

INTRODUCCIÓN

El estudio de la composición isotópica de los restos arqueológicos permite inferir un amplio abanico de tipos de información que generan conocimiento sobre la dinámica socioeconómica del pasado. Este tipo de análisis permite individualizar o aislar fenómenos con escalas temporales y espaciales muy precisas, y a partir de ahí evidenciar situaciones y dinámicas difíciles de conocer mediante otros medios. Y es que los estudios de isótopos estables en restos arqueológicos nos ofrecen información directa acerca de aspectos como la dieta que de otra forma sólo se pueden deducir mediante evidencias indirectas al estudiar los restos materiales botánicos, de fauna, de industria o de otra índole que aparecen en los yacimientos arqueológicos. Se hace por tanto necesaria la combinación de los métodos tradicionales tanto con los métodos bioquímicos como con las diversas ramas de la antropología física para poder tener una idea más clara y global sobre las prácticas de subsistencia de los grupos humanos del pasado.

Los análisis de isótopos estables más usados en el estudio de paleodietas son los del carbono ($^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$) y del nitrógeno ($^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$). La premisa principal de este tipo de analíticas, basada en estudios experimentales, es que las unidades básicas que conforman todos los tejidos corporales de cualquier animal, incluyendo los huesos, provienen de los alimentos que éstos han ingerido a lo largo de su vida; se sigue aquella premisa de que “somos lo que comemos”. Durante el proceso de incorporación de los átomos de la dieta al hueso, la proporción entre los isótopos del carbono y del nitrógeno cambia de una manera específica y conocida, denominada fraccionamiento isotópico (Schoeller, 1999). Los valores $\delta^{13}\text{C}$ (proporción isotópica entre ^{13}C y ^{12}C de la muestra en relación a la proporción de éstos en el carbono fósil marino) y $\delta^{15}\text{N}$ (proporción isotópica entre ^{15}N y ^{14}N de la muestra en relación a la proporción de éstos en el nitrógeno atmosférico) permiten establecer el origen terrestre, lacustre-fluvial o marino de los principales recursos alimentarios (Chisholm, Nelson, Schwarcz, 1982; De Niro, 1978, 1981). Esto se puede ver claramente en la gráfica adjunta (Fig. 1), que representa un esquema teórico de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (en tanto por mil) en los distintos ecosistemas mencionados. Además, los isótopos estables del carbono también ayudan a discriminar entre el consumo de plantas C3 (plantas de regiones templadas y frías, como el trigo, con valores en torno a -26 por mil) y C4 (plantas de regiones tropicales, áridas o semiáridas como el mijo, con valores en torno a -12.50 por mil) (Deines, 1980), mientras que los del nitrógeno son capaces de situar a los animales y humanos en la cadena trófica ($\delta^{15}\text{N}$ experimenta un incremento de aproximadamente entre 3-5 por mil por peldaño trófico) (Minagawa, Wada, 1984). En cualquier caso, hay que tener en cuenta para una correcta interpretación que estos valores reflejan principalmente la composición isotópica de la ingesta proteica más que de la dieta en general al ser obtenidos del análisis del colágeno óseo, y que según el tipo de hueso puede reflejar el consumo acumulado de dieta de entre 2 a 15 años aproximadamente (Katzenberg, 2008).

Uno de los periodos en los que más se han aplicado este tipo de analíticas hasta el momento es el de la “transición” entre el mesolítico y el neolítico en Europa. Cada estudio ha aportado nuevos datos que ayudan a conformar una idea de la heterogeneidad y complejidad de las estrategias de subsistencia desarrolladas por los grupos humanos de aquella transición que podría ser debida o bien a diferencias en los ecosistemas (productividad, diferencias isotópicas debidas a factores ambientales...) o bien a diferencias regionales en las tradiciones económicas de los distintos grupos. A pesar de la incipiente complejidad, se puede hablar en términos dietéticos de tres estrategias diferentes asociadas a tres ecosistemas europeos bien diferenciados, a saber, la fachada atlántica, la zona báltica y el área mediterránea.

