

Nuevos datos sobre los dinosaurios terópodos (Saurischia: Theropoda) del Cretácico superior de los Pirineos Sur-Centrales (Huesca y Lleida)

A. Torices¹, J.I. Ruiz-Omeñaca², J.I. Canudo² y N. López-Martínez¹

¹ Dpto. de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Av. Complutense s/n, 28040 Madrid. atorices@geo.ucm.es, lopezmar@geo.ucm.es

² Área y Museo de Paleontología, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza. jiguiz@unizar.es, jicanudo@unizar.es

ABSTRACT

Six new theropod teeth recovered from the Blasi 1-3 sites (Upper Maastrichtian) in Arén (Huesca province, Spain) are described and added to the twenty six teeth already known from these and other five localities of Late Campanian-Early Maastrichtian age from the Arén and Tremp Formations (Figuerola 2, Fontllonga 6, L'Abeller, Montrebei and Vicari 4, Lleida province). Eleven theropod teeth morphotypes are recognised: one belonging to a big size theropod of indeterminate family (Theropoda indet.), one small Coelurosauria indet. with unserrated teeth, the enigmatic *Euronychodon* sp., and eight morphotypes of cf. *Dromaeosauridae* indet. with different denticle morphology and serration density (which would represent four or five different taxa). The tooth previously described in the Upper Campanian of Lleida as "Richardoestesia like" could also be assigned to cf. *Dromaeosauridae* indet. Theropod diversity in our sites is apparently similar to that of the rest of Europe, and increases through the Campanian-Maastrichtian transition, although our small sample is biased towards the youngest sites.

Key words: Theropoda, teeth, Pyrenees, Upper Cretaceous, Spain.

INTRODUCCIÓN

Los dientes aislados son los restos de dinosaurios terópodos que fosilizan con mayor frecuencia, debido a la resistencia del esmalte y al reemplazamiento de los dientes usados. Desde el año 90 y gracias a trabajos como los de Currie *et al.* (1990) se ha demostrado que tienen valor sistemático e incluso bioestratigráfico, al ser diagnósticos a nivel de familia y a veces de género y especie. Recientemente, Pereda Suberbiola (1999) ha puesto al día los terópodos presentes en el Cretácico superior (Campaniense-Maastrichtiense) de la Península Ibérica. En los Pirineos Sur-Centrales, los dientes son prácticamente los únicos restos de terópodos que se han encontrado. En este trabajo se describen nuevos dientes de terópodos de los yacimientos Blasi 1-3 en Arén (Huesca) y se reinterpretan los descritos por López-Martínez *et al.* (2001) en estos mismos yacimientos que, junto con los descritos por Prieto-Márquez *et al.* (2000) y Torices Hernández (2003) en Lleida, permiten estimar conocer la diversidad taxonómica de los terópodos y su evolución en el Campaniense superior y Maastrichtiense de los Pirineos Sur Centrales.

MARCO GEOLÓGICO

Los depósitos que contienen los dientes descritos en este trabajo se localizan dentro de la Unidad Surpirenaica Cen-

tral, y están formados por sedimentos mixtos carbonatados y terrígenos de edad Cretácico superior, pertenecientes a las formaciones Arén y Tremp (López-Martínez, 2003). Los dientes han sido encontrados en las ocho localidades, denominadas Vicari 4, L'Abeller, Montrebei, Figuerola 2 y Fontllonga 6 en Lleida, y Blasi 1, 2 y 3 en Huesca (López-Martínez *et al.*, 2001; Torices Hernández, 2003).

La Formación Arén está compuesta por arenitas híbridas interpretadas como sedimentos de isla barrera, sobre los que progradarían los sedimentos margosos de *lagoon* correspondientes a la Formación Tremp. Gracias al paleomagnetismo, la estratigrafía secuencial y la bioestratigrafía de foraminíferos y carofitas, los yacimientos han sido datados con precisión. L'Abeller, Vicari 4 y Montrebei corresponderían al Campaniense superior del sinclinal de Tremp, situándose Montrebei en el límite con el Maastrichtiense inferior; Figuerola 2 pertenecería al Campaniense superior y Fontllonga 6 al Maastrichtiense inferior del sinclinal de Ager, y Blasi 1, 2 y 3 al Maastrichtiense superior del sinclinal de Tremp (véase López-Martínez *et al.*, 2001; López-Martínez, 2003; Torices Hernández, 2003).

DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS

Han sido estudiados en total 31 dientes de terópodos (Tabla 1) depositados en el Museo Paleontológico de la Uni-

Taxón	Yacimiento	Edad (Fm.)	Sigla	Altura (mm)	Anchura (mm)	FABL	Dd	Dm	DSDI	
Theropoda indet.	Montrebei	CS-MI (FT)	MON-T10 ²	42	7	15	roto	2-3	-	
	Blasi 1	MS (AA)	MPZ2004/3 *	>19,5	9,5	15	2	roto	-	
			MPZ2004/4 *	>45	12,5	24	2	2-2,5	1,25-1	
	Blasi 2	MS (FT)	MPZ2004/5 *	>18	roto	roto	roto	3	-	
	Blasi 3	MS (FT)	MPZ2004/8 *	28	7,5	12	2,5	2,5-3	1,2-1	
MPZ98/67 ¹			> 27,5	13	27	roto	roto	-		
Coelurosauria indet.	Vicari 4	CS (FT)	VIR-4-T5 ²	2,88	0,94	1,34	no	no	-	
	Montrebei	CS-MI (FT)	MON-T3 ²	2,75	0,72	1,6	no	no	-	
			MON-T6 ²	3,25	1,16	1,44	no	no	-	
	Blasi 2	MS (FT)	MPZ98/79 ¹	1,86	1,02	1,86	no	no	-	
			MPZ98/80 ¹	2,56	0,88	1,81	no	no	-	
			MPZ98/81 ¹	1,91	0,74	1,39	no	no	-	
			MPZ98/82 ¹	2,42	0,74	1,21	no	no	-	
cf. <i>Euroonychodon</i> sp.	Blasi 2	MS (FT)	MPZ98/76 ¹	2,74	0,60	1,49	no	no	-	
			MPZ98/77 ¹	2,79	0,60	1,39	no	no	-	
			MPZ98/78 ¹	2,23	0,84	1,21	no	no	-	
cf. Dromaeosauridae indet.	Morfotipo 1	Fontllonga 6	MI (FT)	FON-6-T1 ²	11,7	3,25	4,6	6,5	no	-
	Morfotipo 2	Fontllonga 6	MI (FT)	FON-6-T2 ²	16,3	5,75	7,5	3	no	-
		Figuerola 2	MI (FT)	FIG-2-T1+T2 ²	12,1	4,3	6,7	2,5-3	no	-
	Morfotipo 3	Montrebei	CS-MI (FT)	MON-T1 ²	6,3	2,4	3,3	6	no	-
	Morfotipo 4	Montrebei	CS-MI (FT)	MON-T5 ²	2,4	0,6	1,44	7,75-9	no	-
				MON-T9 ²	2,76	0,84	1,74	9	11,5	1,28
		Vicari 4	CS (FT)	VIR-4-T6 ²	>1,54	0,74	1,43	9,5	no	-
				VIR-4-T7 ²	2,17	0,63	1,6	9,5	no	-
		Blasi 2	MS (FT)	MPZ98/74 ³	3,02	0,60	1,39	8,2-10,87	no	-
	MPZ98/72 ³			4,32	1,07	2,23	7,57	no	-	
	Morfotipo 5	Blasi 3	MS (FT)	MPZ98/68 ³	>18	en matriz	16	2,91	5,03	1,73
	Morfotipo 6	Blasi 2	MS (FT)	MPZ2004/6 *	17,5	4,4	11	3-3,5	3,5	1-1,17
	Morfotipo 7	Blasi 2	MS (FT)	MPZ98/73 ³	3,35	0,93	2,19	10,87	no	-
MPZ2004/7 *				2,1	0,4	1	10-11	>14	>1,27	
Morfotipo 8	Blasi 2	MS (FT)	MPZ98/75 ³	2,65	0,74	1,39	15,87	no	-	
" <i>Richardoestesia</i> like"	L'Abeller	CS (AA)	IPS18,372 ⁴	15,3	5,8	3,1	6-8	roto	-	

TABLA 1. Dientes de terópodo del Campaniense-Maastrichtiense de los Pirineos Sur-Centrales (Huesca y Lleida). FABL: longitud mesiodistal en mm; Dd: dent/mm en el margen distal; Dm: dent/mm en el margen mesial; DSDI: índice de tamaño relativo de los dentículos; Abreviaturas: CS: Campaniense superior; MI: Maastrichtiense inferior; MS: Maastrichtiense superior; Fm: Formación; AA: Formación Arén; FT: Formación Tremp. *: material inédito; 1: dientes publicados por López-Martínez et al. (2001); 2: dientes descritos por Torices Hernández (2003); 3: dientes descritos en López-Martínez et al. (2001) cuya asignación se cambia en este trabajo; 4: diente descrito por Prieto-Márquez et al. (2000).

versidad de Zaragoza (MPZ, yacimientos de Blasi 1, 2, y 3) y en las colecciones de paleontología de la Universidad Complutense de Madrid (FIG-2, FON-6 MON, VIR-4, yacimientos de Figuerola 2, Fontllonga 6, Montrebei y Vicari 4). En cada diente se han obtenido las siguientes variables: altura, anchura labiolingual, longitud mesiodistal (=FABL *fore-aft basal length* de Currie et al., 1990), número de dentículos por milímetro (dent/mm; Currie et al., 1990) e índice de tamaño relativo de los dentículos (DSDI; *denticle size difference index*; Rauhut y Werner, 1995) (Tabla 1).

