

Pastando en las marismas. Una aproximación desde la técnica del microdesgaste dentario a la alimentación del ganado ovino en el Empordà romano (noreste de la Península Ibérica)

Grazing in the marshes. A dental microwear approach
to study sheep feeding in the Roman Empordà plain
(northeast of the Iberian Peninsula)

ABEL GALLEGO

Institut Català d'Arqueologia Clàssica
Plaça d'en Rovellat, s/n, E-43003 Tarragona
abel.gallego@icac.cat

FLORENT RIVALS

Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA). Passeig Lluís Companys 23, E-08010 Barcelona
Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES). Campus Sescelades, Universitat Rovira i Virgili
Zona Educacional 4, E-43007 Tarragona
Universitat Rovira i Virgili, Àrea de Prehistòria, Campus Catalunya, Universitat Rovira i Virgili
Avinguda Catalunya 35, E-43002 Tarragona
florent.rivals@icrea.cat

LÚDIA COLOMINAS

JOSEP MARIA PALET

Institut Català d'Arqueologia Clàssica
Plaça d'en Rovellat, s/n, E-43003 Tarragona
lcolominas@icac.cat
jpalet@icac.cat

En este artículo presentamos un estudio sobre la gestión alimentaria que se realizó del ganado ovino durante el periodo romano en el Empordà (noreste peninsular). Usando la técnica del microdesgaste dentario, hemos analizado noventa y nueve dientes de ovejas de Empúries, Mas Gusó y Tolegassos. Esta nos ha proporcionado datos acerca de las últimas ingestas que realizaron los animales estudiados. Los resultados permiten proponer un sistema de explotación ganadero del medio, que se complementaría con la agricultura, haciendo uso de la vegetación asociada a las marismas del Empordà. Este modelo de explotación es inédito, ya que no es mencionado en los tratados romanos.

PALABRAS CLAVE

ARQUEOZOOLOGÍA, MICRODESGASTE DENTARIO, GANADERÍA OVINA, HUMEDALES, PERIODO ROMANO, EMPORDÀ

In this paper, we use a zooarchaeological approach to study the management of the ovine herds during the Roman period in the Empordà plain (northeast of the Iberian Peninsula). Using the dental microwear technique, we analysed ninety-nine tooth remains of sheep from Empúries, Mas Gusó and Tolegassos. This provided us with information about the last food intake of the animals studied.

The results allowed us to propose an exploitation system of the environment for livestock that complemented agriculture, making use of the vegetation associated with wetlands in the Empordà plain. This exploitation system has never been documented before, as is not mentioned in the Roman treatises.

KEY WORDS

ZOOARCHAEOLOGY, DENTAL MICROWEAR, OVINE HUSBANDRY, WETLANDS, ROMAN PERIOD, EMPORDÀ PLAIN

1. Introducción

La investigación sobre la alimentación del ganado en tiempos históricos se ha visto limitada hasta tiempos recientes al estudio de las fuentes escritas que tratan sobre temas agropecuarios. Es en las últimas décadas cuando, gracias a la aplicación de nuevas técnicas procedentes de la arqueología, se están aportando nuevos datos a esta problemática histórica. En esta nueva vía de investigación cabe destacar las aportaciones desde los análisis de coprolitos, los estudios arqueobotánicos o los análisis de isótopos estables (Badal y Atienza, 2005; Balasse *et al.*, 2015; Lepetz y Matterné, 2003). En este trabajo se presentan los resultados aportados para un caso de estudio concreto usando la técnica del microdesgaste dentario, técnica que permite relacionar directamente las trazas observadas en el esmalte dentario con el contenido de las últimas ingestas (Mainland, 1998; Rivals, 2015; Solounias y Semprebon, 2002) y, por tanto, inferir con qué recursos los gestores del ganado lo alimentaron. Esta información nos permitirá conocer lo que consumió el ganado y contrastarlo con otros registros paleoambientales, especialmente polínicos, para comparar los recursos vegetales presentes en el entorno con aquellos que fueron utilizados como alimento para el ganado. Por otro lado, también nos permitirá realizar comparaciones con los modelos teorizados por los tratados agropecuarios de época clásica. En esta línea cabe destacar para nuestro caso de estudio a Columela (7 dC.-70 dC.), tribuno romano que hizo un recopilatorio —obra escrita hacia 42 dC.— de los modos de gestión de una explotación agropecuaria itálica (*Columela, De re rustica*) basándose en autores anteriores a él, como Varrón o Catón el Censor. En relación con la alimentación del ganado destaca una serie de plantas como la alfalfa —el alimento más productivo, según el autor—, la alverja, la cebada, la avena, el fenogreco, el yero o la almorta de monte. Especial mención hace al *cytissus*, planta que se utilizaba para alimentar el ganado ovino, que según el autor aumentaba la producción de leche. Se cree que esta planta se correspondería con la alfalfa arbórea (*Medicago arborea*) (Rozier, 1842-1845).

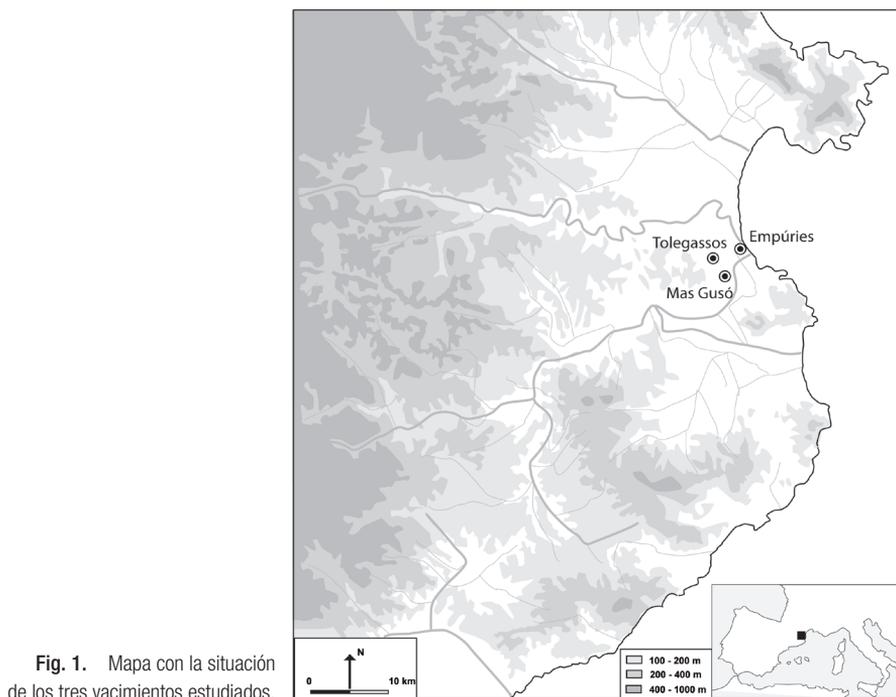


Fig. 1. Mapa con la situación de los tres yacimientos estudiados.

En definitiva, nuestra aportación pretende abordar desde la arqueozoología los vacíos presentes en relación con la alimentación del ganado para el periodo romano en la zona del Empordà (noreste de la península Ibérica). Los trabajos publicados hasta la fecha tratan principalmente de la explotación que se hacía de estos animales (Colominas, 2013; 2017), por lo que surge la necesidad de aportar información relativa a la gestión del ganado, ya que, para poder explotar un animal o sus productos, primero debe garantizarse su mantenimiento, reproducción y alimentación.

Para llevar a término dicho análisis nos hemos basado en el estudio de restos dentales de tres yacimientos romanos: la ciudad de Empúries y las *villae* de Tolegassos y Mas Gusó (fig. 1).

2. Materiales

Los dientes seleccionados provienen de tres yacimientos: la ciudad de Empúries y las *villae* de Tolegassos y Mas Gusó, todos situados en el área geográfica que comprende el llano litoral del Empordà, que se extiende entre el curso bajo del Ter y del Fluvià (fig. 1).

2.1. La ciudad de Empúries y las *villae* de Tolegassos y Mas Gusó

La ciudad romana de Empúries se encuentra ubicada en un promontorio junto a la línea de costa en el extremo sur del golfo de Roses, en el actual término municipal de L'Escala (Alt Empordà, Girona) (fig. 1). No se sabe seguro si fue fundada en la primera mitad del siglo VI a.C. por griegos procedentes de la isla de Focea o por habitantes de *Massalia* (la actual Marsella, Francia), otra colonia fundada con anterioridad por la misma comunidad focea (Aquilué, 2002). La fundación del asentamiento *ex novo* romano data de principios del siglo I a.C. (Aquilué *et al.*, 2002), situándose justo al oeste de la neápolis y al sudoeste de la *palaiapolis* griegas. Los estudios arqueozoológicos realizados muestran que el cerdo es el taxón que predomina cuantitativamente (53,2 % del total de restos determinados), seguido por el ganado oviscaprino (26,3 %) y vacuno (4,7 %) (Colominas, 2017). Entre los restos de oveja y cabra, se documenta una representación bastante homogénea, con un ligero predominio de los restos de caprino (10,2 % del total de restos determinados como oviscaprino) en relación con el 7,9 % de restos determinados como ovino.

