

# Fósiles de pisadas de aves en el Oligoceno de Etaio (Navarra, Cuenca del Ebro)

## *Fossil avian footprints from the Oligocene of Etaio (Navarre, Ebro Basin)*

X. Murelaga <sup>(1)</sup>, H. Astibia <sup>(1)</sup>, J.I. Baceta <sup>(1)</sup>, Y. Almar <sup>(2)</sup>, B. Beamud <sup>(2,3)</sup> y J.C. Larrasoña <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad del País Vasco/EHU, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Apartado 644, E-48080 Bilbao, e-mail: xabier.murelaga@ehu.es.

<sup>(2)</sup> Grupo de Geodinámica y Análisis de Cuencas (GGAC), Facultad de Geología, Universidad de Barcelona (UB), C/ Martí Franqués s/n, 08028 Barcelona.

<sup>(3)</sup> Laboratorio de Paleomagnetismo, Serveis de Suport a la Recerca UB- CSIC

<sup>(4)</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza

### ABSTRACT

*In this paper, we report and describe avian fossil remains recently found near the village of Etaio (Navarre province). The remains are small footprints and casts that may be attributed to Charadriiformes. Of the three morphotypes recognized, two and one of them are tetradactyl and tridactyl autopods, respectively. The described fossils remains from Etaio are the first reported avian footprints in the Oligocene continental sediments of Navarra.*

**Key words:** Ichnites, Avians, Oligocene, Navarre, Ebro Basin

*Geogaceta*, 41 (2007), 139-142

ISSN: 0213683X

### Introducción

Este trabajo constituye una nueva cita sobre icnitas fósiles de aves en el Paleógeno del sector navarro de la Depresión del Ebro. Los datos provienen de un pequeño afloramiento ubicado junto a la población de Etaio, a unos 10 kilómetros al suroeste de la ciudad navarra de Estella-Lizarra (Fig. 1). Desde un punto de vista geológico pertenece a la Formación Mués, de edad Oligoceno, en donde se conocen dos enclaves con huellas fósiles de mamíferos; el primero de ellos ubicado en materiales similares a los descritos en este trabajo, junto a la cercana población de Olexoa (Oléjua) (Murelaga *et al.* 2000), y el segundo en afloramientos más orientales de la misma unidad litoestratigráfica, en la proximidades del pueblo de Olkutz (Astibia *et al.*, 1994).

Las huellas fósiles descritas en esta nota fueron descubiertas por tres de los firmantes (J.C. L., Y. A. y B. B.), mientras realizaban una campaña de recogida de muestras para estudios de paleomagnetismo en el área de Mués. Los restos fueron encontrados en el techo de un paleocanal de arenisca de unos 3 metros de longitud y unos 30 cm de potencia. Dentro de este paleocanal los icnofósiles afloran en la zona central del mismo. También se han preservado algunos moldes (hiporelieves convexos) en las lutitas suprayacentes. Gran parte del afloramiento fue

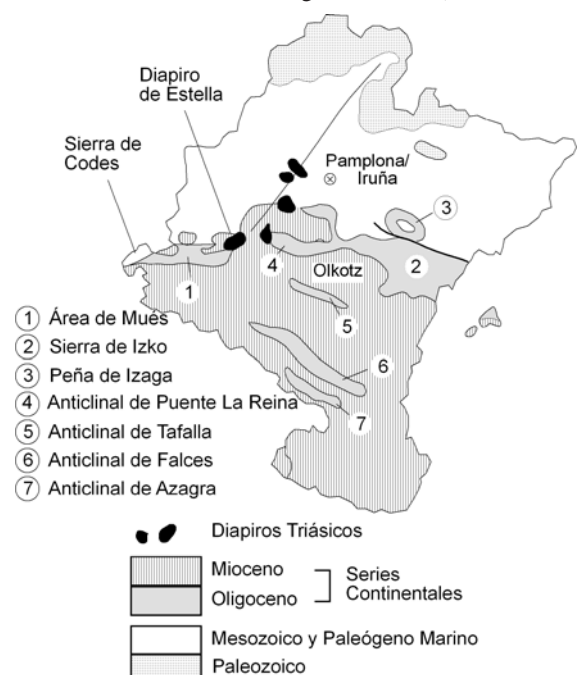
explotado, por lo que el resto de la roca con huellas fue trasladado a los almacenes de Príncipe de Viana (Gobierno de Navarra) para evitar la pérdida total de este patrimonio.