Todos los dientes, cuando los presentan, tienen dentículos rectos (perpendiculares al borde distal), estrechos en sentido labiolingual y con forma de cincel (*chisel-shaped*, sensu Currie et al., 1990). De igual modo, ninguno de los dientes tienen desarrollo de surcos entre los dentículos y las

superficies labial/lingual del diente (*blood grooves*, sensu Currie et al., 1990; *cauda*, sensu Buscalioni et al., 1997), como los tiranosáuridos (Currie et al., 1990). En todos los ejemplares, los dentículos están separados por hendiduras bien delimitadas (*interdenticle slits*, sensu Currie et al., 1990), carecen de cámaras circulares entre las bases de los dentículos (*cellae*, sensu Buscalioni et al., 1997), y perforaciones como las de *Troodon* en la base de las hendiduras (*rounded pits*, sensu Currie et al., 1990).

Cuatro nuevos dientes de Blasi 1 y Blasi 3 (Tabla 1), de tamaño y dentículos grandes, MPZ2004/4 y MPZ2004/8) y DSDI ^a 1, y cuatro grandes dientes incompletos y/o mal conservados de Blasi 1, 2 y 3 y Montrebei coinciden en tamaño y patrón de denticulación y son asignados a un mismo morfotipo de (MPZ2004/3, MPZ98/67, MPZ2004/5, MON-

T10) Theropoda indet. (López-Martínez *et al.*, 2001; Torices Hernández, 2003). Este terópodo pudo pertenecer a los neoceratosauros, únicos terópodos de tamaño grande presentes por el momento en España y Europa (véase Pereda Suberbiola, 1999).

Dos dientes de Blasi 2 (Tabla 1) pueden agruparse con los dientes más abundantes en los yacimientos estudiados, que se caracterizan por presentar dentículos en forma de cincel, siendo más grandes los de la carena distal que los de la carena mesial cuando éstos existen. Los nuevos ejemplares se diferencian sin embargo de los anteriormente descritos. En conjunto, el tamaño relativo de los dientes (FABL) y el tamaño y forma de los dentículos permite diferenciar ocho morfotipos (Tabla 1), caracterizados por:

- Morfotipo 1 (FON-6-T1): tamaño pequeño, 6,5 dent/mm en el borde distal, dentículos de pequeña altura, sin dentículos en el borde mesial.
- Morfotipo 2 (FON-6-T2 y FIG-2-T1+T2): tamaño mediano, con 3 dent/mm en el borde distal, dentículos altos y separados por espacios interdenticulares amplios, sin dentículos en el borde mesial.
- Morfotipo 3 (MON-T1): tamaño pequeño, 6 dent/mm en el borde distal, con morfología globosa y espacios interdenticulares en forma de lágrima. Se diferencia del morfotipo 1, además de por su morfología denticular, por tener el borde distal recto en vez de cóncavo.
- Morfotipo 4 (MON-T5, MON-T6, VIR-4-T6, VIR-4-T7, MPZ98/72 y MPZ98/74): tamaño muy pequeño, 7,75-10,87 dent/mm en el borde distal, dentículos con morfología subrectangular y casi sin espacio interdenticular; uno de los dientes, probablemente de posición más anterior presenta además 11,5 dent/mm en el borde mesial.
- Morfotipo 5 (MPZ98/68): tamaño grande, 2,91 dent/mm en el borde distal y 5,03 dent/mm en el borde mesial. Anteriormente había sido clasificado como *Velociraptorinae?* (López-Martínez *et al.*, 2001) pero se ha observado que los dentículos carecen de inclinación (contra López-Martínez *et al.*, 2001). Lo que diferencia a este morfotipo del morfotipo 2 es la morfología del diente: el morfotipo 2 tiene ambos bordes convexos, mientras que éste tiene el borde mesial convexo y el distal cóncavo.
- Morfotipo 6 (MPZ2004/6): tamaño mediano, 3-3,5 dent/mm en el borde distal, dentículos de gran altura; 3,5 dent/mm en el borde mesial. Es similar al morfotipo 2; no obstante su morfología, con borde distal cóncavo en vez de convexo, y sus dentículos de mayor altura, nos inducen a considerarlo como un tipo diferente.
- Morfotipo 7 (MPZ98/73 y MPZ2004/7): tamaño muy pequeño, dentículos distales de tamaño pequeño y

variable (6,54-13,15 dent/mm) pudiendo presentar dentículos mesiales de tamaño aún menor (>14 dent/mm).

