

LA DISTRIBUCIÓN DE YACIMIENTOS Y DE TIPOS DE HUELLAS DE DINOSAURIO EN LA CUENCA DE CAMEROS (LA RIOJA, BURGOS, SORIA. ESPAÑA)

FÉLIX PÉREZ-LORENTE

RESUMEN

En la Cuenca de Cameros se han encontrado 156 yacimientos con icnitas de dinosaurio, repartidas en un registro estratigráfico que comprende parte del Jurásico superior (Kimmeridgiense-Titónico) y Cretácico inferior (Berriasiense-Albiano). Se analiza por una parte la distribución geográfica y por Grupos litoestratigráficos de los yacimientos, y por otra el contenido en icnitas terópodos, ornitópodos y saurópodos. Como resultado de este estudio se obtiene que la distribución de yacimientos depende de factores sedimentarios (la profundidad a la que se formaron los sedimentos y de su tamaño de grano), de transformaciones durante el proceso de litificación de la roca (influencia del metamorfismo alpino de Cameros) y finalmente de procesos actuales (meteorización y erosión). La proporción de icnitas encontradas no indica que haya influencia temporal o ambiental sobre los tipos de dinosaurio que habitaron esta cuenca, por lo que su proporción se atribuye al equilibrio biológico entre los taxones presentes en Cameros.

Palabras Clave: Icnitas, dinosaurios, Cuenca de Cameros, España.

156 dinosaur ichnological sites are founded in the Cameros Basin, in the Late Jurassic (Kimmeridgian-Tithonian) and the Early Cretaceous (Berriasian-Albian) times interval period. Boths the geographical and litostratigraphical distribution of the sites and the theropod, ornithopod and sauropod particular ichnological contents are analysed. As a result of the present study are show that the distribution of paleoichnological sites depends of sedimentary factors (batymetry and grain size of sediments), of rock procceses of lithification (influence of the Cameros alpine metamorphism) and, endly of recent geological proceses (weathering and erosion). The average of found icbnites show the absence of temporal and environmental influence over the type of dinosaur trackmakers, and in consequence the imposed hierarcbization of the biological balance over the Cameros lower Cretaceous taxa.

Key Words: Footprints, dinosaurs, Cameros basin, Spain.

0. INTRODUCCIÓN

Recientemente se han publicado síntesis de datos existentes sobre icnitas de dinosaurios en España. Se han mostrado yacimientos, su ubicación y la relación entre los tipos de huellas y entre los tipos de rastrilladas. Una conclusión de las síntesis es que la Cuenca de Cameros tiene la mayor acumulación de huellas de dinosaurio estudiadas en el mundo. En la Cuenca las icnitas están impresas en sedimentos continentales y de transición hacia marinos.

Todavía no se dispone de la interpretación sedimentológica de muchos de los puntos en los que se han encontrado las icnitas, pero se pueden hacer generalizaciones con respecto a determinados paquetes litoestratigráficos, como un paso previo a la asignación de las unidades sedimentarias a ambientes suficientemente diferenciados.

Este trabajo se ha hecho buscando el camino de aplicación y si fuera posible de definición de tipo o tipos particulares de icnofacies empleando para ello las huellas de los dinosaurios y los datos paleoambientales aplicados a toda la Cuenca.

De los datos publicados solamente se extraen caracteres muy generales con respecto al medio de depósito y a la determinación del tipo de huellas, pero las conclusiones con respecto a la repartición y abundancia relativa del tipo de dinosaurios están en concordancia con las procedentes de la distribución global. Es decir que el número relativo de dinosaurios en cada uno de los Grupos litoestratigráficos de Cameros no está regulado por el medio geológico sino por sistemas ajenos a él, probablemente de equilibrio entre los grupos animales. No obstante, según R. Mas (com. pers.) el ambiente sedimentario en el que se produjeron la mayor parte de los yacimientos no debió ser demasiado distinto, o al menos no lo suficiente para que las poblaciones de vertebrados terrestres tuviesen que ser necesariamente distintas ya que estos ambientes variarían muy posiblemente desde zonas con sedimentación detrítico-terrágena de orillas de canales y llanuras de inundación de sistemas fluviales con amplias zonas palustres a ambientes con sedimentación carbonatada y mixta terrígeno-carbonatada lacustre somera y palustre: los ambientes se podrían relacionar unos con otros dada su proximidad ya que en la mayor parte de los casos no superarían unas decenas de kilómetros.

1. LOCALIZACIÓN

Las huellas de dinosaurio en la zona geológica de Cameros, afloran en puntos que se extienden por las provincias de Burgos y Soria y por la Comunidad Autónoma de La Rioja (figura 1). Los yacimientos están en rocas de edad Jurásico superior-Cretácico inferior incluidas en las llamadas facies Weald (figura 2).

El total del área considerada es de 4.057 Km² distribuidos de la siguiente forma:

- a) según la cartografía 1:50.000 del Plan Magna (nomenclatura de Tischer, 1966)
- b) parcialmente modificada según aportaciones de Mas et al. (este volumen)

A		B	
Grupo Tera	732 Km ²	Grupo Tera	730 Km ²
Grupo Oncala (silíceo)	786 Km ²	Grupo Oncala (silíceo) ²	725 Km ²
Grupo Oncala (calizo)	683 Km ²	Grupo Oncala (calizo) ⁴	676 Km ²
Grupo Urbión	1.445 Km ²	Grupo Urbión ¹	1.509 Km ²
Grupo Enciso	259 Km ²	Grupo Enciso ³	265 Km ²
Grupo Oliván	152 Km ²	Grupo Oliván	676 Km ²

1. Incluida la Formación Cuerda del Pozo; 2. Sin la Formación Cuerda del Pozo;
3. Incluida la Formación Calizas de Leza; 4. Sin la Formación Calizas de Leza