En estudios llevados a cabo en yacimientos costeros de la fachada atlántica de la península Ibérica (Arias, 1999; Lubell, Jackes, Schwarcz *et alii*, 1994), de Francia (Schulting, Blockley, Bocherens *et alii*, 2008; Schulting, Richards, 2001), de Bélgica (Bocherens, Polet, Toussaint, 2007), de Dinamarca (Fischer, Olsen, Richards *et alii*, 2007; Richards, Price, Koch, 2003; Tauber, 1981, 1983)

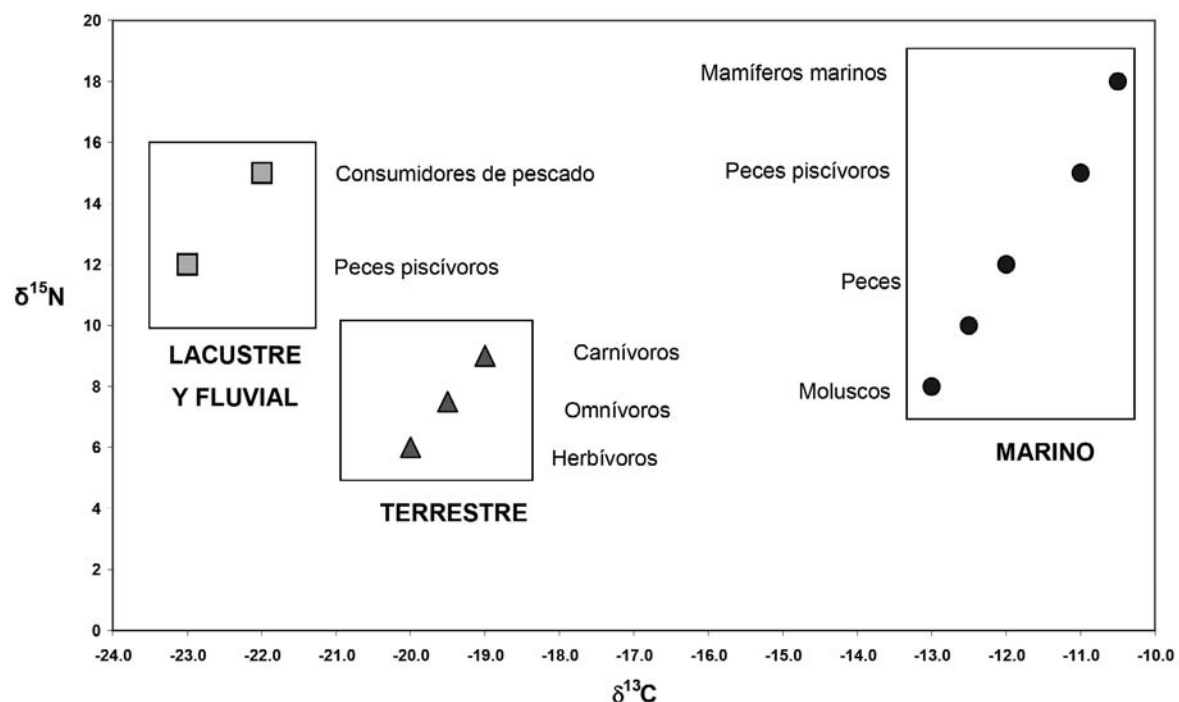


Figura 1.- Valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de diversos ecosistemas típicos (lacustre-fluvial, marino y terrestre).

y de Gran Bretaña (Richards, Mellars, 1998; Richards, Hedges, 1999; Schulting, Richards 2002a, 2002b, 2002c) se puede apreciar de forma general un muy marcado cambio dietético durante la transición del mesolítico al neolítico (Richards, Schulting, Hedges, 2003). En el mesolítico de la fachada atlántica europea se consumen muchos recursos de origen marino (excepto en yacimientos de la península Ibérica como el de Los Canes donde éstos son escasos), pero con la rápida introducción de la agricultura y la ganadería se abandona completamente el consumo de proteínas de ecosistemas marinos y la alimentación pasa a basarse completamente en plantas y animales terrestres, configurándose ésta como una alimentación extremadamente uniforme. Por su parte, en yacimientos de Suecia, Finlandia, Letonia y Ucrania del área del mar Báltico (Eriksson, 2003, 2006; Liden, Eriksson, Nordqvist *et alii*, 2004; Núñez, García-Guixé, Liden *et alii*, 2006) no se aprecia un cambio dietético nada acusado entre el mesolítico y el neolítico. El consumo de recursos marinos es abundante durante el mesolítico, y, a diferencia de lo ocurrido en toda la zona atlántica, se mantiene también durante el neolítico.