La *villa* romana de Tolegassos, situada en el término municipal de Viladamat (Alt Empordà, Girona), se encuentra a pocos kilómetros de la línea de costa y entre 5 y 7 m.s.n.m. en una cota ligeramente más elevada que la planicie que lo rodea. La *villa* fue ubicada en un punto óptimo (fig. 1), a solo 5 km al este de Empúries y a tan solo 12 km hacia el oeste de una de las vías romanas principales de comunicación del territorio (Casas, 1989; Casas y Soler, 2003). Arqueológicamente, la fase romana de este asentamiento es bajorrepublicana, desde mediados del siglo II a.C., y se detecta su abandono a inicios del siglo III d.C., coetáneamente con la fase de regresión de la ciudad de Empúries (Casas y Soler, 2003). Los datos arqueozoológicos muestran un predominio de los restos de oveja y cabra (38,8 % del total de restos determinados), seguidos por los restos de porcino (26,9 %) y bovino (19,7 %) (Colominas, 2016a). Si nos centramos en aquellos restos que se han podido diferenciar como oveja o cabra, se documenta un predominio de los de ovino (17,5 % del total de restos determinados como oviscaprinos) por encima de los de caprino (12,9 %).

Mas Gusó, *villa* situada en Belcaire (Baix Empordà, Girona), se encuentra edificada sobre una pequeña elevación rocosa rodeada por tierras inundables (Casas y Soler, 2011). Se encuentra a tan solo 3,5 km al sudeste de Tolegassos y a 5 km al sudoeste de Empúries (fig. 1). Para el periodo de estudio, se constata una primera fase que comprende desde el último cuarto del siglo II a.C. hasta siglo I a.C., y una segunda fase altoimperial, entre el siglo I d.C. y su abandono en la segunda mitad del siglo III d.C. (Casas y Soler, 2000). Los datos arqueozoológicos para la fase aquí estudiada muestran un predominio cuantitativo de los restos de oveja y cabra (36,8 % del total de restos determinados), seguido por los restos de bovino (29,4 %) y porcino (23,9 %) (Colominas, 2016b). Entre los restos que se han podido diferenciar como oveja y cabra, un 9,8 % del total de restos determinados como oviscaprinos correspondería a ovejas y un 9,5 %, a cabras.

Tabla 1. Edades de los individuos analizados para cada yacimiento.

		Yacimiento		
		Empúries	Mas Gusó	Tolegassos
N.º individuos		47	21	36
Grupo de edad	Infantil	1		
	Juvenil	17		3
	Subadulto			8
	Adulto	27	20	25
	Senil	2	1	
Total	Mandíbulas	20	16	25
	Dientes aislados	27	5	11

Estos asentamientos estuvieron en uso en distintos periodos históricos, pero en este trabajo nos hemos centrado en el periodo romano, concretamente entre los siglos II aC. y III dC. Las unidades estratigráficas seleccionadas de Empúries provienen de un área de vertederos localizada en la zona del fórum romano; las unidades estratigráficas de las *villae* de Tolegassos y Mas Gusó pertenecen también a los vertederos asociados a ellas. De estos conjuntos arqueozoológicos se han seleccionado molares deciduales y definitivos mandibulares: dp₄, M₁, M₂ y M₃, y mandíbulas que conservaran cualquiera de estas fracciones dentarias.

Sobre la especie animal elegida para este estudio, se ha optado por seleccionar la oveja, ya que es el taxón más abundante en contextos holocenos mediterráneos en comparación con sus parientes caprinos (Colominas, 2013). En relación con el ganado bovino, no se ha incluido en este estudio por no disponer de especímenes suficientes.

El estudio incluye 104 individuos pertenecientes a 20 mandíbulas y 27 dientes inferiores aislados procedentes de Empúries, 16 mandíbulas y 5 dientes inferiores aislados de Mas Gusó, y 25 mandíbulas y 11 dientes inferiores aislados de Tolegassos (tabla 1).

3. Metodología

En este trabajo hemos utilizado la técnica del microdesgaste dentario, estudio que mediante el uso de microscopio óptico o electrónico nos permite identificar y cuantificar las microtrazas presentes en la superficie del esmalte (Mainland, 1998; Solounias y Semprebon, 2002). Estas trazas son directamente fruto de la abrasión que se produce sobre el esmalte durante las últimas ingestas (últimos días o semanas) realizadas por el individuo. Este efecto se denomina «efecto de la última cena» (Grine, 1986); las trazas son producidas tanto por el alimento como por partículas exógenas ingeridas con él. Los procesos tafonómicos también pueden dejar otras marcas sobre el esmalte, pero son distinguibles respecto a los

producidos durante la masticación (King *et al.*, 1999). En resumen, a través de esta técnica podemos inferir cuál fue la dieta del individuo estudiado durante sus últimos días y en qué condiciones se llevó a cabo (Mainland, 1998; 2006). Podemos realizar estas inferencias gracias a estudios previos en los que se han observado las microtrazas presentes en animales modernos cuya dieta se desconocía (Mainland, 1998; Rieau, 2014; Solounias y Semprebon, 2002).

Cabe destacar que se trata de una técnica no destructiva (Solounias y Semprebon, 2002); su uso se remonta a los años cincuenta del siglo pasado, en los que los estudios sobre oclusión molar en *Perissodactyla* (Butler, 1952; 1956) y dental de primates (Mills, 1955) permitieron establecer las primeras relaciones entre alimentación y patrón de trazas presentes en la cara oclusal de los dientes. Posteriormente se pudo determinar que, en el caso de los mamíferos herbívoros, estas trazas eran fruto de los fitolitos presentes en los vegetales y de partículas exógenas ingeridas durante la masticación (Baker *et al.*, 1959).

Con la introducción en los años setenta del microscopio electrónico de rastreo (MER), que permitió la cuantificación de las microtrazas, se incrementaron los estudios de microdesgaste dentario centrados en las adaptaciones en la dieta de primates, roedores y ungulados (Rensberger, 1978; Solounias *et al.*, 1988; Walker *et al.*, 1978). Cabe destacar los estudios realizados por Puech (1982) relacionados con el Hombre de Tautavel y, sobre todo, el inicio de la aplicación de la técnica para el estudio de animales domésticos (Mainland, 1998). Gran parte de la metodología actual, incluyendo la de este trabajo, se sustenta en las bases establecidas por Solounias y Semprebon (2002), usada desde entonces en numerosos trabajos (Merceron *et al.*, 2004, y Semprebon *et al.*, 2004; 2016, entre otros).

La técnica permite clasificar los diversos individuos analizados dentro de diferentes categorías en función del número de estrías (*scratches*) y depresiones (*pits*) cuantificados en la superficie del esmalte de la corona. En términos generales, los herbívoros se pueden clasificar como animales de pasto (*grazers*) o como ramoneadores (*browsers*), que se alimentan de las hojas de los árboles, de brotes, frutos y arbustos. Los primeros comen básicamente hierba y vegetación baja de la familia de las gramíneas (también denominadas poáceas), clase monocotiledóneas, incluidas dentro del grupo de plantas tipo C3 en Europa y C4; los segundos comen hojas, brotes o frutas de vegetación alta, generalmente plantas leñosas como arbustos, dentro del grupo de las plantas tipo C3, plantas herbáceas no gramíneas de clase dicotiledónea. La tercera categoría sería la de las especies herbívoras de alimentación mixta (*mixed feeders*), que incluiría tanto especies que cambian de alimentación, debido a un cambio de región y/o de estación del año, como las que cambian diariamente de alimentación (Solounias y Semprebon, 2002).