Figura 1. Situación de la zona con referencia al MTN 1:50.000

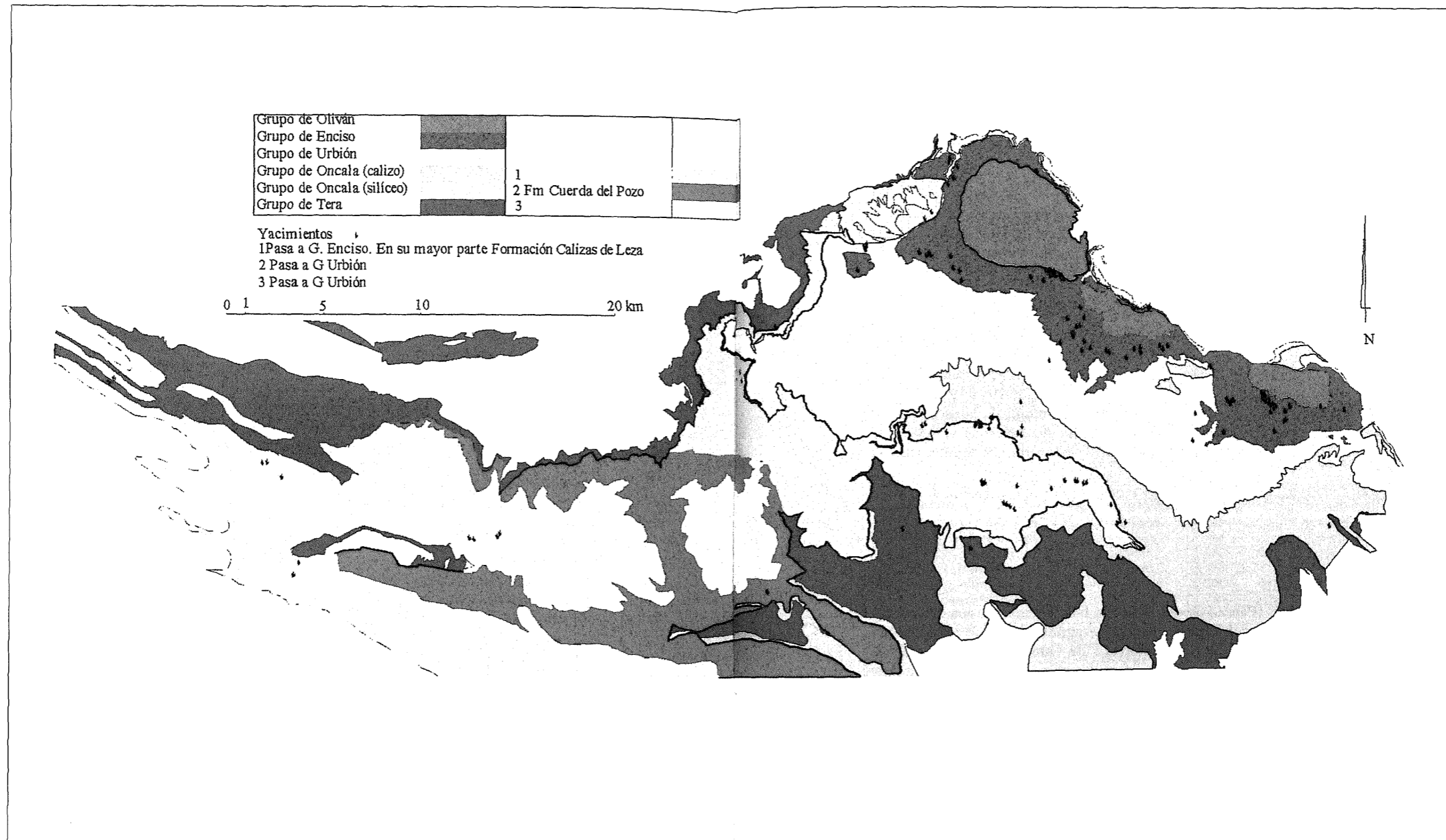


Figura 2. Distribución de yacimientos y grupos litoestratigráficos

Como dichas rocas proceden de sedimentos continentales, su datación ha sido siempre difícil dada la escasez de fósiles apropiados. Ya hace años que se sabía que la sedimentación marina del Jurásico superior terminaba aquí en el Kimmeridgiense. Las dataciones con gasterópodos (Calzada, 1977), ostrácodos (Brenner, 1973; Salomon, 1982; Schudack, 1987) no proporcionaban datos concordantes. Mas et al. (1993) pudieron datar algas marinas en calizas de uno de los grupos (Aptiense superior-Albiense basal) y finalmente la determinación de caráceas (Martín Closas, et al., 1998) permitió datar la sucesión "Wealdiense" entre el Kimmeridgiense y el Albiense.

En la figura 2 se han separado los Grupos tradicionales añadiendo una nueva delimitación entre lo que en la cartografía sale con el nombre de Oncala silíceo y Oncala calizo, además se han superpuesto las precisiones de Mas et al. (ver este volumen) relativas a las formaciones de la Cuerda del Pozo y de las Calizas de Leza. La base cartográfica han sido:

a) las hojas siguientes del Mapa Geológico de España E. 1:50.000:

Hoja nº 241, Anguiano (Ramírez et al., 1990); nº 242, Munilla (Hernández et al., 1990); nº 243, Calahorra (Castiella et al., 1975); nº 277, Salas de los Infantes (Gil et al., 1978b); nº 278, Canales de la Sierra (Gil et al., 1978a); nº 279, Villoslada de Cameros (Cámara et al., 1982); nº 280, Enciso (Cámara et al., 1981); nº 281, Cervera del Río alhama (Durantez et al., 1982); nº 315, Santo Domingo de Silos (Quintero et al., 1982); nº 316, Quintanar de la Sierra (Quintero et al., 1986); nº 317, Vinuesa (Quintero et al., 1988); nº 318 Almarza (Rey et al., 1981a); nº 319 Ágreda (Rey et al., 1981b);

b) las aportaciones de varios investigadores (cf. Mas et al., este volumen).

2. YACIMIENTOS

En un trabajo reciente (Pérez-Lorente, 2003) se han recopilado los datos existentes relativos a las huellas del Cretácico inferior españolas. En este trabajo están incluidas la mayor parte de las de los yacimientos de Cameros y las citas bibliográficas de todos ellos, por lo que servirá de referencia para evitar dar una lista muy grande en la que se citen los yacimientos y los autores que los han trabajado.

Los yacimientos se distribuyen por casi todos los Grupos. En el Grupo Oliván no se han citado huellas hasta ahora. Sólomente se dispone de la referencia oral de un yacimiento del que extrajeron cuatro icnitas con una radial.

De los puntos con huellas (tabla 1, figura 2) se extraen las siguientes observaciones con respecto a la distribución de sus yacimientos:

- Son más abundantes al NE de la zona (figura 2).
- El mayor número se encuentra en los Grupos Enciso y en Oncala silíceo (tabla 1, figura 3).
- Hay muy pocos en los Grupos Tera, Urbión y Oncala calizo
- No hay en el Grupo Oliván