Esta nota vuelve a destacar el importante registro paleoicnológico de vertebrados del Terciario de Navarra (Astibia *et al.*, en prensa) pero, a su vez, también pretende constituir una pequeña aportación al todavía escaso conocimiento de las faunas de vertebrados del

Paleógeno del Sector Noroccidental de la Depresión del Ebro, concretado tan sólo en los datos paleoicnológicos de los yacimientos navarros de Olkutz (Astibia *et al.*, 1994) y área de Ledea-Xabier (Liédena-Javier) (Payros *et al.*, 2000) y los yacimientos de Zambrana y Loza (Alava), únicas localidades que han suministrado por el momento evidencias directas de vertebrados fósiles en toda el área de estudio (Astibia *et al.*, 2000, Badiola, 2004, Murelaga *et al.*, 2006).

**Fig. 1.- Distribución de afloramientos del Oligoceno en Navarra, indicando las 7 áreas principales que se reconocen a nivel cartográfico y la ubicación del yacimiento del Etaio.**

*Fig. 1.- Map of Oligocene outcrops in Navarre, showing the principal geological structures and the location of the Etaio site.*



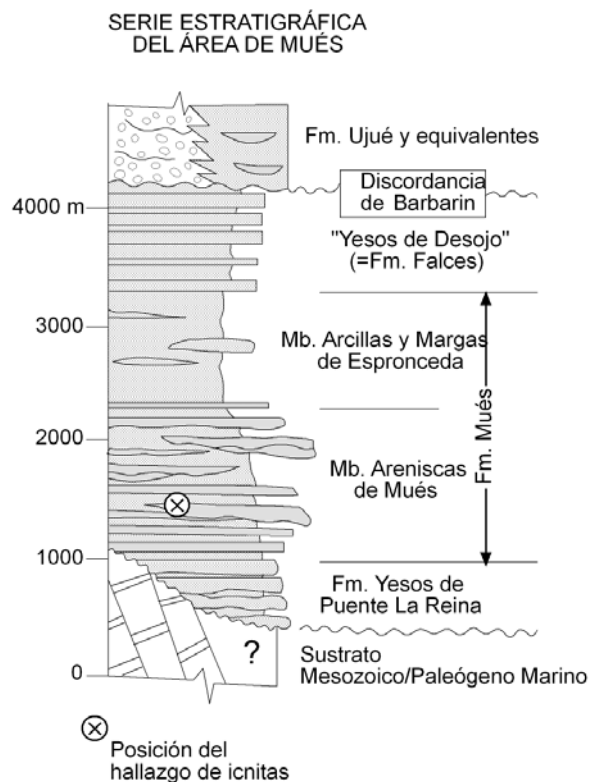


Fig. 2.- Serie estratigráfica general del Oligoceno en el área de Mués (explicación en el texto).

Fig. 2.- General stratigraphic section of the Oligocene in the Mués area (see explanation in the text).

**Situación y contexto geológico**

Entre el borde occidental del Diapiro de Estella y la Sierra de Codés, en la zona centro-occidental de Navarra, se dispone una banda continua de afloramientos de materiales del Oligoceno que alcanzan un espesor conjunto superior a los 4000 m. Esta sucesión define para este sector la parte inferior de la serie continental que rellena la Cuenca del Ebro en su área de contacto con la Región Vasco-Cantábrica, siendo equivalente lateral de las sucesiones de la misma edad que afloran bajo materiales del Mioceno al sureste de Pamplona, a lo largo de las Sierras del Perdón/Erreniega, Izko y la Peña de Izaga, y de las que forman los núcleos de los anticlinales de Añorbe-Zirauki, Tafalla, Falces-Marcilla y Azagra (Fig. 1).