Para poder determinar si un individuo pertenece a un grupo u otro se ha establecido una serie de rangos a partir de las variables cuantificables mencionadas. Esta clasificación consiste en categorizar el individuo como ramoneador, si la superficie del esmalte contiene entre 0 y 17 estrías, y como pasedor, si el recuento incluye más de 17,5 estrías (Solounias y Semprebon, 2002). Esta división se basa en la vinculación del número de estrías con su causa, que no es más que la cantidad de fitolitos —biomineralización fruto del meta-

bolismo de un organismo vegetal que produce generalmente compuestos minerales de $\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$ — causantes de la abrasión del esmalte del diente. Esta categorización atiende a la cuantificación de estrías y no de depresiones. Esta segunda variable está más asociada a las condiciones en las que se da la ingesta de alimentos como puede ser la aridez del medio en la que se realiza, al aumentar, por ejemplo, la cantidad de partículas de cuarzo de otro sedimento (Solounias y Semprebon, 2002).

Esta técnica puede ser aplicada utilizando metodologías distintas, tanto en lo instrumental como al método de cuantificación de los datos. En nuestro caso nos hemos basado en un bajo aumento visual de la superficie del esmalte, 35 aumentos, utilizando un este-reomicroscopio óptico, ya que permite un análisis de conjuntos grandes mucho más ágil y económico (Solounias y Semprebon, 2002).

En nuestro caso, las muestras arqueológicas incluyen los segundos molares inferiores (M_2), aunque también algunos cuartos premolares deciduales inferiores (dp_4) o terceros molares inferiores (M_3) para poder realizar un estudio comparativo entre individuos de edad diversa. En todos los casos se ha seleccionado un diente por individuo para evitar su sobrerepresentación.

La diferenciación entre oveja y cabra se ha realizado siguiendo los criterios explicados en Zeder y Pilaar (2010); la estimación de la edad, siguiendo a Grant (1982) y Hambleton (1999).

Del conjunto de molares y mandíbulas seleccionados se ha confeccionado una base de datos en que se ha registrado para cada individuo su identificación, lateralidad, alteraciones antrópicas y/o naturales, fracturas presentes, cronología, procedencia de cada individuo y edad.

En nuestro estudio hemos utilizado la categorización establecida por Solounias y Semprebon (2002) sobre la base de variables cuantitativas y cualitativas, que permite reducir el problema de solapamiento, presente si utilizamos únicamente las variables cuantitativas expuestas anteriormente. Las variables cualitativas que permiten sortear esta problemática son las siguientes:

- Depresiones grandes (*large pits*), superiores en diámetro a las demás depresiones observadas (fig. 2B). Son identificables a través del microscopio, ya que reflejan en menor grado la luz, por lo que las depresiones de menor diámetro se aprecian más brillantes. Un porcentaje elevado en la muestra de depresiones grandes suele estar vinculado a la ingesta de fruta y cáscaras de simientes por su contenido en fitolitos, grupo de alimentación ramoneadora diferenciable de otro grupo de especies que se incluiría entre los que solo ingieren hojas (Solounias y Semprebon, 2002; Semprebon *et al.*, 2016).
- Depresiones de circunferencia irregular (*gouges*). Son de mayor tamaño que las depresiones grandes. Menos frecuentes que las anteriormente descritas. Los bordes son irregulares y su diámetro es 2-3 veces superior al de las depresiones grandes. Vinculados a dieta de pasto o alimentación mixta, presumiblemente por el mayor contenido de sedimento ingerido durante la masticación (Solounias y Semprebon, 2002).

- Estrías cruzadas (*cross scratches*). Estrías que presentan una dirección diferente de la de la mayoría, cruzando su trazado con respecto a estas últimas como líneas secantes. Suelen ser producto de una masticación de movimientos irregulares producidos durante la ingesta de alimentos como la corteza o las raíces (Solounias y Semprebon, 2002).
- Rango de grosor de las estrías o SWS (*scratch width score*). Se han establecido cuatro categorías en función del grosor de las estrías (Semprebon *et al.*, 2004; Semprebon y Rivals, 2007; Solounias y Semprebon, 2002), numeradas del 0 al 3. SWS 0: esmaltes que presentan únicamente estrías finas (*fine scratches*) (fig. 2B); SWS 1: donde predominan sobre las estrías gruesas (*coarse scratches*) (fig. 2C); SWS 2: con predominio de las estrías gruesas (fig. 2A); SWS 3: en que se observan únicamente estrías gruesas. Las estrías más gruesas están relacionadas con especies pacedoras que se alimentan de plantas del tipo C4, con la ingesta de corteza, con ramoneadores que comen frutos y también con la ingesta de fruta gruesa, con cáscaras de simientes y tallos de plantas; las estrías más finas se relacionan con especies ramoneadoras que se alimenta de hojas y con algunas especies de alimentación mixta, así como con la ingesta de hierbas C3.

Para depresiones grandes y estrías cruzadas se determina la presencia/ausencia de dichas características, si se aprecian estas un mínimo de cuatro veces durante el análisis de la superficie del esmalte dentro del campo de observación del microscopio; para depresiones de circunferencia irregular, la presencia de una sola de ellas ya se contabiliza como característica presente.

Para llevar a cabo el registro, la observación del material se ha realizado mediante una serie de moldes de resina. Primero se han hecho moldes en negativo de los dientes con silicona dental de alta resolución (Provil[®]novo Light CD) para la zona del esmalte, y de baja resolución (Provil[®]novo Putty) para el resto del diente, para obtener un contenedor donde introducir una resina epoxídica pura transparente (C.P. Química CPOX P 1060/A y CPEN 1585/B) y obtener los moldes en positivo. Esta metodología, aparte de solventar el problema de la reflexión de la luz sobre la muestra, permite realizar el estudio de la muestra tantas veces como se quiera sin depender del material propiamente dicho (Solounias y Semprebon, 2002).

De los 104 individuos se han realizado 99 moldes de resina epoxídica. Se han descartado 5 individuos, porque presentaban fracturas o concreciones sedimentarias en el esmalte que imposibilitaban un registro correcto de las variables. De los 99 especímenes observados al microscopio, se han descartado 40, ya que 39 de ellos presentaban alteraciones tafonómicas que afectaban el esmalte dentario —como mostramos en las figuras 2D, 2E y 2F— o por tener muy poco microdesgaste en su superficie. El caso de descarte restante se debe a que dos moldes pertenecían a un mismo individuo (fig. 2).

En referencia a los especímenes descartados por presentar alteraciones tafonómicas, cabe mencionar que no se ha podido establecer qué tipo de agente es el responsable de