GRUPO	LITOLÓGIA	YACIMIENTO	HOJA	ICNITAS	EDAD
TERA	arenisca-limolita	Dehesa de Gallinero I	318	t,p,s	Jurásico superior-Cretácico inferior
		Arévalo	318	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA calizo	arenisca	El Encinar	279	t,o,ni	Cretácico inferior
	conglomerado	La Pedraja	277	t,o,s	Cretácico inferior
ONCALA silíceo	aren-caliz,...	Valles de Valdelalosa	318	t,o,s,p	Jurásico superior-Cretácico inferior
	caliza	Virgen del Paso	310	t	Cretácico inferior
ONCALA silíceo	caliza	El Chorrón del Saltadero	281	t	Cretácico inferior
	arenisca	Los Tormos	280	t,o,p	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca	Santa Cruz de Yanguas	280	o	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca-limolita	La Laguna I	280	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca	Fuente la Corte	280	t,o	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca	El Frontal	280	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca	La Matecasa	280	t,o	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca	La Peña	280	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca	El Corral de la Peña	280	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca-limolita	Santa Cristina	280	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca-limolita	Serrantes	280	t,o,p,c	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca-limolita	Villaseca 32	280	t, p	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca	Fuentesalvo	280	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca-limolita	La Calavera	280	t,o	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca	La Dehesa	280	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca	El Majadal	280	t,s	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca	La Muga	280	ni	Cretácico inferior
	arenisca-limolita	Valoria IV	280	t,o	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca-limolita	Valoria III	280	t,o,p	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca-limolita	Valoria I	280	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca-limolita	Valoria II	280	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca-limolita	Las Aldehuelas	318	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca	La Revilleja	318	t,s	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca	El Salgar de Sillas	318	t,o,s	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca-limolita	Los Campos III	318	t,o,s	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca-limolita	Fuente de la Dehesa	280	t,o	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca-limolita	La Ventizuela	280	t,ni	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca-limolita	Las Palomeras	280	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca	La Losa I	280	t,o	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca	La Losa II	280	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca	Las Costanillas	280	t,o	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca-limolita	San Roque	280	t,o,s	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca-limolita	Las Adoberas	318	t,o	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca-limolita	La Callejuela	318	t	Jurásico superior-Cretácico inferior
ONCALA silíceo	aren-caliz,...	Valles de Valdelalosa	318	t,o,s,p	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca	La Moga	279	t,o	Cretácico inferior
ONCALA silíceo	arenisca	Río Maguillo	279	t,o	Cretácico inferior
	arenisca-limolita	San Prudencio	279	o?	Cretácico inferior
URBIÓN	conglomerado	Peña Uñor (I)	277	t,o	Cretácico inferior
	Conglomerado	Peña Uñor (II)	277	t	Cretácico inferior
URBIÓN	arenisca	Costalomo	277	t,o	Cretácico inferior
	conglomerado	Camino de Moncalvillo	315	ni	Cretácico inferior
URBIÓN	conglomerado	Senda del Correo	315	ni	Cretácico inferior
	arenisca	Necrópolis de Revenga	316	t	Cretácico inferior
URBIÓN	arenisca-limolita	El Royo	317	t,o,s	Cretácico inferior
	arenisca	Fuente la Teja	316	ni	Cretácico inferior
URBIÓN	arenisca	El Frontal	316	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	El Frontal II	316	o	Cretácico inferior
URBIÓN	arenisca	El Majadal	280	t,o,s	Jurásico superior-Cretácico inferior
	arenisca	Valdemayor	241	o?	Cretácico inferior
URBIÓN	arenisca	La Cela A	242	t?	Cretácico inferior
	arenisca	La Cela B-D	242	t,o,s	Cretácico inferior
URBIÓN	arenisca	La Cela C	242	t,?	Cretácico inferior
	arenisca	Cabezuelos	281	t	Cretácico inferior
URBIÓN	arenisca	Barranco de Acrijos	281	t	Cretácico inferior

GRUPO	LITOLÓGIA	YACIMIENTO	HOJA	ICNITAS	EDAD
ENCISO	caliza	Camino a Treguajantes	242	t	Cretácico inferior
	caliza	La Ilaga	242	t,o	Cretácico inferior
	caliza	Soto 1	242	t,o,ni	Cretácico inferior
	caliza	Soto 3	242	t,o	Cretácico inferior
	caliza	Trevijano 1	242	o?	Cretácico inferior
	caliza	Trevijano 2	242	s	Cretácico inferior
	caliza	El Contadero	242	o?	Cretácico inferior
	caliza	Hornillos 1	242	t	Cretácico inferior
	caliza	Hornillos 3	242	t	Cretácico inferior
	caliza	Hornillos 4	242	t	Cretácico inferior
	caliza	San Martín 1	242	s	Cretácico inferior
	caliza	San Vicente de Robres	242	t,o,ni	Cretácico inferior
	caliza	Valdecevillo E	280	t,o	Cretácico inferior
	caliza	Corral de Valdefuentes	280	t,o	Cretácico inferior
	caliza	Barranco de Valdeño	280	o	Cretácico inferior
	caliza	Del Rio	280	o	Cretácico inferior
	caliza	Bco. de la Sierra del Palo	280	t	Cretácico inferior
	caliza	El Villar-Poyales	280	t,o	Cretácico inferior
	caliza	Navalsaz	280	t,o	Cretácico inferior
	caliza	La Cuesta de Andorra	280	o	Cretácico inferior
	caliza	Fuenteamarga	242	s	Cretácico inferior
	caliza	Valdemurillo	242	t,s	Cretácico inferior
	caliza	Perosancio	281	o	Cretácico inferior
	caliza	La Cuesta del Peso	243	t	Cretácico inferior
	caliza	Era del Peladillo 1	281	t,o	Cretácico inferior
	caliza	Era del Peladillo 2	281	t,o,s	Cretácico inferior
	caliza	Era del Peladillo 3	281	t,o,s	Cretácico inferior
	caliza	Era del Peladillo 4	281	t,o,s	Cretácico inferior
	caliza	Era del Peladillo 5	281	t,o,s	Cretácico inferior
	caliza	Era del Peladillo 6	281	t,o,s	Cretácico inferior
	caliza	Era del Peladillo 7	281	t,s	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 1-A	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 1-B	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 2	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 3	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 3-A	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 3-B	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 3-C	281	o	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 4	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 5A	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 5A	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 6-A	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 6-B	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 6-C	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre 7	281	t	Cretácico inferior
	caliza	La Torre L	281	t	Cretácico inferior
	caliza	Cno. de Igea- Vldbjs	281	t,o	Cretácico inferior
	caliza	Valdebrajes	281	t,o	Cretácico inferior
	caliza	Las Navillas	281	t,o,s	Cretácico inferior
	arenisca	Hornillos 5	242	t	Cretácico inferior
	arenisca	Santisol	242	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	Santa Juliana	242	t	Cretácico inferior
	arenisca	La Bargailla	242	t,o	Cretácico inferior
arenisca	San Martín 2	242	o	Cretácico inferior	
arenisca	San Martín 3	242	t	Cretácico inferior	
arenisca	Las Mortajeras	242	t	Cretácico inferior	
arenisca	Malvaciervo	242	t,o	Cretácico inferior	
arenisca	Munilla	242	t,o	Cretácico inferior	
arenisca	El Sobaquillo	242	s	Cretácico inferior	
arenisca	San Vicente I-IV	242	t	Cretácico inferior	