- Morfotipo 8 (MPZ98/75): tamaño muy pequeño, dentículos distales muy pequeños (15,87 dent/mm) y sin dentículos mesiales.

Este tipo de dientes está presente en varias familias de manirraptores: compsognátidos, dromeosáuridos y troodontidos. En el Cretácico superior europeo sólo se ha reconocido *Dromaeosauridae* (Pereda Suberbiola, 1999), cuyos dientes se diferencian de los compsognátidos por tener mayores dentículos, y de los troodontidos por tenerlos de formas diferentes. Por esto, los asignamos a cf. *Dromaeosauridae* indet.

En L'Abeller ha sido encontrado un diente identificado por Prieto-Márquez (2000) como "*Richardoestesia-like*", con 6-8 dent/mm en el borde distal y con el borde mesial no conservado. Sus dentículos son rectangulares, como los del morfotipo 4, por lo que puede incluirse entre los dromeosáuridos, pero no coincide con ninguno de los morfotipos previamente establecidos. Su tamaño es similar a los morfotipos 1 o 3, pero la morfología de sus dentículos es distinta.

Anteriormente se conocían ya siete dientes de Blasi 2, Montrebei y Vicari 4 (Tabla 1; VIR-4-T5, MON-T3, MON-T6, MPZ98/79, MPZ98/80, MPZ98/81 y MPZ98/82), de pequeño tamaño, curvados distalmente y sin dentículos, que coinciden con los descritos en algunos grupos de celurosaurios, por lo que se asignaron a *Coelurosauria* indet. (López-Martínez *et al.*, 2001; Torices Hernández, 2003). Tres dientes de Blasi 2 (Tabla 1; MPZ98/76, MPZ98/77 y MPZ98/78), de iguales características a los anteriores pero que presentan ornamentación en forma de surcos longitudinales, fueron asignados a cf. *Euronychodon* sp. por su semejanza con este taxón citado en el Cretácico superior europeo (López-Martínez *et al.*, 2001).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los dientes han sido agrupados según su tamaño, forma y denticulación en categorías morfológicas que reflejan la diversidad taxonómica de los terópodos a los que pertenecieron los dientes. Es preciso por tanto conocer la variabilidad dentaria presente dentro de cada taxón, en función de su edad, grado de desgaste, posición en las series dentarias, etc. Estudiando la variabilidad dentaria dentro de un individuo que presente sus dientes asociados, se observan diferencias en la sección, pero no en la denticulación. Los dientes más frontales del dentario y del premaxilar difieren de los dientes posteriores en la sección, pero no en la forma de su corona. Los dientes de terópodos están comprimidos lateralmente, por lo que la relación entre la anchura y la longitud (FABL) de la corona puede ser <0,5. Este valor aumenta en los dientes más mesiales, que llegan a tener una sección prácticamente redondeada. Los dientes de terópodo

dos están comprimidos lateralmente por lo que su FABL es siempre mayor en ocasiones hasta el doble de su anchura. Pero en los dientes más frontales del denta con sección prácticamente redonda.

En cuanto a la altura, esta puede variar dentro de cierto rango pudiendo llegar a ser una diferencia de centímetros en los terópodos de gran tamaño como los *Tyrannosaurus rex* y de varios milímetros en los de menor tamaño. La morfología y la densidad de los dentículos dentro de un mismo ejemplar apenas presenta variación (Currie *et al.*, 1990). Esta regularidad ha sido observada al menos en los ejemplares observados de *Albertosaurus* y *Tyrannosaurus* estudiados por A. Torices en el *Museum of the Rockies* (Bozeman, Montana, EUA), que tienen dientes con 2-3 dent/mm, tanto distales como mesiales ni se observa variación en la densidad de dentículos siendo siempre de 2-3 dent/mm en los dentículos distales y de 2-3 dent/mm en los mesiales (observación personal). Este patrón regular necesita ser comprobado en los dromeos-uridos. Los ocho morfotipos de cf. *Dromaeosauridae* indet. diferenciados podrían pertenecer, considerando las variaciones morfológicas, al menos a 4 o 5 especies diferentes.