En la región mediterránea de la “transición” mesolítico-neolítico se han estudiado menos yacimientos que en las otras zonas de Europa. Destacan las investigaciones en la península ibérica, Italia, Malta y Grecia (Papathanasiou, Larsen, Norr, 2000).

Estos resultados, junto a otros de M. P. Richards todavía no publicados, apuntan a la existencia de una gran heterogeneidad de estrategias de subsistencia entre los pueblos cazadores-recolectores de la costa mediterránea, hasta incluso dentro del mismo grupo, como se infiere de los resultados de yacimientos como El Collado en Valencia (García-Guixé, Subirà, Richards, 2006) o Cova d’Uzzo en Sicilia (Franalacci, 1988), que indican que las proteínas de origen marino representaban para algunos individuos como máximo una cuarta parte de la alimentación mientras que para otros simplemente no representaban nada. Este consumo tan bajo de recursos marinos en el mesolítico contrasta con las estrategias observadas en los grupos del mismo periodo que habitaban ecosistemas atlánticos y bálticos y, descartada la menor productividad del Mediterráneo como causa, todo parece indicar que estas diferencias serían un reflejo de diferentes tradiciones económicas

desarrolladas por los grupos humanos como resultado de la adaptación a diferentes ambientes y ecosistemas (Evershed, 2007). En referencia al periodo neolítico en la costa mediterránea, hay que destacar que ni siquiera en aquellos yacimientos localizados en una isla pequeña como Malta se observa un uso significativo de productos del mar (Richards, Hedges, Walton et alii, 2001). Todos los datos isotópicos del periodo neolítico en el Mediterráneo apuntan, por tanto, a una alimentación basada en el consumo de plantas derivadas de la agricultura y complementada con la explotación de los animales tanto salvajes como domésticos.

Para completar el conocimiento que se tiene de este periodo en el Mediterráneo occidental se está llevando a cabo un estudio de análisis de isótopos estables en el País Valenciano de los yacimientos mesolíticos y neolíticos de Santa Maira, Peña del Comptador, Cingle del Mas Nou, Cova Fosca, Cova de la Sarsa, Cova de l'Or, Costamar, Tossal de les Basses, Camí Real d'Alacant, Les Llometes, Cova d'en Pardo y La Vital.

En este apartado se presentan los resultados preliminares de uno de los yacimientos que, por su esperada cronología, es clave para entender este proceso no sólo en el País Valenciano, sino en toda la península Ibérica y el oeste del Mediterráneo: el yacimiento neolítico de Costamar (Ribera de Cabanes).

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras de 7 individuos humanos de cronología neolítica del yacimiento de Costamar (detalles en la tabla de la figura 2) han sido tomadas en total: 3 de infantiles, 4 de adultos probablemente masculinos según descritos en el informe antropológico (Polo y García, 2009).

Salvo en el caso del individuo de 4 a 6 años, en que se ha muestreado el cráneo, se han tomado muestras siempre de diáfisis de huesos largos (tres fémures, dos húmeros, un radio), al ser en ellas donde mejor se conserva habitualmente el colágeno óseo. Estos siete individuos se adscriben cronológicamente a dos fases del periodo neolítico, una más antigua (individuos S-EVA 7606, 7607, 7608 y 7611), y otra más reciente (individuos S-EVA 7609, 7610 y 7612). Para perfilar dichas cronologías se está a la espera de recibir de Oxford las dataciones AMS de los restos humanos aquí presentados.

En cuanto a la selección de los huesos de animales, ésta se ha llevado a cabo con la ayuda de una arqueozoóloga, y se ha intentado muestrear diversos individuos de distintas especies (selección de mismo hueso si en el mismo contexto, o de diferentes tipos de huesos de diferentes contextos arqueológicos, todo para que se descarte que pertenezcan al mismo individuo). Se han muestreado 14 animales herbívoros tanto salvajes (3 uros, 2 ciervos, 1 caballo, 1 jabalí) como domésticos (5 vacas, 1 cabra doméstica, 1 oveja doméstica) de los mismos contextos que los restos humanos para poder comprender los procesos isotópicos en el ecosistema que compartieron, así como para poder reconstruir las relaciones tróficas internas de éstos. En base a su tamaño, todos los huesos elegidos para análisis de isótopos estables pertenecen a individuos adultos. Detalles de las muestras de fauna pueden verse en la tabla de la figura 3.