GRUPO	LITOLOGÍA	YACIMIENTO	HOJA	ICNITAS	EDAD
	arenisca	San Vicente VII-IX	242	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	San Vicente X	242	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	San Vicente XIV-XVI	242	t	Cretácico inferior
	arenisca	Peñaortillo	242	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	Umbría del Portillo	242	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	La Canal V	242	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	La Canal VI	242	t	Cretácico inferior
	arenisca	La Canal IX	242	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	La Canal X-XI	242	t	Cretácico inferior
	arenisca	La Canal XII-XIII	242	t	Cretácico inferior
	arenisca	Gilera	280	ni	Cretácico inferior
	arenisca	Valdenocerillo	281	t	Cretácico inferior
	arenisca	Los Cayos A	281	t	Cretácico inferior
	arenisca	Los Cayos B	281	t	Cretácico inferior
	arenisca	Los Cayos C	281	t,a,q	Cretácico inferior
	arenisca	Los Cayos D	281	ni	Cretácico inferior
	arenisca	Los Cayos E	281	t	Cretácico inferior
	arenisca	La Cañada I	281	t	Cretácico inferior
	arenisca	La Cañada II	281	t	Cretácico inferior
	arenisca	La Cañada III	281	t	Cretácico inferior
	arenisca	Las Navas	281	t	Cretácico inferior
	arenisca	Santa Ana	281	t	Cretácico inferior
	arenisca	El Villar	281	t	Cretácico inferior
	arenisca	Sol de la Pita	281	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	Soto 2	242	s	Cretácico inferior
	arenisca	La Pellejera	242	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	Hornillos 2	242	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	La Virgen del Campo 2	280	t,o,c	Cretácico inferior
	arenisca	La Virgen del Campo 2	280	t	Cretácico inferior
	arenisca	La Senoba	280	t,o	Cretácico inferior
	arenisca	Valdecevillo	280	t,o,s	Cretácico inferior
	arenisca	Ignitas 3	280	t	Cretácico inferior
	arenisca	Las Losas	280	t	Cretácico inferior
	arenisca	La Mata	242	t	Cretácico inferior
	arenisca	Las Hoyas	242	t	Cretácico inferior

Abreviaturas

Identificación de las icnitas: t, terópodos; o, ornitópodos; s, saurópodos; p, pterosaurios; c, cocodrilos; a, aves; q, tortugas; ni, no identificadas.

TABLA 1. Distribución de los yacimientos conocidos con huellas de dinosaurio.

- Los localizados en los Grupos Enciso y en Oncala silíceo parecen estar alineados siguiendo el mismo trazado que el de la intersección de las capas con la superficie (figura 2).

La primera de las observaciones se justifica en parte con la segunda. El mayor número de yacimientos están en el Grupo Enciso, que es el que aflora en la parte

GRUPO	TERA	ONCALA CALIZO	ONCALA SILÍCEO	URBIÓN	ENCISO	ICNITAS
						Terópodos
conglomerado arenisca caliza	1			2	41	
conglomerado arenisca caliza	2		34	10	39	
		3				Ornitópodos
conglomerado arenisca caliza	1			1	17	
conglomerado arenisca caliza	1		19	7	25	
		1				Saurópodos
conglomerado arenisca caliza	1		5	3	3	
		1			12	

TABLA 2. Distribución de huellas encontradas en función del grupo y del tipo de roca.

	TERÓPODAS	ORNITÓPODAS	SAURÓPODAS
total de yacimientos en Cameros	133	72	25
yacimientos en el grupo de Tera	4 (133)	2 (66)	1 (33)
yacimientos en el grupo de Oncala	37 (133)	20 (72)	6 (22)
yacimientos en el grupo de Urbión	12 (133)	8 (88)	3 (32)
yacimientos en el grupo de Enciso	80 (133)	42 (70)	15 (25)
yacimientos en conglomerados	3 (133)	2 (89)	1 (44)
yacimientos en areniscas	77 (133)	44 (76)	12 (21)
yacimientos en calizas	51 (133)	26 (68)	12 (31)

TABLA 3.

NE de Cameros. También se encuentran más huellas en el Oncala silíceo en el NE, pero en este caso la explicación para la acumulación NE es distinta.

Hay dos hechos que diferencian la variación del número de yacimientos - sobre todo en el Oncala silíceo - entre la parte Este y la Oeste. Uno es la intensidad del metamorfismo alpino que se detecta bien en la parte Este y que produce mayor litificación de la roca, y lo que produce mayor resistencia a la meteorización. Otro es el calibre mayor (menor) de los sedimentos detríticos al Oeste (al Este). Esta diferencia de composición y textura de las rocas se manifiesta también en las formas de relieve, más alomadas y con mejor suelo para la vegetación al Oeste que al Este. En consecuencia la litificación mayor y el tamaño de grano menor son elementos que permiten que las icnitas, como cualquier estructura de techo de estrato, se muestre mejor y se imprima mejor en el Oncala silíceo al Este. Del mayor tamaño de grano se infiere que la energía del medio de depósito fue mayor, al Oeste y que por lo tanto la conservación de las marcas de techo fuese allí más difícil.

El Grupo Enciso está formado por la intercalación de secuencias fluviales con sedimentos palustres y lacustres tanto costeros como de profundidad mayor. Hay

muchos estratos resistentes que muestran el techo casi intacto, intercalados con otros de fácil erosión. En este Grupo es fácil encontrar abundantes fósiles de animales de agua dulce (gasterópodos, bivalvos, peces), suelos de vegetación con raíces fosilizadas, otros restos de plantas, caráceas, estructuras de algas y microbianas en las calizas y abundantes pistas superficiales y verticales de invertebrados. Hay muchas capas oscuras o negras debido a la cantidad de materia orgánica que contienen. Esta materia orgánica se asocia a la de aguas estancadas poco profundas en las que las condiciones eran reductoras. En el techo de las capas de areniscas limolíticas y calizas se muestran muchas estructuras sedimentarias como grietas desecación, rizaduras de corriente, estructuras de deslizamiento sinsedimentario (pequeñas coladas de barro). Son concordantes el medio sedimentario, el ambiente y el gran número de yacimientos de huellas de dinosaurio. A medida que pasa el tiempo, a las huellas ya conocidas de dinosaurio, se les agregan las icnitas de marcha de otros vertebrados tales como aves, tortugas y cocodrilos (Moratalla et al., 1990, 1992, 1994; Ezquerro et al., 2003 Torcida, 1996).

El Grupo Urbión es eminentemente fluvial. La sedimentación es de conglomerados, areniscas y limolitas propios de ambientes fluviales. En la parte Oeste, es también más difícil encontrar huellas debido a que el tamaño de grano de los sedimentos de las capas resistentes es mayor y por lo tanto más difícil de encontrar pisadas. Por otra parte, la base de la mayor parte de las capas de arenisca y conglomerado es fuertemente erosiva. Muchas de las capas arcillosas están marmorizadas por procesos de edafización de su misma edad, y los techos en ellas no se suelen ver. Las capas de arenisca están muy cuarteadas de manera que es muy difícil encontrar extensiones del techo grandes aflorantes, y en los pocos casos en los que los hay, no se observan en ellos ningún tipo de estructuras sedimentarias. Hay lugares en los que las obras o la extracción de roca permite observar icnitas en la base de alguno de los sedimentos coherentes. Varios de los afloramientos citados con huellas en este Grupo no son debidos a huecos en el techo de las capas sino al relleno de material detrítico de los mismos. Además de los yacimientos citados en la bibliografía, el autor conoce icnitas como rellenos (contramoldes) en varias localidades (minas de Navajún, Cornago, desmontes de la carretera entre Enciso y Yanguas, ...). Se puede decir que el número de yacimientos conocidos de icnitas de dinosaurio en el Grupo Urbión es muy pequeño por dos razones: una porque al menos parte de las que se imprimieron sobre limos, fueron erosionadas por las corrientes fluviales que depositaron las areniscas que las cubren; y la otra porque las huellas que no se erosionaron se destruyen a la vez que las capas van aflorando.