En cartografía los materiales oligocenos de la banda Estella-Codés aparecen como una serie de dirección este-oeste y en su mayor parte con buzamientos subverticales (localmente invertidos), que en su lado norte está compartimentada por dos importantes accidentes tectónicos tardi-miocenos, las fallas de Leartza-Monjardín y de Oko. La acción de ambos accidentes y de las estructuras menores que a ellos se asocian impide establecer con precisión la posición y caracteres de la base de la sucesión oligocena, aunque localmente se ha observado que se apoya de forma discordante sobre un sustrato calcáreo del

Cretácico superior afectado por procesos de karstificación. Su techo, en cambio, está bien delimitado por la presencia de la Discordancia de Barbarin (Riba, 1964 y 1992), discordancia progresiva generada como resultado de los movimientos tectónicos que produjeron el levantamiento generalizado de la parte meridional de la Región Vasco-Cantábrica y la extrusión de la mayoría de estructuras diapíricas que la caracterizan (por ejemplo, el Diapiro de Estella).

Desde un punto de vista estratigráfico, los materiales oligocenos aflorantes entre Estella y la Sierra de Codés se agrupan en tres unidades litoestratigráficas principales (Fig. 2), cuyos caracteres detallados se recogen en los trabajos de Riba y Pérez Mateos (1962), Riba (1964 y 1992), Solé (1972) y Salvany (1989). La más antigua corresponde a la Fm. Yesos de Puente La Reina, que sería representativa de un sistema lacustre evaporítico que se extendía por el sur de Pamplona y que en este sector sólo aflora a modo de retazos asociados a la falla de Leartza-Monjardín. Sobre ella se dispone la Fm. Mués, unidad de carácter terrígeno que supera ampliamente los 2000 m de espesor y que se compone de dos miembros informales, el inferior (Areniscas de Mués) representativo de sistemas fluviales de tipo trenzado o anostomosado de procedencia suroccidental, y el superior (Margas y arcillas de Espronceda) que caracterizaba ambientes de llanura de inundación con

desarrollo localizado de pequeños sistemas lacustres carbonatados y evaporíticos. Finalmente, el resto de la sucesión oligocena bajo la Discordancia de Barbarin corresponde a la Fm. Yesos de Desajo, de unos 800 m de espesor medio, equivalente para este sector de lo que en la Ribera de Navarra se denomina como Fm. Falces o Yesos de Falces. Esta unidad representaría un nuevo sistema lacustre evaporítico que se extendía ocupando gran parte de la parte meridional de Navarra. La edad de las tres formaciones citadas no se conoce con precisión, acotándose de forma aproximada, en función de criterios estratigráficos y en la edad supuesta para las icnitas del yacimiento de Olkotsz (Astibia *et al.*, 1994), entre el Estampiense inferior y el Chatiense inferior-medio.

Las icnitas de aves que se describen en este trabajo se localizan en materiales correspondientes a la parte inferior de las Areniscas de Mués, miembro inferior de la Fm. Mués. En el afloramiento se dispone una sucesión de lutitas y limos de colores rojizos entre las que se intercalan capas centi- a decimétricas de arenisca de granulometría fina-media, morfología tabular o con base ligeramente canalizada y que internamente presentan laminación paralela y ripple. Aunque de forma poco definida, las areniscas se ordenan verticalmente formando varias secuencias métricas de tendencia positiva, separadas por tramos lutíticos de espesor métrico. Estos son por lo general de aspecto masivo o ligeramente laminado, estando puntualmente afectados por bioturbaciones. A diferentes alturas también se reconocen yesos, bien en forma de niveles milimétricos o conformando el relleno de diaclasas y pequeñas fracturas.

Las icnitas se han preservado en el techo de un paleocanal de arenisca. El medio de depósito que se atribuye para todos estos materiales es el de una zona marginal dentro del sistema fluvial que definían las Areniscas de Mués. Dicha zona se caracterizaba esencialmente por el depósito de materiales finos de llanura de inundación, entre los que se intercalaban facies arenosas representativas de canales efímeros o bien producto de desbordamiento durante episodios de crecida. El contexto climático sería cálido y árido a juzgar por la ausencia generalizada de restos vegetales, el alto grado de oxidación que afecta a todos los materiales y la presencia esporádica de minerales evaporíticos. Estos son unos caracteres bastante constantes en toda la Formación Mués, la cual es fácil de reconocer en afloramiento por sus intensas coloraciones rojizas.