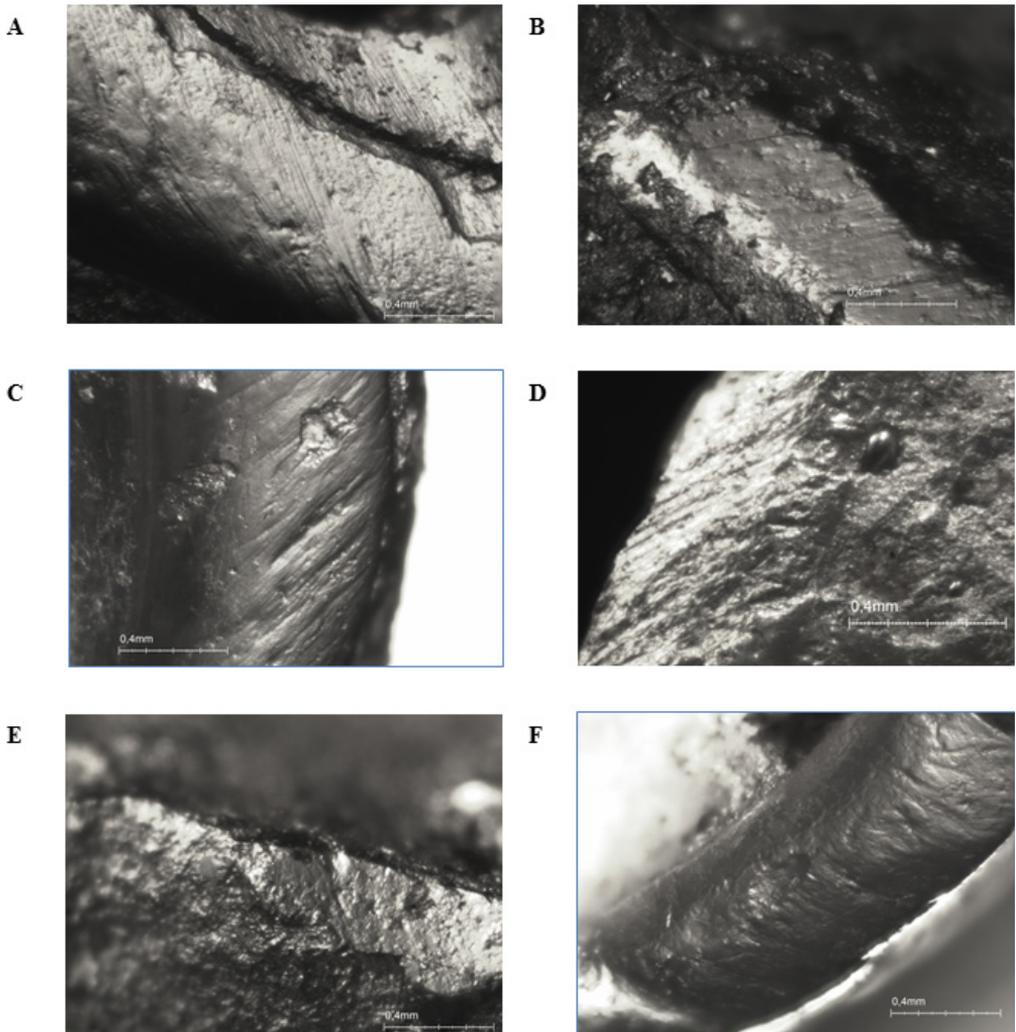


Fig. 2. En la foto A se puede observar la presencia de estrías gruesas en el esmalte procedente de un individuo de Empúries; en la foto B se aprecian estrías finas y depresiones grandes en un individuo de Tolegassos; en la foto C se puede ver una combinación de estrías gruesas y finas, y grandes depresiones en un individuo de Mas Gusó; en las fotos D, E y F se aprecian superficies de esmalte de molares procedentes de los tres yacimientos afectadas en diverso grado por agentes tafonómicos no determinados.

esta alteración, ya que los estudios realizados hasta la fecha no han podido determinar exactamente la relación entre cada agente tafonómico y su impacto sobre el esmalte. Solo se detecta la abrasión del esmalte y, por tanto, la desaparición de las microtrazas en la exposición del diente a diversos agentes como variaciones del pH o abrasión con sedimento (King *et al.*, 1999).

Así pues, este estudio se ha llevado a cabo mediante el análisis del microdesgaste de 59 especímenes: 20 de Empúries, 15 de Mas Gusó y 24 de Tolegassos.

El estudio se ha realizado utilizando un estereomicroscopio óptico Zeiss Stemi 2000C con una iluminación de 2.5u de la fuente de luz CL1500 ECO. Se han tomado imágenes de algunas muestras analizadas mediante la cámara DeltaPix Invenio 5SII y tratadas con su software asociado, DeltaPix InSight.

El uso del estereomicroscopio óptico para la realización del análisis del microdesgaste dentario conlleva una serie de taras inherentes al método, como son la variabilidad intra e interobservador que se produce durante la cuantificación y medición de los datos (Mihlbachler *et al.*, 2012). En nuestro caso particular, la variabilidad interobservador es nula, ya que toda la cuantificación ha sido realizada por un mismo sujeto. La variabilidad intraobservador es reducida, puesto que el responsable de la cuantificación de las variables recibió formación previa a la realización del análisis, reduciéndose así el error de lectura (Mihlbachler *et al.*, 2012).

Una vez obtenidos los datos, se ha realizado una serie de test estadísticos para poder, por un lado, validar el uso de nuestras muestras y, por otro, proceder a una lectura de la información obtenida utilizando tanto el programa *R*, como el PAST (Hammer *et al.*, 2001). Para todos los test se ha obtenido un valor *p*, que indica que la relación entre los datos es significativa si $p < 0,05$. Los resultados obtenidos mediante los test estadísticos son significativos como se demuestra en Merceron *et al.*, (2016), donde se caracteriza la alimentación de algunas especies a partir del estudio del microdesgaste de un número reducido de especímenes.

4. Resultados

El diagrama de dispersión generado a partir de contraponer el recuento de estrías con el de depresiones muestra una dispersión similar entre los individuos de los tres asentamientos, aunque los provenientes de Tolegassos tienden a presentar un mayor número de depresiones y los de Empúries, más estrías (fig. 3 y tabla 2).

Analizando estas variables por separado mediante diagrama de cajas, observamos que la distribución por número de estrías (fig. 4 superior) es similar entre asentamientos, aunque la mediana para Empúries es más elevada. La presencia de valores atípicos (*outliers*) para los asentamientos de Empúries y Tolegassos sugiere la presencia de individuos que presumiblemente tuvieron una dieta atípica. Valorando el número de depresiones (fig. 4 inferior), vemos que Empúries y Mas Gusó presentan una mediana similar superada ligeramente por la de Tolegassos, con un porcentaje superior de depresiones.

Estos resultados han sido comprobados para validar su significancia. Utilizando el *Mann-Whitney U test* se ha demostrado que hay una significancia relativa a la diferencia de depresiones entre Tolegassos y Mas Gusó, con un valor de $p=0,04$ y próximo a un resultado positivo entre Tolegassos y Empúries ($p=0,08$), sin encontrar diferencia significativa entre

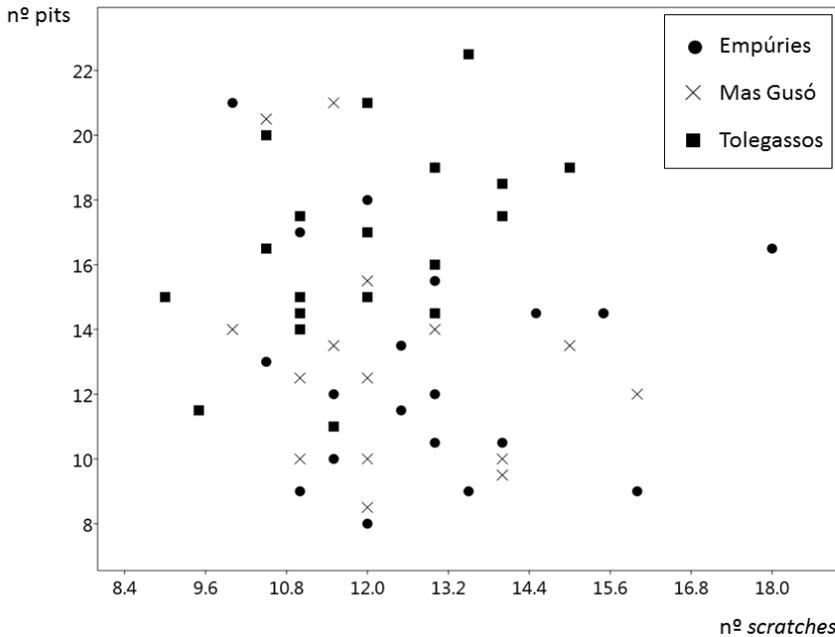


Fig. 3. Diagrama de dispersión donde se clasifican los individuos por su yacimiento de procedencia. Se observa su dispersión en relación con el recuento del número de estrías y depresiones de cada individuo.

Tabla 2. Valores cuantitativos y cualitativos del material analizado.

Yac.	N.º ind.	Mscratches	Mpits	% 0-17	% LP	% XS	% G	SWS	% SWS 0	% SWS 1	% SWS 2
EMP	20	13	13,3	95	30	0	0	1,5	5	40	55
TG	24	12	15,4	100	67	0	0	0,8	16,7	83,3	0
MG	15	12,4	13,1	100	67	0	0	1,1	6,7	80	13,3

Se ha indicado el número de individuos bajo estudio (n.º ind.), el promedio de estrías de los individuos de cada conjunto ($M_{scratches}$), el de depresiones (M_{pits}), el porcentaje de individuos que presentan un recuento de estrías entre 0 y 17 (% 0-17), depresiones grandes (% LP), estrías cruzadas (% XS), depresiones de circunferencia irregular (% G), el valor de SWS para cada uno de los yacimientos, el porcentaje de individuos que presentan SWS del tipo 0 (% SWS 0), del tipo 1 (% SWS 1) y del tipo 2 (% SWS 2) para cada uno de los asentamientos. EMP = Empúries; TG = Tolegassos; MG = Mas Gusó.

Empúries y Mas Gusó ($p=0,66$); para los valores relativos al número de estrías no se han encontrado diferencias significativas en ninguno de los casos.

Estos resultados tampoco estarían condicionados por la edad de los individuos, ya que el *test estadístico de Kruskal-Wallis* —una prueba ANOVA no paramétrica que nos permite comprobar si hay significancia entre las medianas de diversos grupos— ha confirmado que las diferencias observadas son fruto del azar y no debidas a que haya distintos patrones de desgaste entre los diferentes grupos de edad ($p=0,23$).