El Grupo Tera contiene menos yacimientos que el de Urbión probablemente por las mismas razones, acentuadas por el tamaño mayor de los elementos detríticos que contiene. El número de estratos o conjuntos de estratos con conglomerados es comparativamente mucho mayor en Tera que en Urbión. La superficie que ocupan los afloramientos del primero es de 730 Km², lo cual es la mitad de lo que ocupa el segundo (1.509 Km²).

Mientras que la escasez de yacimientos en los grupos Tera y Urbión se puede justificar debido a las variaciones de la composición y textura de la roca que no permiten la conservación de la huella ni tras su impresión en el barro ni tras su fosilización, no ocurre lo mismo en los grupos Oncala calizo y Oliván. El Oncala calizo se caracteriza por la abundancia de alternancias finas de sedimentos carbonatados

- las «calizas en lajas» - que en zonas contienen también depósitos de yeso y de azufre. Hay muy pocos yacimientos fosilíferos de bivalvos, gasterópodos u otro tipo de animales; son abundantes las estructuras sedimentarias de tipo estromatolitos. Es probable que el ambiente sedimentario en el Oncala calizo, en el que también se ha descrito la influencia de agua marina, fuera excesivamente árido y salobre para que pudieran vivir en él ni dinosaurios ni muchos tipos de animales (vertebrados e

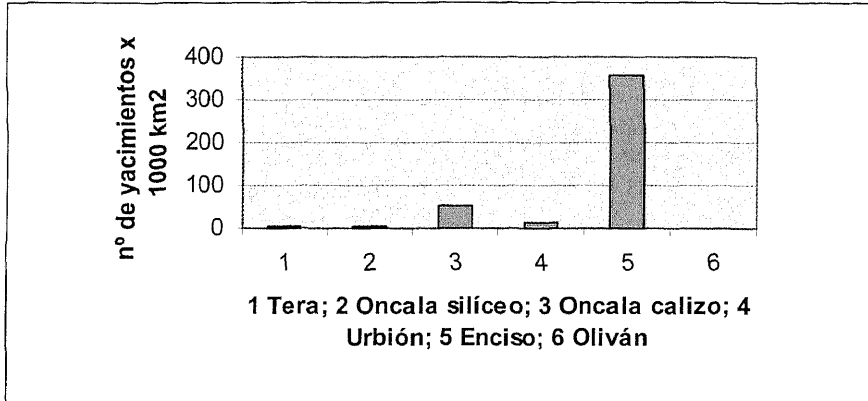


Figura 3. Densidad de yacimientos según los Grupos litoestratigráficos.

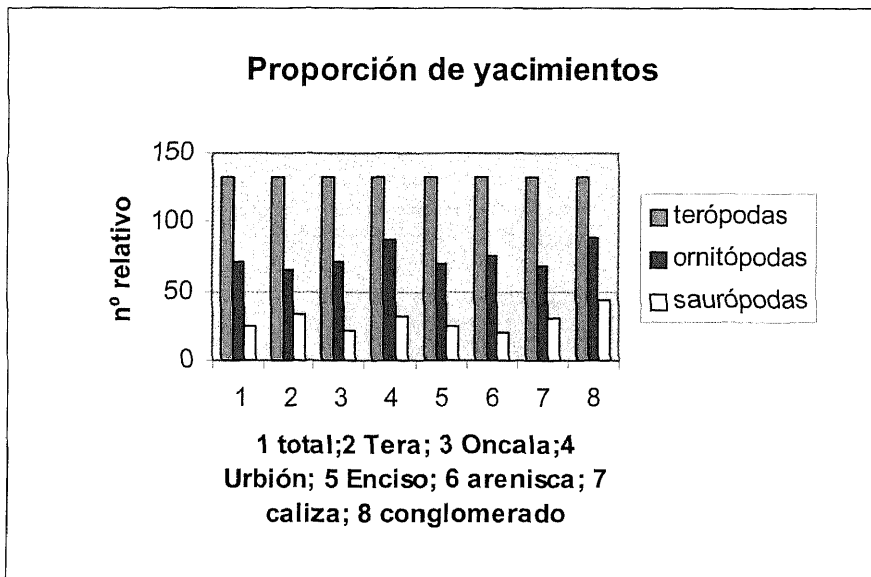


Figura 4. Porcentaje relativo de pisadas según los grupos y la litología de los yacimientos. La referencia es el máximo número yacimientos con huellas terópodos (Grupo de Enciso).

invertebrados), y lo suficientemente profundo para que no quedaran marcadas, salvo en contadas excepciones, ni siquiera las impresiones de sus huellas.

Con respecto al Grupo Oliván, la composición lítica (areniscas y limos) y el ambiente sedimentario propuesto para su depósito, es el mismo que el propuesto para el Grupo Urbión. Hay acumulación potente de capas limolíticas rojas en ambos Grupos en la parte Norte de la zona, pero en el Grupo Oliván sin los niveles intercalados conglomeráticos o de areniscas gruesas abundantes en el Urbión. Es probable que los afloramientos septentrionales de ambos grupos sea resultado de sedimentación en áreas menos húmedas que las situadas al Sur. Entre las diferencias más aparentes entre los dos grupos habría que señalar que en el Grupo Oliván:

- No hay ningún nivel de caliza intercalado
- No hay conglomerados
- Las capas lutíticas suelen tener mayor cantidad de elementos detríticos gruesos
- El contenido en materia orgánica es menor

Solamente se tiene la referencia de un yacimiento con huellas de dinosaurio en este Grupo Oliván. Tal yacimiento, si existió, fue saqueado y no se tiene noticia de cual es el paradero de las icnitas. La escasez de huellas posiblemente sea debida a la mayor abundancia de sedimentos fluviales de base erosiva. No obstante hay que señalar que los afloramientos rocosos, debido al comportamiento de las rocas (resistencia a la meteorización y a la erosión) no muestran lisos de techos despejados y continuos en los que se contemplan sus estructuras sedimentarias.