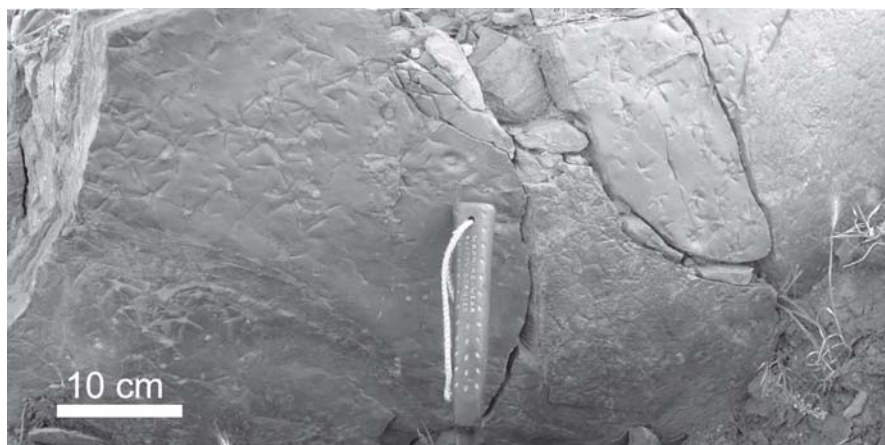


Fig. 3.- Vista de detalle del afloramiento con fósiles de icnitas de aves de Etaio (Navarra), antes de ser destruido por desconocidos.

Fig. 3.- Detailed view of the avian footprint fossil locality of Etaio (Navarra), before being spoiled.

### Paleoicnología

#### Descripción

Se dispone para este estudio de tan sólo 16 icnitas completas bien preservadas, dado que, desgraciadamente, el pequeño afloramiento, que contenía bastantes más, fue expoliado antes de realizar este trabajo. Se trata de un conjunto de huellas y moldes de pisadas de aves de pequeño tamaño en el que pueden distinguirse tres morfotipos; dos de ellos corresponden a autópodos tetradáctilos y un tercero con marcas de tres dedos (Figs. 3 y 4).

Las del morfotipo 1 presentan impresiones de dedos más bien finos y rectilíneos. El dedo I es el más corto y se orienta posteromedialmente. Los dedos anteriores son ligeramente lobulados, tendiendo a ser el central (III) el más largo. En algunas huellas parece intuirse la impresión de una pequeña membrana proximal entre los dedos III y IV. Se han podido medir 9 huellas completas. La longitud máxima de las mismas oscila entre 30 y 35 mm y su anchura entre 34 y 45 mm. El ángulo entre los dedos II y IV es abierto y varía entre  $119^\circ$  y  $135^\circ$ .

Las icnitas del morfotipo 2 son algo más pequeñas que las del morfotipo 1. Se han medido 4 huellas completas, variando sus dimensiones entre 20 y 25 mm de longitud y 24 y 27 mm de anchura. Algunas presentan impresiones digitales ligeramente más curvadas y mazudas que las correspondientes al primer morfotipo. El ángulo entre los dedos II y IV varía entre  $126^\circ$  y  $150^\circ$ .

Las icnitas del morfotipo 3 se parecen a las del morfotipo 1. Su única y manifiesta diferencia es que no poseen impresión del dedo I. Se han medido 3 huellas. Sus dimensiones oscilan entre 25 y 27 mm de longitud y 36 y 38 mm de anchura; el ángulo entre los dedos II y IV entre  $100^\circ$  y  $113^\circ$ .