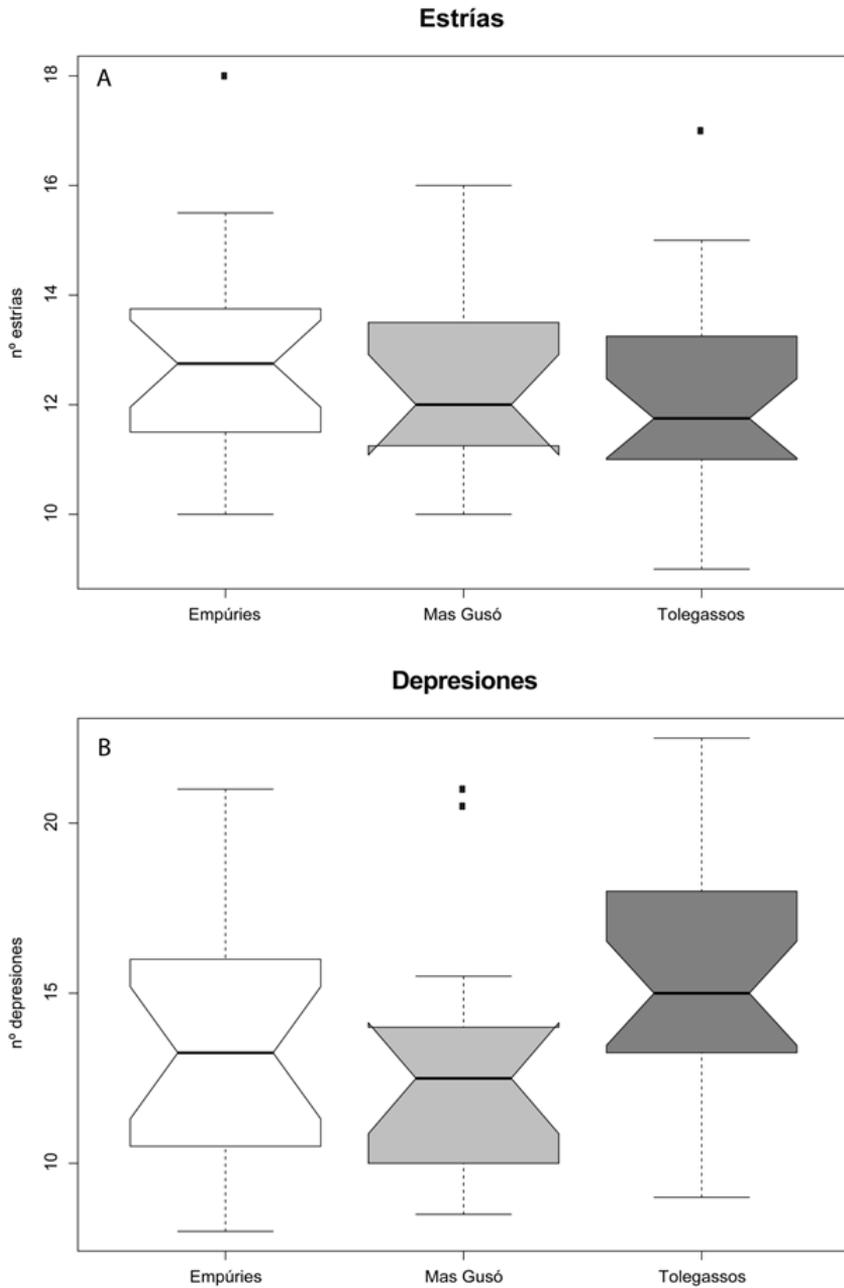


Fig. 4. Diagrama de cajas donde se muestra en la figura superior la representación del recuento de estrías y, en la inferior, el recuento de depresiones para cada uno de los asentamientos.

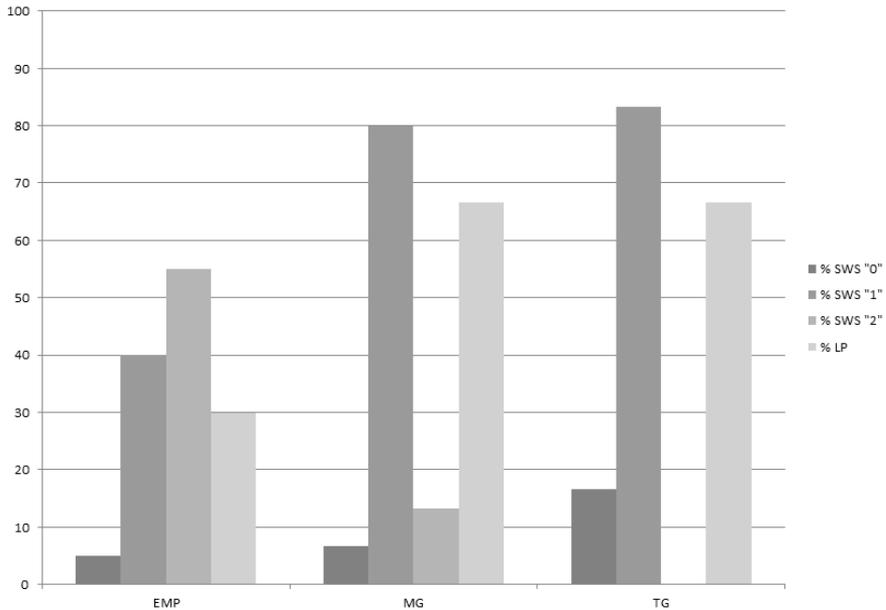


Fig. 5. Histograma donde se muestra, para cada asentamiento, el porcentaje de individuos que presentan SWS del tipo 0 (% SWS 0), del tipo 1 (% SWS 1), del tipo 2 (% SWS 2), así como si presentan depresiones grandes (% LP). De izquierda a derecha: Empúries (EMP), Mas Gusó (MG) y Tolegassos (TG).

Un último análisis que nos permite caracterizar la muestra sobre la base de las variables cuantitativas consiste en calcular el porcentaje de individuos que presentan un recuento de estrías entre 0 y 17 (% 0-17). Esto nos facilita categorizar los grupos entre pacedores (si el porcentaje de individuos que tienen entre 0-17 estrías está entre el 0-22,2 %), de alimentación mixta (20,93-70 %) y ramoneadores (72,73-100 %) (Semprebon y Rivals, 2007). Empúries cuenta con un 95 % de los individuos que presenta entre 0-17 estrías; Mas Gusó y Tolegassos, un 100 % (tabla 2). Por lo tanto, los individuos de los tres asentamientos estarían dentro del grupo de los ramoneadores que basaban principalmente su dieta en la ingesta de hojas.

Para las variables cualitativas hay que mencionar que ningún individuo muestra depresiones de circunferencia irregular o estrías cruzadas (tabla 2). Sí que presentan depresiones grandes y también se ha podido valorar la variable SWS, en ambos casos con variabilidad entre los tres asentamientos, con un SWS de 1,5 para Empúries, de 1,1 para Mas Gusó, y de 0,8 para Tolegassos) (tabla 2). Tanto en Mas Gusó como en Tolegassos un 66,7 % de los individuos presenta grandes depresiones (fig. 2B y 2C). En Empúries este porcentaje es solo del 30 % (tabla 2). Para la variable SWS Empúries es el asentamiento que muestra un mayor número de individuos con estrías gruesas. Los individuos de las dos *villae* presentan unos valores similares (tabla 2 y fig. 5). Aplicando la distribución del

ji cuadrado utilizando los valores para la variable depresiones grandes, el test nos indica que hay significancia entre los valores de la ciudad romana en relación con las *villae*, pero no entre estas dos últimas. Lo mismo sucede con la variable SWS (tabla 2 y fig. 5), según la cual hay una relación significativa entre los individuos de Empúries y Mas Gusó con valor de $p=0,04$; entre los individuos de la ciudad romana y los de Tolegassos esta relación es altamente significativa, con un valor de $p=0,0001$, mientras que no hay una relación significativa entre las dos *villae*. Por lo tanto, esta diferencia entre la ciudad romana y las *villae* no es fruto del azar, sino que hay una causa detrás de estos resultados.

5. Discusión

A la vista de los resultados expuestos, podemos resumir que, en relación con las variables cuantitativas, los individuos analizados se caracterizan por presentar un contaje reducido de depresiones y la gran mayoría tiene un número de estrías inferior a 17 (tabla 2). Las variables cualitativas nos indican la ausencia de estrías cruzadas y depresiones de circunferencia irregular en nuestros individuos, que hay más ejemplares de las *villae* que presentan depresiones grandes en comparación con Empúries, y que estos últimos muestran estrías más gruesas (tabla 2).