En la figura 2, los yacimientos de los grupos Enciso y Oncala síliceo están alineados. La dirección corre paralela en el primer caso al techo y al muro del Grupo y en el segundo al contacto entre el Oncala síliceo y el calizo. La mayor parte de estos puntos se encuentran en los lugares en los que la dirección y el buzamiento de los estratos coincide con la de las superficies de las laderas. Si se representasen los afloramientos en relación con las vertientes de los ríos y barrancos se vería que se concentran en los que siguen la misma dirección que las capas y sólamen-

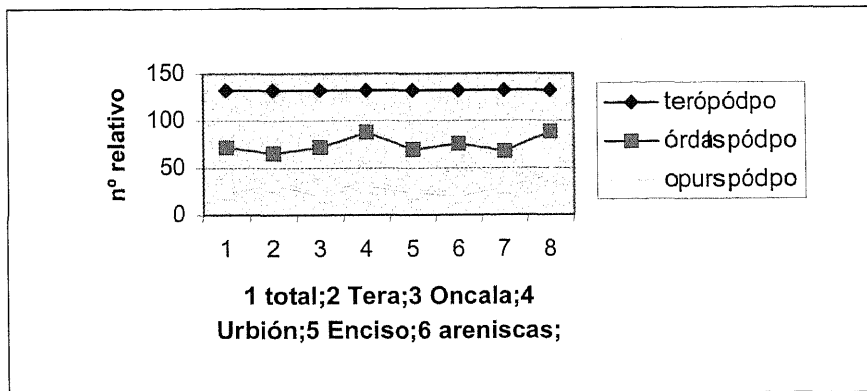


Figura 5. Variación del porcentaje según los grupos y la litología de los yacimientos.

te en una de sus márgenes. Los ríos Leza y Cidacos, que atraviesan las capas de Sur a Norte, dejan en algunas de sus vertientes bien orientadas, un rosario de yacimientos que cortan las alineaciones paralelas.

3. LAS HUELLAS Y LOS YACIMIENTOS

Se han proyectado el número de yacimientos que contienen huellas de cada uno de los tres tipos fundamentales (terópodos, ornitópodos y saurópodos) en varias formas según el Grupo en el que se encuentran y según el tipo de roca (conglomerado, arenisca y caliza) de manera que se pudiera discriminar el contenido según los patrones más comunes de ambiente o facies. Los resultados, como se ve a continuación y para el tratamiento que se ha hecho de los datos son de gran uniformidad.

Se representan con columnas en la figura 4 el número de yacimientos que contienen huellas terópodos, ornitópodos y saurópodos teniendo en cuenta la proporción entre ellas en cada una de las asociaciones. Se han establecido los porcentajes en todas ellas haciendo la conversión al mismo número de huellas terópodos. El número elegido ha sido el de 133 porque es el número total de yacimientos con icnitas terópodos.

En la tabla 3 están indicados el número de yacimientos con icnitas terópodos, ornitópodos y saurópodos en el total de la zona y en cada uno de los Grupos. Si se transforman todos proporcionalmente como si hubiera 133 yacimientos con icnitas terópodos, las cifras que saldrían son las que hay entre paréntesis. Hay una variación debida a que en la bibliografía consultada no se cita la litología de uno de los yacimientos del Grupo Tera. Este yacimiento que se cuenta en algunos diagramas, no se cuenta en otros -dado que solo tiene icnitas terópodos, su influencia es nula en el conjunto de resultados.

En la figura 4 se muestra por columnas la proporción de yacimientos que contienen huellas de uno u otro tipo. La primera observación es que el número de yacimientos con icnitas terópodos es superior siempre y en magnitud similar al de yacimientos con icnitas ornitópodos o saurópodos. La variación mayor se muestra en las asociaciones (2 y 4, figuras 4 y 5) en las que el número de datos es menor. En el Grupo de Tera y en conglomerados hay 4, 2, 2 y 3, 2, 1 yacimientos con huellas terópodos, ornitópodos y saurópodos respectivamente. No es por lo tanto significativa la variación (columna 2, figura 5) del número relativo de ornitópodos y saurópodos.

La proporción observada en los yacimientos es similar a la que se obtuvo con la proporción entre los tres tipos de rastreadas estudiadas para el Cretácico de España (Pérez-Lorente, 2003).

4. ICNOGÉNEROS Y AGRUPACIONES

Lockley et al. (1999) citan, teniendo en cuenta trabajos anteriores cinco géneros de icnitas terópodos. Actualmente los icnogéneros han variado y se encuentran des-

critos otros dos más (Pérez-Lorente, 2003). La diferencia de tamaño entre las icnitas (de 75 a 5 cm) y la variación de caracteres biomórficos hace suponer que el número de icnotaxones sea mayor. No obstante es necesaria la revisión de dichos icnogéneros porque en varias de sus descripciones no se ha considerado la interacción entre la huella y el sedimento (calcos, caída de barro hacia el interior de la huella, subhuellas, penetración del pie en el sustrato, etc). Es posible que muchos de los yacimientos con huellas de dinosaurio no sirvan para hacer la distribución espacial de icnotipos terópodos debido a la deformación de las pisadas producida durante las tres fases de su impresión (fases T, W y K de Thulborn et al., 1989).

Se han estudiado hasta este momento 24 yacimientos con icnitas saurópodos. Las más abundantes pertenecen a los de "vía ancha" y se han citado tres de "vía estrecha" (Farlow, 1992; Lockley et al., 1994). La mayor parte de las icnitas saurópodos forman acumulaciones caóticas y son pocos los puntos en los que hay rastreadas aisladas. En estos últimos casos, los afloramientos son tan pequeños que no se puede deducir si estas pistas forman parte o no de las dejadas por manadas de saurópodos.

Se han descrito varios tipos de icnitas ornitópodos teniendo en cuenta la magnitud de las huellas, algún rasgo especial o su similitud con otras ya estudiadas. Los rastros son bípedos excepto cuatro que son cuadrúpedos. Hay afloramientos con rastreadas ornitópodos aisladas y otras con agrupaciones más o menos caóticas.

El examen de los yacimientos icníticos cameranos muestra agrupaciones de huellas que no proporcionan criterios para afirmar que los dinosaurios eran animales de vida independiente, más bien al contrario, ya que las asociaciones y rastreadas son más compatibles con comportamiento gregario. Las posibilidades de comportamiento se analizaron en los yacimientos riojanos por Casanovas et al. (1999) y de la misma manera que en la parte riojana de Cameros, en el conjunto de yacimientos examinados, cuando estos son grandes, se encuentran grupos de terópodos, saurópodos y ornitópodos.

Un hecho destacable es que en las agrupaciones presentes en yacimientos grandes, se pueden distinguir icnitas terópodos de varios tipos e icnitas ornitópodos también de varios tipos, por supuesto marcadas en el techo del mismo estrato.

5. ICNOFACIES

Lockley et al. (1999) analizaron las icnitas de la Cuenca de Cameros en el capítulo que titularon la Epoca de Iguanodon. Llamaron así al Cretácico inferior de Europa "por la cantidad conocida de huellas atribuidas a Iguanodon o a dinosaurios iguanodóntidos". No es el caso de los yacimientos de Cameros. Por otra parte, el contenido de uno o de más de un tipo de huellas, depende directamente del tamaño del yacimiento (Casanovas et al., 1999): cuanto más pequeño es el lugar, más posibilidad de que las huellas sean del mismo icnogrupo. Como se ve en las representaciones y tablas, no hay diferencia entre las litofacies (carbonatadas, detríticas finas y detríticas gruesas) y la proporción de los tipos de icnitas.