#### Discusión

No disponemos de muestra suficiente para poder asegurar si las pequeñas diferencias morfológicas y morfométricas

que parecen observarse entre los morfotipos 1 y 2 suponen una discontinuidad real, hecho que permitiría diferenciar en Etaio dos conjuntos de huellas, correspondientes tal vez a dos taxones productores diferentes (Fig. 4). Las huellas del morfotipo 3 pueden atribuirse al mismo productor que las del morfotipo 1, dado que la impresión o no del primer dedo, así como las diferencias en los ángulos interdigitales, van a depender en muchos casos de la mayor o menor profundización de los autópodos en el substrato.

Las icnitas de aves de Etaio, sobre todo los morfotipos 1 y 3, son comparables a algunas provenientes del Eoceno superior surpirenaico (Areniscas de Liédena, Navarra), atribuidas al icnogénero *Charadriipeda* Panin y Avram, 1962 por Puigdefábregas (1975) y Payros *et al.* (2000). Estos últimos autores describen 6 morfotipos. Los morfotipos 5 y 6, -que se diferencian por

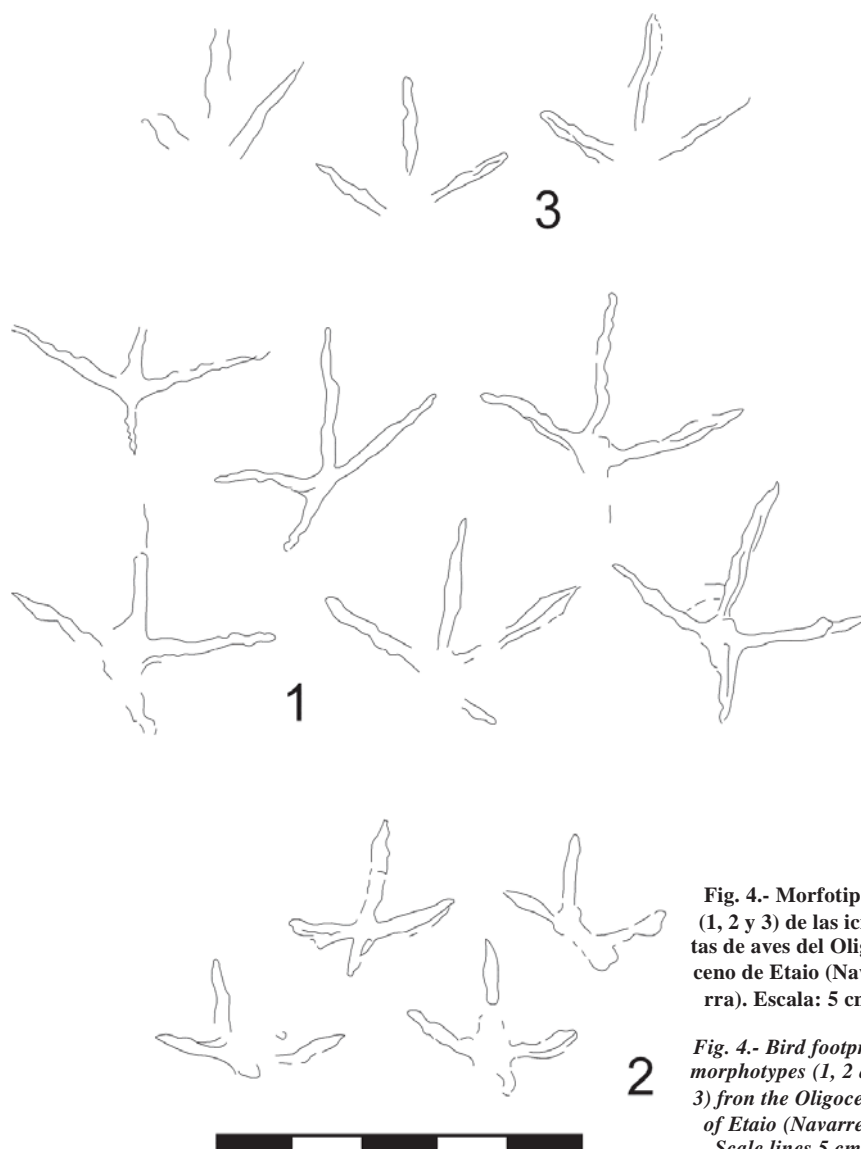


Fig. 4.- Morfotipos (1, 2 y 3) de las icnitas de aves del Oligoceno de Etaio (Navarra). Escala: 5 cm.