Estos datos nos permiten realizar una serie de apuntes, siempre teniendo presente que nos están mostrando solo las últimas ingestas. En primer lugar, que nuestros individuos se clasificarían dentro del grupo de herbívoros de alimentación ramoneadora, al presentar la mayoría de ellos menos de 17 estrías, cosa que nos corrobora la clasificación realizada usando el % 0-17 expuesto en el apartado de resultados (tabla 2). En este sentido, los individuos de los tres asentamientos se incluirían dentro de los herbívoros que se alimentan principalmente de hojas de plantas no gramíneas (tabla 2), lo cual descarta por completo que se hubieran alimentado de cereales o subproductos del campo, ya que estos habrían producido un mayor número de estrías en la superficie del esmalte, cosa que implica una posible alimentación a base de pastos arbustivos, forrajes herbáceos y/o de residuos de poda, como hojas de ramas de olivo, encina o fresno, entre otras posibilidades.

El bajo recuento de depresiones respondería a una baja ingesta de sedimento, por lo que la mayoría de ellas se debería a la misma atrición producida durante la masticación, hecho que nos indica que el entorno de la ingesta no sería árido (Solounias y Semprebon, 2002).

Son de especial interés los valores obtenidos para las variables de depresiones grandes y SWS. Tal y como hemos explicado en el apartado de metodología, estas dos variables cualitativas pueden tener relación tanto con el tipo de alimentación como con las condiciones del entorno donde se realizó la ingesta. Recordemos que, aparte de por la ingesta de la cáscara de algunas simientes, tanto la presencia de depresiones grandes como de un predominio de estrías gruesas se relacionan con la ingesta de partículas de mineral como el cuarzo (Solounias y Semprebon, 2002). En Empúries se han documentado más individuos

que presentan estrías gruesas (el 55 % han estado clasificados en el grupo de % SWS "2"). Teniendo en cuenta que Empúries se trataría de un entorno mucho más urbanizado, y por tanto más degradado, que el de las *villae*, proponemos que la vegetación lindante con la zona urbana no sería tan frondosa y abundante como en el resto de la planicie emporitana, donde se habrían alimentado las ovejas de Mas Gusó y Tolegassos, por lo que las ovejas que realizaron sus últimas ingestas en los alrededores de Empúries tendrían solo a su disposición tallos de dimensiones y concentración mucho más reducidas que las ovejas que realizaron estas últimas comidas en el entorno vinculado a las *villae* romanas. Este hecho podría haber sido la causa de la ingesta de mayor cantidad de sedimento durante la masticación, que a su vez habría enmascarado el recuento de depresiones grandes, al sobreponerse los primeros a los segundos (Solounias y Semprebon, 2002). La ausencia de estrías cruzadas constataría que no se alimentaron de raíces o cortezas, y la ausencia de depresiones de circunferencia irregular nos indicaría que el medio no estaría excesivamente degradado (Solounias y Semprebon, 2002).

Resumiendo, los resultados nos permiten postular que los individuos analizados realizaron estas últimas ingestas en un ambiente que en general presentaría poca degradación medioambiental, con disponibilidad de abundante vegetación no gramínea. Las ovejas que se alimentaron en los alrededores inmediatos a la ciudad de Empúries sí que habrían hallado un entorno algo más degradado, como nos indica la variable SWS, pero no en exceso, ya que el recuento de depresiones es similar en los tres asentamientos.

Diferentes estudios paleoambientales (Ejarque *et al.*, 2016; Montaner *et al.*, 2014) nos muestran que durante el periodo grecorromano el llano del Empordà sería una zona mucha más húmeda que en la actualidad. De hecho, la ciudad de Empúries estaría rodeada por un llano más bajo, dominado en parte por una zona de estuarios con predominio de pequeñas lagunas bajo influencia marina, donde las marismas y humedales llegarían aproximadamente hasta el actual trazado de la carretera de la Bisbal a Viladamat (C31) por el lado de levante (Casas, 1989) y que se iría colmatando por la aportación de sedimentos fluviales. Progresivamente esto produciría una transformación de este estuario en zonas lagunares irrigadas por los ríos, sobre todo de la red Ter-Fluvià y por influencia marina. Este proceso se consolidaría entre el Alto Imperio y la Edad Media (Montaner *et al.*, 2014). En definitiva, un ambiente palustre, de zona húmeda, de tierras fangosas que se extendería desde el municipio de L'Escala hasta el área de Mas Gusó (Montaner *et al.*, 2014).

Todos estos datos nos permiten plantear que, hacia el cambio de era, la llanura del Empordà estaría dominada por tres posibles ambientes: 1) Prados húmedos o de siega. En este tipo de praderías predominan las hierbas de forraje, otras plantas típicas de zonas húmedas y gramíneas (Gestí, 2006; Mercadal *et al.*, 2007); 2) Saliconarles, prados salinos semiinundados con dominio de los géneros *Salicornia* y *Atriplex*, típicos de zonas lacustres con mucha influencia salada (Gestí, 2006); 3) Comunidades de juncos (Cyperaceae) en las turberas y cañizares heliófilos, zona de transición entre los prados salinos húmedos de las lagunas y los prados húmedos continentales (Ejarque *et al.*, 2016; Montaner *et al.*, 2014; Palet *et al.*, 2012; 2014; 2015).

Durante el periodo de estudio —siglos II aC. a III dC.— la región fue testigo de cambios importantes en la gestión de sus recursos naturales, pasando de una explotación agrícola centrada en las mejores áreas por parte de la sociedad ibérica a una más intensiva por parte de la sociedad romana, poniendo en producción áreas más marginales (Nolla *et al.*, 2010). Este hecho está ampliamente reflejado en el registro arqueológico tanto a través de la aparición de nuevos asentamientos destinados a la explotación del territorio como de una nueva organización territorial del llano a través del sistema de la centuriación (Nolla *et al.*, 2010; Palet *et al.*, 2015).

El registro palinológico muestra también que algo sucede en esta misma dirección. El aumento de microcarbones y la disminución significativa en el porcentaje de los taxones arbóreos, juntamente con la presencia de taxones relacionados con la agricultura, nos indica que en este periodo hay un aumento de la deforestación relacionada con la intensificación de la producción agrícola (Blech *et al.*, 1998; Ejarque *et al.*, 2016; Parra *et al.*, 2005) que combinaría con la presencia de otros taxones herbáceos donde predominaría la subfamilia de las Asteriodeae, el género *Rumex* y el *Artemisia* (Blech *et al.*, 1998; Ejarque *et al.*, 2016; Parra *et al.*, 2005), plantas todas ellas no gramíneas. La identificación en los análisis palinológicos de hongos coprófilos asociados a la presencia de ganado nos indica que el pastoreo fue otra actividad que se llevó a cabo en el entorno inmediato a los asentamientos (Ejarque *et al.*, 2016).

Si tenemos en cuenta toda la información expuesta para la interpretación de nuestros datos, nos inclinamos a proponer que la población del Empordà en época romana alimentó a los ovinos a base de pastos arbustivos, pudiendo aprovechar las zonas litorales menos favorables a la producción agrícola para la alimentación del ganado, evitando el conflicto con los terrenos destinados al cultivo. Este hecho mostraría una complementariedad entre agricultura y ganadería para esta zona costera, donde los recursos vegetales disponibles en el medio presente en los alrededores inmediatos de los asentamientos para este periodo romano —prados húmedos, salinos semiinundados y cañizares— pudieron haber sido destinados a la alimentación del ganado.

Actualmente, en estos espacios húmedos se encuentran los llamados campos de siega o *closets*, bien documentadas en el Empordà desde la Edad Media (Mercadal *et al.*, 2007; Romagosa, 2007). Estos prados artificiales son el producto de la siembra de plantas nutritivas y gustosas para el ganado y que son segados entre una y tres veces al año. La aparición de tales prados artificiales se origina con los procesos de desecación de las lagunas salinas interiores y de la zona de marismas, iniciados en época romana e intensificados en época medieval (Casas y Soler, 2000; Colls, 2007; Compte, 2000; Romagosa, 2008).

En este sentido, proponemos que el ganado ovino pudo haber sido llevado a alimentarse a estas zonas húmedas, de marismas y lagunas no aptas para la explotación agrícola, pero sí para la alimentación del ganado, donde en época romana abundarían las plantas húmedas no gramíneas, que habrían sido las responsables del bajo recuento de estrías en la superficie del esmalte dentario. La presencia de este tipo de taxones está bien representada en el registro polínico de la región (Ejarque *et al.*, 2016; Parra *et al.*, 2005).