En resumen, el estudio de 31 dientes aislados de terópodos procedentes de 7 yacimientos del intervalo Campaniense superior-Maastrichtiense superior en los Pirineos Sur-Centrales (Huesca y Lleida), a los que se añade el diente descrito como "*Richardoestesia*-like" hallado en el yacimiento de L'Abeller, ha permitido reconocer cuatro grupos de terópodos distintos: Theropoda indet., Coelurosauria indet., cf. *Euronychodon* sp. y cf. *Dromaeosauridae* indet., que pueden corresponder a ocho o nueve especies (Tabla 1). Cronológicamente, Theropoda indet., Coelurosauria indet. y cf. *Dromaeosauridae* indet. morfotipo 4 aparecen en todo el intervalo temporal; en el Campaniense superior aparece además "*Richardoestesia*-like". En el tránsito Campaniense-Maastrichtiense se registra cf. *Dromaeosauridae* indet. morfotipo 3; en el Maastrichtiense inferior aparecen cf. *Dromaeosauridae* indet. morfotipos 1 y 2; y por último en el Maastrichtiense superior cf. *Euronychodon* sp. y cf. *Dromaeosauridae* indet. morfotipos 5, 6, 7, y 8.

La diversidad de terópodos en el Campaniense superior-Maastrichtiense de los Pirineos Surcentrales es similar a la observada en otros yacimientos europeos (Torices Hernández, 2003 y López-Martínez, 2003). Algunos autores han propuesto un descenso de la diversidad de terópodos en el Maastrichtiense superior de Norteamérica (Sankey, 2002), patrón que no se observa con los datos actuales en los Pirineos Sur-Centrales, donde parece aumentar esta diversidad al final del Cretácico (Tabla 1). Sin embargo, es probable que este aumento en la diversidad registrada se deba en gran parte a sesgo del muestreo, ya que el número total de dientes disponibles para este estudio aumenta

desde el Campaniense superior hasta el Maastrichtiense superior (Tabla 1).

AGRADECIMIENTOS

El Grupo de Trabajo de Vertebrados del Mesozoico de la Universidad de Zaragoza está subvencionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Gobierno de Aragón y el Instituto de Estudios Altoaragoneses.

REFERENCIAS

- Buscalioni, A.D., Gasparini, Z., Pérez-Moreno, B.P. y Sanz, J.L. (1997): Argentinean theropods: first morphological analysis on isolated teeth. En: *First European Workshop on Vertebrate Palaeontology*, Geological Museum, Copenhagen University. Geological Society of Denmark, On Line Series, 1 (www.purl.dk/net/9710-0100).
- Currie, P.J., Rigby, J.K. y Sloan, R.E. (1990): Theropod teeth from the Judith River Formation of southern Alberta, Canada. En: *Dinosaur systematics. Approaches and perspectives* (K. Carpenter y P.J. Currie, Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 107-125.
- López-Martínez N. (2003): La extinción de los dinosaurios y su registro en los Pirineos meridionales. En: *II Jornadas internacionales de Paleontología sobre dinosaurios y su entorno*. Actas, 71-98.
- López-Martínez, N., Canudo, J.I., Ardèvol, L., Pereda-Suberbiola, X., Orue-Etxebarria, X., Cuenca-Bescós, G., Ruiz-Omeñaca, J.I., Murelaga, X. y Feist, M. (2001): New dinosaur sites correlated with Upper Maastrichtian pelagic deposits in the Spanish Pyrenees: implications for the dinosaur extinction pattern in Europe. *Cretaceous Research*, 22: 41-61.
- Pereda-Suberbiola, X. (1999): Las faunas finicretácicas de dinosaurios ibéricos. *Zubia*, 17: 259-279.
- Prieto-Márquez, A., Gaete, R., Galobart, A. y Ardèvol, L. (2000): A *Richardoestesia*-like theropod tooth from the Late Cretaceous foredeep, south-central Pyrenees, Spain. *Eclogae Geologicae Helveticae*, 93: 497-501.
- Rauhut, O.W.M. y Werner, C. (1995): First record of the family *Dromaeosauridae* (Dinosauria, Theropoda) in the Cretaceous of Gondwana (Wadi Milk Formation, northern Sudan). *Paläontologische Zeitschrift*, 69(3/4): 475-489.
- Sankey, J. (2002): Theropod dinosaur diversity in the latest Cretaceous (Maastrichtian) of North America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 22(supplement to number 3): 103A.
- Torices Hernández, A. (2003): Estudio preliminar de dientes aislados de terópodos en el Cretácico superior de la Cuenca de Tremp (Pirineos sur-centrales, Lleida). En: *II Jornadas internacionales de Paleontología sobre dinosaurios y su entorno*. Actas, 213-219.