Fig. 4.- Bird footprint morphotypes (1, 2 and 3) from the Oligocene of Etaio (Navarre). Scale lines 5 cm.



la presencia o no de la impresión del primer dedo, respectivamente-, son semejantes a los descritos en este trabajo que, asimismo, podrían atribuirse al icnogénero *Charadriipeda*. El tamaño de la muestra estudiada del Eoceno fue mucho mayor que la de Etaio, cuyas icnitas encajan en el intervalo biométrico de las primeras. Muchos años antes, Hernández-Pacheco (1929) dio a conocer pisadas fósiles de aves similares en el Paleógeno del área prepirenaica de Peralta de la Sal (Huesca, Aragón).

Diversos autores han descrito y figurado icnofósiles de aves en muchas formaciones geológicas del Paleógeno de Europa. Plaziat (1964) describe icnitas parecidas a los tipos 5 y 6 de Payros *et al.* (2000) en el Luteciense de Aude. Ellenberger (1980) describe y figura algunas huellas de talla y morfología del tipo 5 en el Ludense inferior y medio de Garrigues-Ste-Eulalie (Gard, Occitania), creando para ellas el icnogénero *Ludicharadripodiscus* (icnoespecie *L. edax*). Clercq y Holst (1971) y Weidmann y Reichel (1979) estudian huellas fósiles de patas de aves en el Oligoceno -y Mioceno- de la Molasa suiza, entre las que dominan las correspondientes según estos autores a las Charadriiformes. En Norteamérica Moussa (1968) apunta a las Charadriiformes como productoras de algunas icnitas del Eoceno de Utah y Mustoe (2002) estudia icnofacies parecidas en el Eoceno de Washington.

En el Neógeno y sin abandonar el área surpirenaica occidental, recientemente se han descrito icnitas de aves parecidas a las anteriores en niveles del Mioceno de la formación Lerín-Los Arcos, a pocos kilómetros al sureste de Etaio, también en territorio navarro. En algunos afloramientos de la misma formación se han descrito también huellas fósiles de mamíferos perisodáctilos (Astibia *et al.*, en prensa).

Huellas de ave parecidas a las aquí descritas también son figuradas por Roep *et al.* (1979) en niveles marginales del Mioceno superior de Almería (España). Panin y Avram (1962) crearon el icnogénero *Charadriipeda* para materiales del Mioceno de la Zona subcarpática de Rumanía. Precisamente, los morfotipos 1 y 3 de Etaio parecen bastante similares a las icnoespecies *Ch. minima* y *Ch. disjuncta* de estos autores. En Norteamérica, Scrivner y Bottjer (1986) describen seis icnoespecies avianas (*Avipeda* sp. A-E) del Neógeno del Death Valley National Monument de California. Los morfotipos 1 de Etaio y 5 del Eoceno de las Areniscas de Liédena

(Payros *et al.*, 2000) son similares aunque algo más grandes que *Avipeda* sp. D., atribuida a las Charadriiformes.

Como ya se ha indicado en la introducción, además de las icnitas de aves de Etaio, en la cercana población de Olexoa (Oléjua) y en niveles litológica y lateralmente equivalentes de la misma formación geológica (Areniscas de Mués), se han descrito icnitas tridáctilas de mamíferos. Se trata de huellas de perisodáctilos (Equoidea) y han sido atribuidas al icnogénero *Plagiolophustipus* (Murelaga *et al.*, 2000). Más hacia el este, las areniscas de Mués o formaciones lateralmente equivalentes también contienen icnitas de mamíferos. En las cercanías de Olkutz Astibia *et al.* (1994) describieron un conjunto de huellas atribuidas a *Entelodontipus*. Más recientemente, en el área de Oibar (Aibar)-Sada se han dado a conocer nuevos conjuntos de icnitas, que podrían atribuirse al icnogénero *Plagiolophustipus* (Astibia *et al.*, en prensa).