# S-EVA	EDAD	SEXO	HUESO	PROCEDENCIA (UE)
7606	4-6 años	Indeterminado	cráneo	UE 25703
7607	30-40 años	Masculino?	fémur	UE 25403
7608	33-45 años	Masculino?	fémur	UE 28504
7609	12-15 años	Indeterminado	húmero	UE 9002
7610	30-40 años	Masculino?	húmero	UE 9602
7611	25-35 años	Masculino?	radio	UE 31002
7612	Infantil	Indeterminado	fémur	UE 9602

Figura 2.- Detalles de las muestras de humanos tomadas (# S-EVA, edad y sexo, hueso, procedencia).

# S-EVA	ESPECIE	HUESO	PROCEDENCIA (UE)
9032	<i>Bos primigenius</i>	cuerno	UE 40102
9033	<i>Equus caballus</i>	pelvis	UE 38902
9034	<i>Bos primigenius</i>	húmero	UE 31702
9035	<i>Capra hircus</i>	tibia	UE 27803
9036	<i>Cervus elaphus</i>	metacarpo	UE 27803
9037	<i>Ovis aries</i>	metacarpo	UE 27803
9038	<i>Cervus elaphus</i>	escápula	UE 25704
9039	<i>Bos taurus</i>	pelvis	UE 31702
9040	<i>Sus scrofa</i>	escápula	UE 25704
9041	<i>Bos taurus</i>	astrágalo	UE 31702
9042	<i>Bos taurus</i>	húmero	UE 40102
9043	<i>Bos primigenius</i>	cuerno	UE 38902
9044	<i>Bos taurus</i>	tibia	UE 25704
9045	<i>Bos taurus</i>	metacarpo	UE 27803

Figura 3.- Detalles de las muestras de animales tomadas (# S-EVA, yacimiento, especie, hueso, signatura).

Las determinaciones de isótopos estables se llevaron a cabo todas ellas en los laboratorios del *Department of Human Evolution del Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology* (Leipzig, Alemania), donde se prepararon y analizaron todas las muestras. El proceso de extracción del colágeno se llevó a cabo según el procedimiento descrito en Brown, Nelson, Vogel y Southon (1988), que es un método Longin (1971) modificado con el añadido de un paso de ultrafiltración mediante el cual se conservaron las fracciones del colágeno de 30kDa, 10-30 kDa y <10kDa. Los análisis de los ratios de isótopos estables del carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) y del nitrógeno ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) en el colágeno liofilizado extraído se realizaron sobre la fracción >30kDa siempre que fuera posible, y sobre la fracción de 10-30kDa o <10kDa en el caso de que la mayor no se conservase, siempre utilizando un espectrómetro de masas ThermoFinnigan-Flash EA 2112 acoplado a un ConFloIII y Delta XP para los análisis. Los resultados se dan en partes por mil en términos de notación $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ relativos a los estándares vPDB (PeeDee Belamite-Vienna standard) y N_2 atmosférico (AIR-ambient inhalable reservoir standard) respectivamente. Se ha utilizado diversos parámetros para comprobar la calidad bioquímica del colágeno: %C (>35), %N (>10) y C:N (2.9-3.6) (De Niro, 1985; Van Klinken, 1999). Además, y para calibrar y reforzar los datos, se ha analizado por cada 21 muestras 11 estándares con valores conocidos (metionina, hígado bovino, IAEA) y repartidos entre éstas. Aunque se está previsto hacer todas las muestras por duplicado, hasta el momento sólo se han recibido los datos de una de las series, por lo que se irá con cautela a la hora de discutir los resultados.

RESULTADOS

No todas las muestras tomadas del yacimiento neolítico de Costamar han dado buenos índices de preservación de colágeno, existiendo incluso algunas en las que hasta el momento no se ha podido extraer nada de éste. Son cinco las muestras que no han dado nada de colágeno (S-EVA 7607, 9032, 9039, 9041, 9045), y cinco las muestras que a pesar de haber dado colágeno la calidad de éste no es buena (S-EVA 7606, 7612, 9036, 9037, 9044). Todas estas muestras anómalas están actualmente procesándose de nuevo en el laboratorio mediante las innovaciones metodológicas descritas en Salazar-García (2009) para el proceso de extracción del colágeno y poder obtener así un mayor rendimiento y calidad del colágeno. Del resto de muestras se ha podido extraer colágeno con buenos índices de calidad al tener éstas los parámetros %C, %N y C:N dentro de los límites aceptables. Todo esto se puede ver en la tabla de la figura 4.