El análisis global de los tres grupos de icnitas de dinosaurio no muestra indica-

ción alguna de variación según la composición de las rocas, ni según el Grupo estratigráfico considerado - en sentido lato del medio sedimentario. Tampoco se encuentra variación que permita separar medios fluviales, medios lacustres, ni medios palustres relacionados con llanuras de inundación ni con zonas someras de lagos. En algunos otros entornos (Farlow et al., 1995; García-Ramos et al., 2002) no se mantiene la proporción de icnotaxones entre medios sedimentarios o entre facies distintos. Pero si se consideran todos los afloramientos, se mantiene la proporción general. La variación es constante y sigue la misma tendencia que la encontrada en los yacimientos mundiales.

El número de yacimientos contados para cada uno de los cinco Grupos del "Weald de Cameros" cambia de uno a otro, pero tal variación se justifica por la variación de energía, de profundidad o de condiciones físico químicas y no por la variación de la proporción o de la cantidad de dinosaurios que vivían en ellos.

Según estudios anteriores (Casanovas et al., 1999) en Cameros, el número de tipo de icnitas de dinosaurio de cada yacimiento solo es función de la extensión del mismo. En los yacimientos analizados en dicho trabajo, no se consideró si los todos los dinosaurios pasaban a la vez o en momentos en los que la profundidad o grado de compactación del barro fué distinto. Es sabido que un mismo yacimiento puede contener icnotaxones diferentes según el hábitat del momento. El momento geológico puede abarcar periodos de varios años y condiciones de profundidad de agua distintas. Hay ejemplos en los que rastrilladas de dinosaurios nadando se cruzan con otras de marcha, siendo todos ellos del mismo tamaño (Casanovas et al., 1993). Rainforth (1997) añade otra particularidad a la determinación de icnofacies puesto que encuentra que la diferencia de tamaño de grano en las zonas de unos depósitos costeros es capaz de preservar solamente huellas de uno o de otro calibre, a pesar de que pisaran dinosaurios de tamaño diferente en el mismo sitio. En Cameros no se ha visto hasta ahora un lugar suficientemente grande que fuera hollado exclusivamente por un solo grupo de dinosaurios, como se podría producir tras el paso de grandes manadas de saurópodos o de ornitópodos.

En este estudio no se encuentra ningún patrón de distribución entre los icnotaxones generales y los Grupos geológicos o los tipos de rocas. Las proporciones obtenidas son similares entre ellas y con las obtenidas en estudios del resto del mundo por lo que la relación entre los icnotaxones no depende del Grupo ni parece que aquí dependa del medio sedimentario. Es posible que la proximidad de ambientes muy diferentes (lacustres, palustres, fluviales y de inundación) y su escala relativa, no fueran suficientemente selectivos, quizá debido a sus dimensiones y relaciones de interdependencia. En otros estudios se llega a conclusiones generales sobre la abundancia y distribución de dinosaurios, que tampoco dependen del medio. Farlow et al., (1995) analizan la proporción de dinosaurios mediante el estudio del contenido energético del entorno y del metabolismo de cada uno de los grupos biológicos que coexisten en el mismo que correlacionan con el número de individuos fósiles encontrados. El resultado que alcanzaron es que la cantidad de dinosaurios carnívoros con respecto a la de herbívoros indica que no se corresponde con la pirámide formada por animales de sangre caliente. La abundancia de huellas terópodos es, para estos autores, consecuencia, no de la abundancia de carnívoros, sino de la necesidad de búsqueda de alimentos (mayor en los carnívoros) y no representativa de la abundancia relativa de unos y otros.

6. CONCLUSIONES

La abundancia de yacimientos que se encuentran en la Cuenca de Cameros está controlada por varios factores. Independientemente de la abundancia de dinosaurios y del estado del barro sobre el que pisaron, se destacan como factores que favorecen la aparición de afloramientos con huellas los siguientes: litificación mayor, tamaño de grano bajo del sedimento y poca profundidad del agua.

Las mayor parte de los yacimientos de huellas de dinosaurio del "Weald" de Cameros que se conocen están restringidos fundamentalmente a los Grupos Enciso y Oncala silíceo (sector NE). Los procesos de erosión y meteorización de las rocas y la variación de su composición y textura son los responsables de esta distribución. Según la definición del término de megacnuyacimiento (megatracksite de Lockely et al., 1988) habría dos en Cameros: el Grupo Enciso y el Oncala silíceo.

La abundancia de yacimientos conocidos no está en relación directa con el contenido de cada Grupo. Los datos de geología de campo indican que, al menos los dos Grupos anteriores deben disponer del mismo orden de contenido en huellas de dinosaurio fosilizadas, pero no visibles en sus afloramientos. Es posible que los Grupos Urbión y Tera contengan también gran número de icnitas que se destruyen al ir aflorando las rocas.

La proporción de dinosaurios que dejaron sus huellas tanto en cada uno de los Grupos de los que se tienen datos suficientes, como en cada tipo de facies en las que se conservan (conglomerados, areniscas y calizas) es similar.

Como en el resto del conjunto de yacimientos mundiales, las icnitas más representadas son las terópodos, a las que siguen las ornitópodos y finalmente las saurópodos. En Cameros ocurre lo mismo y, en este trabajo además se comprueba que, el número de yacimientos con icnitas terópodos es claramente mayor que el de los que contienen icnitas ornitópodos y ambos a la vez que los yacimientos con icnitas saurópodos.

La proporción de dinosaurios representados en los yacimientos que se encuentran es la misma en todos los Grupos, y su distribución en Cameros no tiene relación con las condiciones ambientales. El equilibrio biológico entre los dinosaurios que vivieron queda reflejado en las pisadas fosilizadas encontradas en todos los ambientes sedimentarios de la Cuenca de Cameros.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Brenner, P., 1973.- *Ostracoden und Charophiten des Nordspanischen Wealden (Systematik, Ökologie, Stratigraphie, Paläontologie)*. Diss. Tübingen. 150 pp.
- Calzada, S., 1977.- Un yacimiento Barremiense en Cameros (Logroño). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geología*. (75), 35-38.
- Cámara, P., Durantez, O., 1981.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 280. Enciso*. IGME. Hoja y memoria.

