Mammalia) from the Late Miocene and Early Pliocene of the Iberian Peninsula. *Geobios*, 26: 723-230.
- Molina, E., Arenillas, I. y Arz, J.A. (1996): The Cretaceous/Tertiary boundary mass extinction in planktonic foraminifera at Agost, Spain. *Revue de Micropaléontologie*. 39(3): 225-243.
- Molina, E., Arenillas, I. y Arz, J.A. (1998): Mass extinction in planktic foraminifera at the Cretaceous/Tertiary boundary in subtropical and temperate latitudes. *Bulletin de la Société Geologique de France*. 169(3): 351-363.
- Molina, E., Cosovic, V., Gonzalvo, C y Von Salis, K. (En prensa). Integrated biostratigraphy across the Ypresian/Lutetian boundary at Agost, Spain. *Revue de Micropaléontologie*.
- Momparler, R. (1996): Los géneros *Machairodus* y *Amphimachairodus* (Machairodontini, Felidae, Mammalia) del Turoliense de España: anatomía y revisión taxonómica. Tesis de Licenciatura, Universitat de València, 89 p.
- Montenat, C. (1973): Les Formations Néogènes et Quaternaires du Levant Espagnol (Provinces d'Alicante et de Murcia). Thèse Sciences Université Orsay-Paris-Sud, 1170 p.
- Montenat, C. y Crusafont, M. (1970): Découverte de Mammifères dans le Néogène et le Pléistocène du Levant espagnol (Provinces d'Alicante et de Murcia). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 270, sér. D: 2434-2437.

- Montoya, P. (1990): Primeros datos sobre la tafonomía de Crevillente-2. Comunicaciones 1ª Reunión de Tafonomía y Fosilización, Madrid: 237-244.
- Montoya, P. (1993): The porcupine *Hystrix suevica* Schlosser, 1884 from the Lower Turolian of Crevillente 2 (Spain). Scripta Geologica, 103: 135-149.
- Montoya, P. (1994): Los macromamíferos del Mioceno superior del área de Crevillente (Alicante). Tesis doctoral, Universitat de València, 421 p., 36 lám.
- Montoya, P. (1997): Los hiénidos (Carnivora, Mammalia) del Mioceno Superior (Turoliense inferior) de Crevillente 2 (provincia de Alicante, España). Revista Española de Paleontología, 12 (2): 265-273.
- Montoya, P. y Alberdi, M. T. (1995): Crevillente 15 y Crevillente 16, dos nuevos yacimientos con macromamíferos en el Mioceno superior de Alicante. Estudios Geológicos, 51 (3-4): 159-182.
- Montoya, P., Alcalá, L. y Morales, J. (2000): New fossils of *Indarctos* (Ursidae, Mammalia) from the Spanish Turolian (Upper Miocene). Scripta Geologica, en prensa.
- Montoya, P., Belló, D., Robles, F., Ruiz Sánchez, F.J. y Santisteban, C. (en prensa). Análisis paleoambiental del Neógeno continental del área de Crevillente (Alicante, España). Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, Alicante.
- Montoya, P. y Morales, J. (1991): *Birgerbohlinia schaubi* CRUSAFONT, 1952 (Giraffidae, Mammalia) del Turoliense inferior de Crevillente-2 (Alicante, España). Filogenia e historia biogeográfica de la subfamilia Sivatheriinae. Bull. Mus. natl. Hist. nat., Paris, 4e sér., 13, C (3-4): 177-200.
- Opdyke, N., Mein, P., Lindsay, E., Pérez González, A., Moissenet, E. y Norton, V.L. (1997): Continental deposits, magnetostratigraphy and vertebrate paleontology, late Neogene of Eastern Spain. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 133: 129-148.
- Pardo, A., Ortiz, N. y Keller, G. (1996): Latest Maastrichtian and K/T boundary foraminiferal turnover and environmental changes at Agost, Spain. En MacLeod, N. y Keller, G. (Eds). Cretaceous-Tertiary mass extinctions: biotic and environmental changes. Norton & Company, New York. 139-171.
- Plaziat, J. C. (1993): Modern and fossil Potamid (Gastropoda) in Saline lakes. Journal of Paleolimnology, 8: 163-169.
- Robles, F. (1989): Moluscos continentales del Plioceno de Guadix-Baza. Trabajos Neógeno-Cuaternario, 11: 127-138.
- Sánchez Ferris, E.J., Usera, J. y Soria, A. (1995): Benthic foraminiferal assemblages of the Upper Miocene of the Crevillente area (Alicante province, Spain): preliminary results. Revista Española de Micropaleontología, 27 (1): 39-49.
- Santisteban, C. de, Montoya, P., Usera, J. y Robles, F. (1997): El Terciario marino y continental de Alicante. En L. Alcalá y A.M. Alonso (eds.), Itinerarios Geológicos en el Terciario del Centro y Este de la Península Ibérica, Universidad Complutense de Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid: 73-107.
- Steininger, F.F., Berggren, W.A., Kent, D.V., Bernor, R.L., Sen, S. y Agustí, J. (1996): Circum-Mediterranean Neogene (Miocene and Pliocene) Marine-Continental Chronologic Correlations of European Mammal Units. In R.L. Bernor et al. (eds.), The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas, Columbia University Press, New York: 7-46.
- Usera, J., Sánchez-Ferris, E.J. y Soria, A. (1990): Foraminíferos y procesos tafonómicos en el Mioceno terminal de Crevillente (Alicante). Com. VI Jornadas de Paleontología de la Sociedad Española de Paleontología. Madrid: 62.
- Von Hillebrandt, A. (1974): Bioestratigrafía del Paleogeno en el Sureste de España (Provincias de Murcia y Alicante). Cuadernos de Geología, 5: 135-153.
- Von Hillebrandt, A. (1976): Los foraminíferos planctónicos, nummulíticos y cocolitofóridos de la zona de *Globorotalia palmerae* del Cuisiense (Eoceno inferior) en el SE de España (Provincias de Murcia y Alicante). Revista Española de Micropaleontología, 8: 323-394.
- Weers, D.J. Van y Montoya, P. (1996): Taxonomy and stratigraphic record of the oldest European porcupine *Hystrix parvae* (Kretzoi, 1951). Proceedings Koninklijke Nederlandse Akademie Van Wetenschappen, 99 (1-2): 131-141.