Las interpretaciones de los resultados se van a basar en la lectura de la gráfica de la figura 5, en la que se integran los valores de $\delta^{13}\text{C}$ junto a los de $\delta^{15}\text{N}$. Se puede observar de forma general en ella y en la tabla de la figura 4 cómo los valores de los herbívoros ($\delta^{13}\text{C}$ entre -20 y -18.50 por mil,

# S-EVA	ESPECIE	FRACCIÓN	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	% C	% N	C:N
7606	Humano	<10kDa	-21.83	4.64	3.47	1.02	3.97
7607	Humano	0	0	0	0	0	0
7608	Humano	<10kDa	-19.07	7.94	44.41	15.38	3.37
7609	Humano	>30kDa	-17.83	10.35	37.32	13.44	3.24
7610	Humano	>30kDa	-18.16	9.78	30.71	10.57	3.39
7611	Humano	10-30kDa	-18.99	8.49	42.08	15.34	3.20
7612	Humano	10-30kDa	-26.45	2.23	2.87	0.32	10.41
9032	<i>Bos primigenius</i>	0	0	0	0	0	0
9033	<i>Equus caballus</i>	>30kDa	-19.95	2.93	32.49	11.63	3.26
9034	<i>Bos primigenius</i>	>30kDa	-18.49	5.81	31.06	10.83	3.35
9035	<i>Capra hircus</i>	>30kDa	-18.78	4.89	38.67	13.40	3.37
9036	<i>Cervus elaphus</i>	<10kDa	-24.29	3.71	2.11	0.37	6.75
9037	<i>Ovis aries</i>	>30kDa	-21.92	2.37	3.69	0.73	5.93
9038	<i>Cervus elaphus</i>	10-30kDa	-19.79	3.59	39.92	13.98	3.32
9039	<i>Bos taurus</i>	0	0	0	0	0	0
9040	<i>Sus scrofa</i>	<10kDa	-19.17	5.54	42.34	14.95	3.30
9041	<i>Bos taurus</i>	0	0	0	0	0	0
9042	<i>Bos taurus</i>	>30kDa	-14.28	5.43	27.52	9.92	3.24
9043	<i>Bos primigenius</i>	<10kDa	-18.68	5.52	44.34	15.95	3.24
9044	<i>Bos taurus</i>	10-30kDa	-21.36	8.23	7.04	1.39	5.93
9045	<i>Bos taurus</i>	0	0	0	0	0	0

Figura 4.- Valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, fracción de colágeno utilizada y parámetros de calidad del colágeno (%C, %N, C:N) de las muestras analizadas.

y $\delta^{15}\text{N}$ entre 3 y 5.50 por mil) entran dentro de lo habitual en ecosistemas con mayoría de plantas C3 como el de la fachada mediterránea peninsular. Además, al ser los valores $\delta^{15}\text{N}$ de todos los humanos de en torno a 3-5 por mil mayores que los animales herbívoros, se indica la esperada preeminencia de los primeros en la pirámide trófica. En cualquier caso, cabe señalar que estos valores $\delta^{15}\text{N}$ en los humanos analizados de Costamar son heterogéneos, lo que implica que la cantidad de aporte de vegetales en su dieta sería dispar entre ellos. En cuanto al consumo de recursos de origen lacustre-fluvial, éste queda descartado debido a que los valores $\delta^{13}\text{C}$ del conjunto de humanos deberían ser algo más negativos que los de los herbívoros si existiera su consumo. Por su parte, el consumo de recursos marinos parece presente, aunque de forma pequeña, en algunos humanos que tienen valores $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ mayores a los del resto de humanos y animales herbívoros terrestres. Así pues, se puede interpretar que la dieta de estos humanos neolíticos está basada en el consumo de plantas y herbívoros terrestres de un entorno C3, aunque el consumo de recursos marinos está presente. Destaca también el que se puede descartar el consumo habitual de vacas por parte de los humanos al presentar éstas unos valores $\delta^{13}\text{C}$ muy positivos y propios de un entorno claramente C4.