Este tipo de alimentación difiere de la postulada en los tratados agronómicos de los autores clásicos, que como hemos expuesto anteriormente se refieren a cereales —plantas gramíneas— o plantas pertenecientes a la familia de las Fabaceae, que no se incluirían en el entorno de prados salinos que acabamos de describir ni se ha documentado en el desgaste de los dientes analizados. Ciertamente es que en el registro palinológico encontramos varias de ellas vinculadas con el cultivo de cereales, como la cebada (Ejarque *et al.*, 2016), pero como se viene defendiendo a lo largo de este trabajo esos cultivos, de plantas gramíneas y por tanto de una alimentación de tipo pasto, estarían destinados al consumo humano y no a alimento para el ganado.

6. Conclusiones

El uso de la técnica del microdesgaste dentario nos ha permitido caracterizar los individuos seleccionados —restos dentarios de ovejas de la ciudad de Empúries y de las *villae* de Mas Gusó y Tolegassos, todas ellas situadas en la región del Empordà— determinando en que consistió su dieta durante sus últimos días o semanas de vida.

Estos resultados nos han permitido teorizar acerca de un modelo de gestión para dichos individuos por parte de la sociedad romana que habitó en la región durante el periodo bajorrepblicano y altoimperial, basado en la explotación de un medio que a priori podría parecer marginal, como son las zonas de humedales y de marismas del Empordà, mucho más extensas que en la actualidad.

Por lo tanto, gracias a este estudio proponemos el uso de un tipo de plantas que no sería parte del modelo teórico de alimentación expuesto por los autores clásicos para la alimentación del ganado, pero que encajaría con el modo de explotación intensivo que se registra para estas fechas, donde la sociedad romana pasaría a valorar distintos tipos de ecosistemas de la región, desde las zonas más productivas a las marginales, evitando el conflicto entre explotaciones agrarias y ganadería.

En relación con la explotación de zonas de humedales, hay que mencionar a Artemidoro de Daldis (siglo II dC.), intérprete profesional de los sueños, que en su obra *Interpretación de los sueños* indica que los pantanos eran muy útiles para los pastores (2.28). A la vez, está demostrado que este tipo de alimentación del ganado ovino es factible y además productivo, tal y como podemos constatar en la actualidad en la región de Normandía, donde se lleva a cabo la alimentación del ganado ovino en zonas de humedales (<http://agneaupresale.org/>).

Otro aspecto que nos gustaría destacar es la importancia económica y medioambiental que tuvo en este periodo la presencia de marismas y de lagunas litorales en el Empordà para el desarrollo de actividades agropecuarias vinculadas a ellas. La importancia de las zonas húmedas, tanto desde un punto de vista económico como social en época antigua y medieval, ha sido poco valorada por los estudios históricos y la sociedad en general,

condicionados por la transformación del paisaje a raíz de los procesos de desecación antrópica de los humedales que experimentó la región en época moderna (Romagosa, 2007). Tal percepción social negativa de la zona húmeda y de las marismas, por parte de las sociedades que han vivido en la región, ha llevado a la destrucción de este microsistema, comportando incluso un perjuicio ambiental, que se refleja, por ejemplo, en la pérdida de biodiversidad (Romagosa, 2007) o en el avance de las dunas antes frenadas por los estanques emporitanos, poniendo en peligro a finales del siglo XIX los campos de cultivo de los alrededores (De Ferrer, 1895). De ahí la importancia de preservar este tipo de microsistemas ambientales, gran reserva de biodiversidad y recursos hídricos (Romagosa, 2007), tanto desde un punto de vista ecológico —desaparición de la barrera natural que creaba contra procesos de desertización vigentes para la zona— como económico —explotación agropecuaria de los humedales.

Agradecimientos

Queremos dar las gracias al Museu d'Arqueologia de Catalunya, sede de Empúries, y a los grupos de investigación de los yacimientos de Mas Gusó y Tolegassos, especialmente a Josep Casas por habernos facilitado el acceso al material aquí analizado. Este artículo es fruto del Trabajo Final de máster de Abel Gallego, en el marco del Máster Interuniversitario en Arqueología Clásica del Institut Català d'Arqueologia Clàssica de la Universitat Rovira Virgili y la Universitat Autònoma de Barcelona.

Bibliografía

- AQUILUÉ, X., 2002, El conjunto arqueológico de Empúries (L'Escala, Girona) y su relación con su entorno territorial, 5.º Curso *sobre Patrimoni Històric de Reinos*, Universidad de Cantabria, Santander, 255-271.
- AQUILUÉ, X., CASTANYER, P., SANTOS, M. y TREMOLEDA, J., 2002, El campo de silos del área central de la ciudad romana de Empúries, *Romula* 1, 9-38.
- BADAL, E. y ATIENZA, V., 2005, Análisis microscópico de coprolitos de herbívoros hallados en contextos arqueológicos, *Avances en Arqueometría. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*, 283-293.
- BAKER, G., JONES, L.H.P. y WARDROP, I.D., 1959, Cause of Wear in Sheep's Teeth, *Nature* 184, 1583-1584.
- BALASSE, M., FRÉMONDEAU, D. y TORNERO, C., 2015, Rythmes saisonniers des élevages préhistoriques en Europe tempérée. L'outil isotopique traceur de la distribution des naissances du cheptel domestique, *Les Nouvelles de l'Archéologie* 138, 49-54.
- BLECH, M., MARZOLI, D., BURJACHS, F., BUXÓ, R., CASAS, A., GIRALD, C. y RAMBAUD, F., 1998, Interdisziplinäre Prospektionen im Ampurdán. Vorbericht der Kampagne September 1996, *Madriider Mitteilugen* 39, 99-120.

- BUTLER, P.M., 1952, The milk-molars of *Perissodactyla*, with remarks on molar occlusion, *Journal of Zoology* 121: 4, 777-817.
- BUTLER, P.M., 1956, The ontogeny of molar pattern, *Biological reviews* 31/1, 30-69.
- CASAS, J., 1989, *L'Olivet d'en Pujol i Tolegassos. Dos establiments agrícoles d'època romana a Viladamat*, Centre d'Investigacions Arqueològiques, Sèrie Monogràfica, 10; Girona.
- CASAS, J. y SOLER, V., 2000, *Intervenciones arqueológicas en Mas Gusó (Gerona). Del asentamiento precolonial a la villa romana*, BAR International Series 1215, Oxford.
- CASAS, J. y SOLER, V., 2003, *La Villa de Tolegassos. Una explotació agrícola de època romana en el territori de Ampurias*, BAR International Series 110, Oxford.
- CASAS, J. y SOLER, V., 2011, Mas Gusó (Bellcaire d'Empordà). Una primera valoració dels resultats de la campanya d'excavacions de 2010, *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins* 52, 27-50.
- COLLS, J., 2007, La transformació de la plana empordanesa en els períodes medieval i modern, *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos*, Actes del Congrés sobre el Paisatge, vol. II, 355-364.
- COLOMINAS, L., 2013, *Arqueozoologia y Romanización. Producción, Distribución y Consumo de animales en el noreste de la Península Ibérica entre los siglos v a.n.e. – v d.n.e.*, BAR International Series 2480, Oxford.
- COLOMINAS, L., 2016a, *Anàlisi arqueozoològica de les restes de fauna recuperades al jaciment de Tolegassos (Viladamat, Girona)*, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, Tarragona (informe inèdit).
- COLOMINAS, L., 2016b, *Anàlisi arqueozoològica de les restes de fauna recuperades al jaciment de Mas Gusó (Bellcaire d'Empordà)*, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, Tarragona (informe inèdit)..
- COLOMINAS, L., 2017, Roman conquest and changes in animal husbandry in the North-East of the Iberian Peninsula. Searching for patterns, rates and singularities, *Archaeofauna. International Journal of Archaeozoology*, 26, 9-22.
- COMPTE, A., 2000, Desviació del riu Muga i acceleració del procés d'eixugament de l'estany de Castelló en les centúries xvii i xviii, *Treballs de la societat Catalana de Geografia* 50, 95-118.
- EJARQUE, A., JULIÀ, R., REED, J.M., MARCO-BARBA, J., MESQUITA-JOANES, F. y RIERA, S., 2016, Coastal evolution in a Mediterranean microtidal zone: Mid to Late Holocene natural dynamics and human management of the Castelló lagoon, NE Spain, *PlosOne* 11/5.
- DE FERRER, J., 1895, *Proyecto de fijación y repoblación de las dunas del golfo de Rosas*, Ricardo Rojas, Madrid.
- GESTÍ, J., 2006, El poblament vegetal dels aiguamolls de l'Empordà, *Institut d'Estudis Catalans. Arxius de les seccions de ciències* 138, Secció de Ciències Biològiques.
- GRANT, A. 1982, The use of Tooth Wear as a Guide to the Age of Domestic Ungulates, en B. WILSON, C. GRIGSON y S. PAYNE (eds.), *Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeological Sites*, BAR Brit. Series 109, Oxford, 91-108.
- GRINE, F.E., 1986, Dental evidence for dietary differences in *Australopithecus* and *Paranthropus*: a quantitative analysis of permanent molar microwear, *Journal of Human Evolution* 15/8, 783-822.
- HAMMER, O., HARPER D. y RYAN, P.D., 2001, Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis, *Palaeontologia Electronica* 4: 9.
- HAMBLETON, E., 1999, *Animal Husbandry Regimes in Iron Age Britain*, BAR International Series 282, Oxford.
- KING, T., ANDREWS, P. y BOZ, B., 1999, Effect of taphonomic processes on dental microwear, *American Journal of Physical Anthropology* 108, 359-373.
- LEPETZ, C S. y MATTERNE, V., 2003, Élevage et agriculture dans le nord de la Gaule durant l'époque gallo-romaine: une confrontation des données archéologiques et carpologiques, *Revue archéologique de Picardie* 1/2, 23-35.