Los fósiles de Etaio descritos en este trabajo constituyen las primeras huellas de aves conocidas en el Oligoceno de Navarra, subrayando una vez más el importante registro paleoicnológico de vertebrados continentales del Terciario surpirenaico que, abarcando un lapso temporal que va al menos desde el Eoceno superior al Mioceno inferior, contiene numerosos conjuntos de icnitas de aves y mamíferos (Astibia *et al.*, en prensa).

#### Agradecimientos

En la realización del presente estudio se ha contado con la inestimable ayuda de Salvador García del Aula Paleontológica de Cenicero y del Ayuntamiento de Etaio.

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2004-00780 del Ministerio de Educación y Ciencia y 9/upv00121.310-15303/2003 (Ayuda a grupos consolidados de la Universidad del País Vasco/EHU).

#### Referencias

- Astibia, H., Valle de Lersundi, J. del y Murelaga, X. 1994. *Estudios Geológicos*, 50, 119-126.
- Astibia H., Aranburu A., Pereda Suberbiola X., Murelaga X., Sesé C., Cuesta M. A., Moyà-Solà S., Baceta J.I., Badiola A. y Köhler M. (2000). *Geobios*, 33, 233-248.
- Astibia, H., Pereda Suberbiola, X., Payros, A., Murelaga, X., Berreteaga, A., Baceta J. I. y Badiola, A. (en prensa).

*Ichnos*.

- Badiola, A. (2004). *Estudio Paleontológico del yacimiento del Eoceno superior de Zambrana (Álava, Región Vasco-Cantábrica). Tafonomía, Paleobiología de Mamíferos e Implicaciones Biocronológicas*. Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco, 417 p.
- Clercq, S.W.G. y Holst, H.K.H. (1971). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 64, 63-69.
- Ellenberger, P. (1980). *Palaeovertebrata*, Mem. Jubil. R. Lavocat, 37-38.
- Hernández-Pacheco, F. (1929). *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 15, 379-382, Madrid.
- Moussa, M.T. (1968). *Journal of Paleontology*, 42, 1433-1438.
- Murelaga, X., Baceta, J.I., Astibia, H., Badiola, A. y Pereda Suberbiola, X. (2000). *Geogaceta*, 27, 15-17.
- Murelaga, X., Baceta, J.I., Anadon, P., Apraiz, A., Aranburu, A., Martín-Rubio, M., Ortega, L.A., Rage, J.C., Tarrío, A., Zuluaga M<sup>a</sup>.C., Nolf, D. y Zubeldia, H. (2006). En: *Climate & Biota of the Early Paleogene*. Volumen de Abstracts, 88.
- Mustoe, G (2002). *Palaios*, 17, 403-413.
- Panin, N. y Avram, E. (1962). *Studii si Cercetari de Geologie, Serie Geologie.*, 3/4, 7, 455-484.
- Payros, A., Astibia, H., Cearreta, A., Pereda Suberbiola, X., Murelaga, X. y Badiola, A. 2000. *Facies*, 42, 107-132.
- Plaziat, J.C. (1964). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 6, 289-293.
- Puigdefábregas, C. (1975). *Pirineos*, 140, 1-188.
- Riba, O. (1964): *Aportación española al XX Congr. Geogr. Int. Reino Unido*, 127-138.
- Riba, O. (1992): *Acta Geológica. Hispánica., Libro Homenaje a Oriol Riba*, 27 (1-2), 55-68.
- Riba, O. y Pérez Mateos, J. (1962): *Inst. Edaf. Sec. Petrol. Sedim., II Reunión del GES, Sevilla, 1961*: 201-221.
- Roep, T.B., Beets, D.J., Dronkert, H. y Pagnier, H. (1979). *Sedimentary Geology*, 22, 135-163.
- Salvany, J.M. (1989). *Acta Geológica. Hispánica*, 24 (3-4): 231-241.
- Scrivner, P. J. y Bottjer, D. J. (1986). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 57: 285-331.
- Solè, J. (1972): *Formación de Mués: litofacies y procesos sedimentarios*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona (inédita), 61 p.
- Weidmann, M. y Reichel, M. (1979). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 72, 953-971.