En la gráfica de la figura 5 se ve también cómo existe heterogeneidad entre los cuatro humanos analizados, algo que debe de ser comentado. Se distinguen claramente dos grupos, uno formado por los individuos S-EVA 7608 y 7611, y otro formado por los individuos S-EVA 7609 y 7610. Los primeros presentan una dieta netamente basada en productos terrestres en la que no se aprecia en ellos nada de consumo de proteína de origen marino, mientras que los segundos a pesar de basar su dieta también en recursos terrestres muestran en su impronta isotópica un consumo de recursos del mar no despreciable. También se distinguen estos dos grupos de humanos en que los primeros consumen grandes cantidades de cereales y menos de carne, mientras que los segundos consumen bastante carne en su dieta (esto se ve por la diferencia entre los valores $\delta^{15}\text{N}$ entre ambos grupos). Incluso existe diferencia entre el tipo de animales que ambos grupos consumen de forma predominante, pues los primeros los animales que más consumen serían los salvajes, mientras que los segundos tienen un aporte cárnico basado aparentemente tanto en animales salvajes como domésticos.

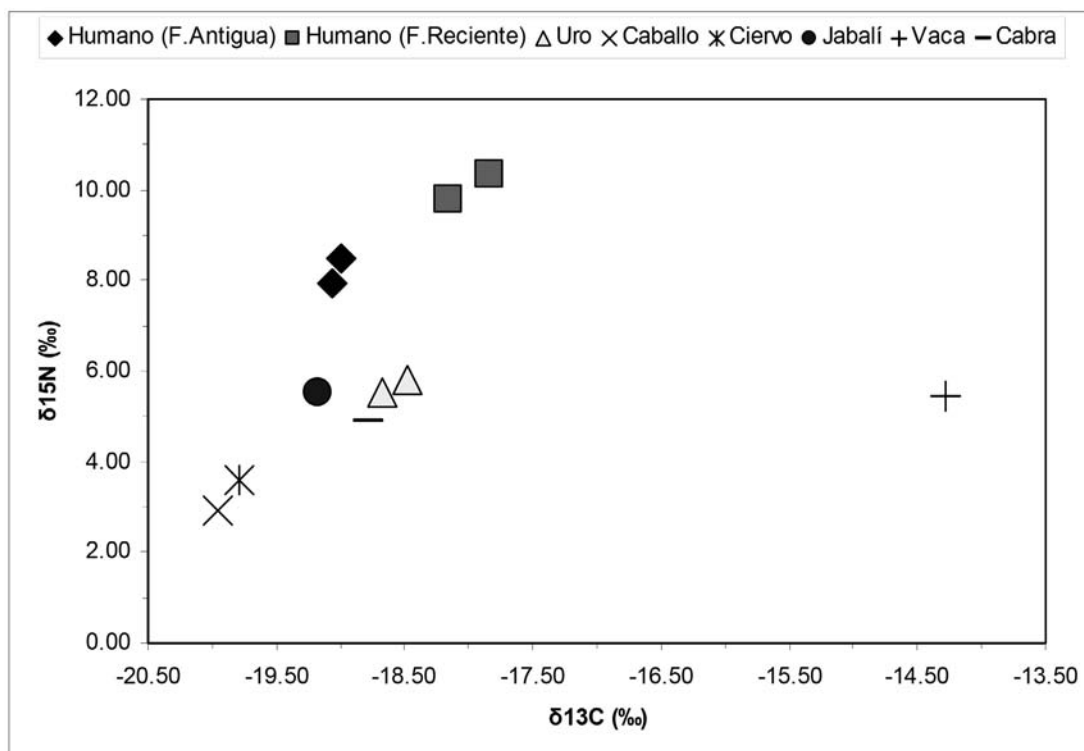


Figura 5.- Valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de humanos y herbívoros (explicación en texto).