- MAINLAND, I., 1998, The Lamb's Last Supper: The Role of Dental Microwear Analysis in Reconstructing Livestock Diet in the Past, *Environmental Archaeology* 1, 55-62.
- MAINLAND, I., 2006, Pastures lost? A dental microwear study of ovicaprine diet and management in Norse Greenland, *Journal of Archaeological Science* 33, 238-252.
- MERCADAL, G., GESTÍ, J., y VILAR, LL., 2007, Els prats de dall de l'Empordà, un cultiu tradicional en recessió, *Actes del congrés: El paisatge, element vertebrador de la identitat empordanesa*, vol. 1, Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos, 73-86.
- MERCERON, G., BLONDEL, C., BRUNET, M., SEN, S., SOLOUNIAS, N., VIRIOT, L. y HEINTZ, E., 2004, The Late Miocene paleoenvironment of Afghanistan as inferred from dental microwear in artiodactyls, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 207, 143-163.
- MERCERON, G., NOVELLO, A. y SCOTT, R. S., 2016, Paleoenvironments inferred from phytoliths and Dental Microwear Texture Analyses of meso-herbivores, *Geobios* 43:1-2, 135-146.
- MIHLBACHLER, M.C., BEATTY, B.L., CALDERASIU, A., CHAN, D. y LEE, R., 2012, Error rates and observer bias in dental microwear analysis using light microscopy, *Palaeontologia Electronica* 15/1, 1-22.
- MONTANER, J., JULIÀ, R., CASTANYER, P., TREMOLEDA, J., SANTOS, M., RIERA, S., USERA, J. y SOLÀ, J., 2014, El paleopaisatge fluvio-estuari d'Empúries, *Estudis del Baix Empordà* 33, Institut d'estudis del Baix Empordà (ed.), Sant Feliu de Guíxols, 11-51.
- MILLS, J.R.E., 1955, Ideal dental occlusion in primates, *Dent. Practitioner* 6, 47-51.
- NOLLA, J.M., PALAHÍ, LL. y VIVÓ, J., 2010, *De l'oppidum a la civitas. La romanització inicial de la Indigència*, Laboratori d'Arqueologia i Prehistòria de l'Institut de Recerca Històrica, Universitat de Girona, Girona.
- PALET, J.M., JULIÀ, R., RIERA, S., EJARQUE, A., ORENGO, H.A., MIRAS, Y., GARCIA, A., ALLÉ, REED, J., MARCO, J., MARQUÈS, M.A., FURDADA, G. y MONTANER, J., 2012, Landscape Systems and Human Land-Use Interactions in Mediterranean Highlands and Litoral Plains during the Late Holocene: Integrated Analysis from the InterAmbAr Project (North-Eastern Catalonia), en W. BEBERMEIER, R. HEBENSTREIT, E. KAISER y J. KRAUSE (eds.), *Landscape of the International Conference in Berlin, 6th-8th June 2012*, *eTopoi Journal for Ancient Studies*, especial vol. 3, Berlín, 1007-1037.
- PALET, J.M., ORENGO, H.A., EJARQUE, A., GARCÍA, A., JULIÀ, R., RIERA, S., MARCO, J. y MONTANER, J., 2014, Dynamiques du paysage et organisation territoriale dans la plaine littorale de l'Empordà (nord-est de la Catalogne) de l'Antiquité au Haut Moyen Âge, en L. MERCURI, R. GONZÁLEZ y F. BERTONCELLO (dirs.) *Implantations humaines en milieu littoral méditerranéen : facteurs d'installation et processus d'appropriation de l'espace de la Préhistoire au Moyen Âge*, Antibes, Editions APDCA, 389-398.
- PALET, J.M., EJARQUE, A., ORENGO, H.A., JULIÀ, R., MARCO, J., RIERA, S., GARCÍA, A. y MONTANER, J., 2015, Landscape dynamics and territorial organization in the Empordà littoral plain (North-Eastern Catalonia) from the Antiquity to the Medieval period: an integrated landscape analysis, *XVIII CIAC: Centre and periphery in the ancient world. S. 2. Landscape Archaeology*, Natural Resources Mérida, 227-231.
- PARRA, I., VAN CAMPOO, E. y OTTO, T., 2005, Análisis palinológico y radiométrico del sondeo Sobrestany. Nueve milenios de historia natural e impactos humanos sobre la vegetación del Alt Empordà, *Empúries* 54, 33-44.
- PUECH, P-F., 1982, L'usure dentaire de l'homme de Tautavel, CNRS (ed.), *L'Homo erectus et la place de l'homme de Tautavel parmi les hominidés fossiles*, 249-275.
- RENSBERGER, J.M., 1978, Scanning electron microscopy of wear and occlusal events in some small herbivores, en P.M. BUTLER y K.A. JOYSEY (eds.), *Development, function and evolution of teeth*, Academic Press, Londres, 415-438.

RIEAU, C., 2014, *Étude de la gestion du bétail à l'aide de la méthode des micro-usures dentaires dans le midi méditerranéen entre l'âge du Bronze et la période gallo-romaine*, Université Paul-Valéry Montpellier, Montpellier (tesis doctoral inédita).

RIVALS, F., 2015, L'analyse de la micro- et meso-usure dentaire: méthodes et applications en archéozoologie, en M. BALASSE, J.-M. BRUGAL, Y. DAUPHIN, E.-M. GEIGL, C.OBERLIN e I. REICHE (dir.), *Messages d'os. Archéométrie du squelette animal et humain*, Éditions des Archives Contemporaines, Collection Sciences Archéologiques, 241-254.

ROMAGOSA, F., 2007, *Els aigüamolls de l'Empordà: un paisatge en transformació*, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra (tesis doctoral inédita).

ROMAGOSA, F., 2008, Anàlisi del procés històric de dessecació dels estanys empordanesos a través de la cartografia, *Segon Congrés Català de Geografia, 29-31 de maig de 2008*, 118-131.

ROZIER, F., 1842-1845, *Nuevo diccionario de agricultura, teórica-práctica y económica, y de medicina doméstica y veterinaria / del abate Rozier; traducido y aumentado por el Excmo. Sr. D. Juan Álvarez Guerra*, Boix, Madrid.

SEMPREBON, G., GODFREY, L.R., JUNGERS, W., SOLOUNIAS, N., 2004, Can low-magnification stereomicroscopy be used to diagnose diet?, *Journal of Human Evolution* 47, 115-144.

SEMPREBON, G. y RIVALS, F., 2007, Was grass more prevalent in the pronghorn past? An assessment of the dietary adaptations of Miocene to recent Antilocapridae (Mammalia: Artiodactyla), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 253, 332-347.

SEMPREBON, G., RIVALS, R., SOLOUNIAS, N. y HULBERT, R., 2016, Paleodietary reconstruction of fossil horses from the Eocene through Pleistocene of North America, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 442, 110-127.

SOLOUNIAS, N., TEAFORD, M., WALKER, A., 1988, Interpreting the diet of extinct ruminants: The case of a non-browsing giraffid, *Paleobiology* 14/3, 287-300.

SOLOUNIAS, N. y SEMPREBON, G., 2002, Advances in the Reconstruction of Ungulate Ecomorphology with Application to Early Fossil Equids, *The American Museum of Natural History Central Park West* 3366, Nueva York, 1-49.

WALKER, A., HOEK, H.N. y PEREZ, L., 1978, Microwear of mammalian teeth as an indicator of diet. *Science* 201: 4359, 908-910.

ZEDER, M. y PILAAR, S., 2010, Assessing the reliability of criteria used to identify mandibles and mandibular teeth in sheep, *Ovis* and goats, *Capra*, *Journal of Archaeological Science* 37, 225-242.