- Cámara,P., Durantez,O., 1982.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 279.* Villoslada de Cameros. IGME. Hoja y memoria.
- Casanovas,L., Ezquerria,R., Fernández,A., Pérez-Lorente,F., Santafé J.V., Torcida,F., 1994.- Icnitas digitigradas y plantigradas de dinosaurio en el afloramiento de El Villar-Poyales (La Rioja. España). *Zubia monográfico.* (5), 135-163.
- Casanovas,M.L., Fernández,A., Pérez-Lorente,F., Romero Molina,M.M., Santafé J.V., 1999.- Empreintes de dinosaures dans La Rioja. En *Dinosaurs in the Mediterranean. Almadar.* (11), 109-132.
- Castiella,J., Solé,J., Villalobos,L., 1975.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 243. Calaborra.* IGME. Hoja y memoria
- Durantez,O,m Solé,J., Castiella,J., Villalobos,L., 1982.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 281 Cervera del Rio Albama.* IGME. Hoja y memoria.
- Ezquerria,R., Pérez-Lorente,F., 2003.- Reptiles nadadores en el sector Oeste del yacimiento de la Virgen del Campo (4LVC, Enciso. La Rioja. España). En *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos en España.* Coord. de la edición F. Pérez-Lorente. *Ciencias de la Tierra.* (26), 161-194.
- Farlow,J.O., 1992.- Sauropod tracks and trackmakers: integrating the ichnological and skeletal records. *Zubia.* (10), 89-138.
- Farlow,J.O., Dodson,P., Chinsamy,A., 1995.- Dinosaur Biology. *Annu. Review of Ecol. Syst.* (26), 445-471.
- Fuentes,C., 1996.- Primeras huellas de aves en el Weald de Soria (España). Nuevo icnogénero, *Archaeornithipus* y nueva icnospecie *A. meijidei.* *Estudios Geológicos.* (52), 63-75.
- García-Ramos,J.C., Piñuela,L., Lires,J., 2002.- Terópodos precavidos y refugios para saurópodos. Hipótesis basadas en icnitas de dinosaurios del Jurásico de Asturias. En *Congreso Internacional sobre Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España.* Ed. F. Pérez-Lorente. (Resúmenes). p. 24.
- Gil Serrano,G., Jiménez,S., Zubieta,J.M., 1978a.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 278. Canales de la Sierra.* IGME. Hoja y memoria
- Gil Serrano,G., Zubieta,J.M., 1978b.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 277. Salas de los Infantes.* IGME. Hoja y memoria
- Hernández,A., Ramírez,J.L., Olivé,A., 1990.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 242. Munilla.* IGME. Hoja y memoria
- Kneuper-Haack,F., 1965.- Ostracoden aus dem Wealden der Sierra de los Cameros (Nordwestliche Iberische Ketten). *Beihfte Geologischen Jahrbuch.* (44), 165-209.
- Lockley,M.G., Farlow,J.O., Meyer,C.A., 1994.- *Brontopodus* and *Parabrontopodus* ichnogen nov. and the significance of wide-and narrow-gauge sauropod trackways. En *Aspects of Sauropod Paleobiology.* Eds. Gaia. (10), 135-145.
- Lockley,M.G., Hunt,A.P., 1995.- *Dinosaur tracks and other fossil footprints of the western United States.* Columbia University Press. 338 pp.

- Lockley, M.G., Meyer, C., 2000.- *Dinosaur tracks and other fossil footprints of Europe*. Columbia University Press. 323 pp
- Martín Closas, C., Alonso, A., 1998.- Estratigrafía y biostratigrafía (Charophyta) del Cretácico inferior en el sector occidental de la Cuenca de Cameros (Cordillera Ibérica). *Revista de la Sociedad Geológica de España*. (11). 253-269.
- Mas, R., Alonso, A., Guimerá, J., 1993.- Evolución tectonosedimentaria de una cuenca extensional intraplaca: la cuenca finijurásica-eocretácica de Los Cameros (La Rioja-Soria). *Revista de la Sociedad Geológica de España*. (6), 129-144.
- Mas, R., Benito, M.J., Arribas, J., Serrano, A., Guimerá, J., Alonso, A., Azcárate, J.A., 2005.- La Cuenca de Cameros (Cordillera Ibérica): Desde la extensión finijurásica-eocretácica a la inversión terciaria- Implicaciones en la exploración de hidrocarburos. *Ciencias de la Tierra*. (este volumen)
- Moratalla, J., Sanz, J.L., 1992.- Icnitas aviformes en el yacimiento del Cretácico inferior de Los Cayos (Cornago, La Rioja, España). *Zubía*. (10), 153-160.
- Moratalla, J., Sanz, J.L., Jiménez, S., 1990.- Una icnita de quelonio del Cretácico inferior de La Rioja (España). *Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Salamanca. (Actas)*, 255-261.
- Moratalla, J., Sanz, J.L., Jiménez, S., 1994.- Restos de cocodrilo e icnitas de pterosaurio en el Cretácico inferior de la Cuenca de Cameros. *Estrato*. (6). 90-93.
- Pérez-Lorente, F., 2003.- Icnitas de dinosaurios del Cretácico en España. En *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos en España*. Coordinador de la edición F. Pérez-Lorente. *Ciencias de la Tierra*. (26). 49-108.
- Quintero, I., Mansilla, H., Martínez Díaz, C., 1982.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 315. Santo Domingo de Silos*. IGME. Hoja y memoria
- Quintero, I., Mansilla, H., Martínez Díaz, C., 1986.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 316. Quintanar de la Sierra*. IGME. Hoja y memoria
- Quintero, I., Mansilla, H., Zapardiel, J.M., 1988.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 317. Vinuesa*. IGME. Hoja y memoria.
- Rainforth, E.C., 1997.- *Vertebrate ichnological diversity and census studies, Lower Jurassic Navajo Sandstone*. Diss.Univ. Colorado at Boulder. 48 pp.
- Ramírez, J.I., Olivé, A., Hernández Samaniego, A., Alvaro, M., 1990.- *Mapa Geológico de España. 1:50.000, Hoja nº 241 Angutano*. IGME Hoja y memoria.
- Rey, J., Rivera, S., 1981a.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 318. Almarza*. IGME. Hoja y memoria
- Rey, J., Rivera, S., 1981b.- *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 319. Ágreda*. IGME. Hoja y memoria.
- Salomon, J., 1982.- *Les formations continentales du Jurassique superieur-Crétacé inferieur en Espagne du Nord (Chaîne Cantabrique et NO Ibérique)*. Memoire de l'Université de Dijon. (6), 228 pp.

- Schudack, M., 1987.- Charophytenflora und Fazielle entwicklung der Grenzsichten mariner Jura/Wealden in den nordwestlichen Iberischen Ketten (mit vergleichen zu Asturien und Kantabrien). *Palaeontographica*. (B, 204). 1-180.
- Thulborn, A., Wade, M., 1989.- A footprint as a history of a movement. En *Dinosaur tracks and traces*. D.D. Gillette y M.G. Lockley eds. Cambridge University Press. 51-56.
- Tischer, G., 1966.- El delta weáldico de las Montañas Ibéricas Occidentales y sus enlaces tectónicos. *Notas y Comunicaciones*. IGME (84), 55-92.
- Torcida, F., 1996.- Registro de dinosaurios en el sureste de la provincia de Burgos. *Zubía* (14), 89-104.