DISCUSIÓN

Los resultados que aquí se presentan del yacimiento neolítico de Costamar complementan el panorama mediterráneo del cambio entre los periodos mesolítico y el neolítico. Se confirma con ellos la pauta general que indica que en la región mediterránea durante el neolítico la dieta se basa en recursos terrestres C3, abandonándose a grandes rasgos el consumo de alimentos del mar tras el mesolítico. Así pues, al observar los valores de carbono y nitrógeno de humanos de otros yacimientos mediterráneos tanto mesolíticos (El Collado, La Rastel y Cova de l'Uzzo) como neolíticos (Arene Candide, Pendimoun, Malta) en la figura 6, se aprecia que existe poca variabilidad entre ambos periodos, y destaca que se consume siempre poca o nula cantidad de recursos marinos salvo en El Collado. Si se compara entonces esta gráfica con la ya vista de la figura 5, en la que se representan los humanos de Costamar, se puede observar cómo dos de los humanos se sitúan en la misma región de la gráfica que la gran mayoría de los individuos de otros yacimientos neolíticos del Mediterráneo que se caracterizan por el ya mencionado consumo basado en recursos terrestres C3 y sin aporte de proteína marina (entre un $\delta^{13}\text{C}$ de -20 a -19 por mil y un $\delta^{15}\text{N}$ de en torno a 8-9 por mil). Por otro lado, los otros dos se sitúan en la misma zona de la gráfica que parte de los individuos de El Collado que consumen algo de recursos marinos (en torno a un $\delta^{13}\text{C}$ de -18 por mil y un $\delta^{15}\text{N}$ de 10 por mil). Este hecho es el que hace peculiar al yacimiento de Costamar, pues es una novedad para el neolítico mediterráneo encontrar individuos que presenten una parcial impronta isotópica marina.

Los dos individuos que presentan el consumo de recursos del mar en su impronta isotópica son los dos individuos que se atribuyen a un momento más reciente dentro del neolítico, mientras que los dos individuos que no presentan nada de consumo de proteína marina en la dieta son de la fase neolítica más antigua. Esto nos muestra una evolución en las pautas de consumo alimentario a lo largo del neolítico. Se nos presenta a los primeros pobladores neolíticos de la Península como los "típicos" neolíticos mediterráneos que abandonan el uso del mar como fuente de alimentos y basan su dieta exclusivamente en recursos terrestres C3, patrón que con el tiempo cambiará hasta

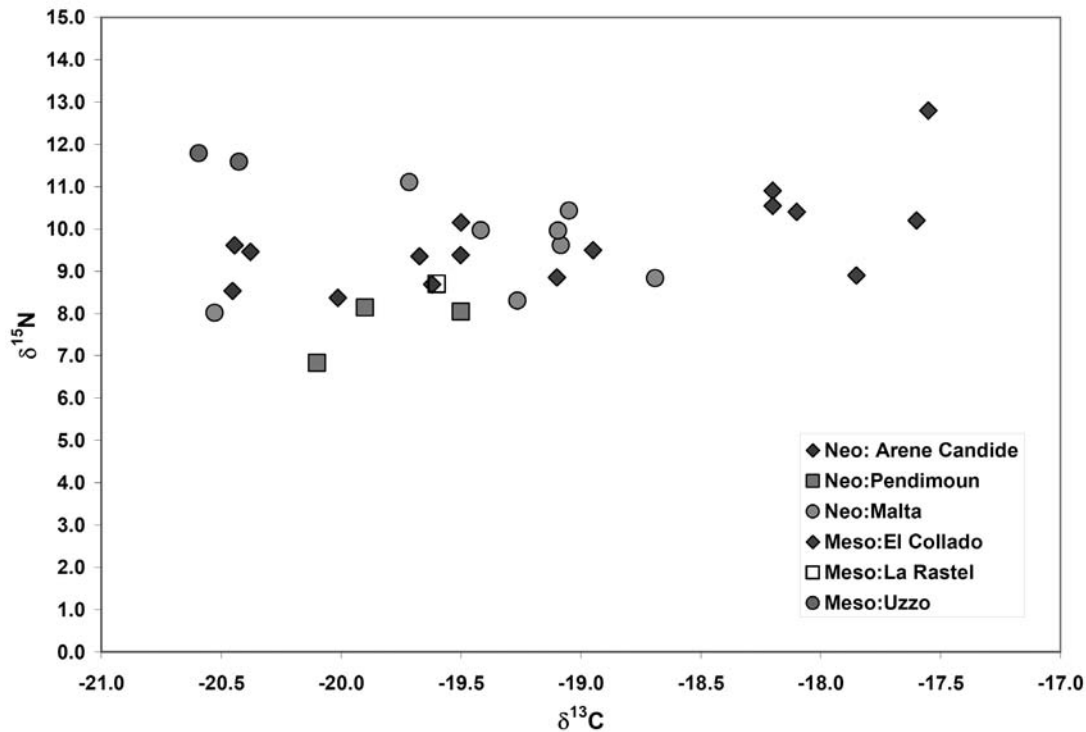


Figura 6.- $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de humanos meso-neolíticos mediterráneos de los yacimientos de Arene Candide, Pendimoun, Malta, El Collado, La Rastel y Cova de l'Uzzo (datos cedidos por M. P. Richards y publicados parcialmente en García-Guixé, Subira, Richards 2006).

incluir el consumo de recursos del mar como complemento de la dieta terrestre en fases más recientes del neolítico del este de la península Ibérica. Otro rasgo interesante a notar entre estas dos fases cronológicas del neolítico representadas en Costamar es el hecho de que los primeros neolíticos eran grandes consumidores de recursos vegetales C3 como el trigo, mientras que los de momentos posteriores presentan una dieta con menos vegetales y más carne. Además, viendo el peso de cada tipo de animal en la parte cárnica de la dieta, sorprende el ver que los individuos más antiguos preferían la carne de animales salvajes a la de los domésticos, mientras que los más recientes las consumían por igual. Se confirma también lo propuesto en el estudio arqueozoológico del yacimiento que presenta a las vacas más como animales orientados a las labores agrícolas que como fuente de carne, pues ninguno de los cuatro individuos analizados parece incorporar en su dieta la carne vacuna que presenta unos valores $\delta^{13}\text{C}$ muy alejados del resto de animales y humanos del yacimiento (lo que no quita que de forma muy puntual, cuando muriera uno de sus "tractores", se comieran su carne para no desperdiciarla).

Otro punto muy interesante sacado a la luz con los análisis de este yacimiento es el extremadamente positivo valor $\delta^{13}\text{C}$ de la vaca analizada hasta el momento. Como ya se ha comentado con anterioridad, este valor responde a una dieta basada en plantas C4, y esto genera un debate en torno al por qué de esos valores. Las plantas C3 son las que se encuentran en zonas templadas y frías, como el continente europeo, mientras que las plantas C4 crecen sólo en lugares tropicales y áridos. Hasta la fecha se considera que en Europa durante la prehistoria, y hasta la entrada del mijo doméstico (planta C4), sólo existían plantas C3 en estado salvaje. Evidentemente, en zonas del sur de Europa, con climas más cálidos que el resto del continente, es posible que existiesen plantas C4, especialmente en zonas cercanas a humedales, aunque arqueológicamente todavía no se ha encontrado evidencia de ello. Teniendo esto en cuenta, y sabiendo que está claro que la vaca consume básicamente plantas C4 mientras que el resto de animales, incluidos los uros, sólo consumen plantas C3, se genera un dilema que de momento tiene difícil solución. Se puede pensar en dos explica-

ciones posibles para ello. Una de ellas sería que las vacas son llevadas siempre a pastar a lugares de pasto donde sólo hubiese plantas C4 (por ejemplo algunas gramíneas salvajes), y que el resto de animales (incluidos los uros) no consumieran en absoluto este tipo de plantas (presentan unos típicos valores $\delta^{13}\text{C}$ de consumo de plantas C3). Otra opción sería plantear que esta vaca ha llegado en vida desde alguna zona del norte de África o de Oriente Próximo, con todo lo que esa propuesta conlleva: barcos capaces de transportar la vaca desde el norte de África hasta la península Ibérica en las primeras fases del neolítico, una expansión neolítica muy rápida a la Península desde África y no sólo desde Europa si es que finalmente se confirma la cronología neolítica antigua de Costamar... Que en algunos yacimientos litorales del neolítico antiguo de Italia todavía no publicados hayan aparecido vacas (y sólo vacas) también con esta impronta isotópica C4, y teniendo en cuenta que ya se comienza a hablar de influencia africana en el neolítico peninsular a nivel de la cultura material, se hace algo más factible la segunda de las dos explicaciones. En cualquier caso, y debido tanto a que no existían grandes cantidades de plantas C4 en la península Ibérica durante esas cronologías como a que el modelo de expansión neolítica vigente para la zona habla de una expansión no rápida (Bernabeu, 2006), este punto debe ser estudiado en más profundidad y se hace necesario realizar otros tipos de análisis (DNA, S, Sr) a las vacas, así como poder analizar más individuos humanos, animales y yacimientos de la fachada mediterránea del periodo neolítico antiguo, para ir arrojando algo de luz sobre esta incógnita.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su profundo agradecimiento a todo el *Archaeological Sciences Group* del *Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology* por la constante ayuda prestada en materia de biogeoquímica. Desea también agradecer de forma especial al profesor Richards y al profesor Hublin por haber dejado a su disposición las instalaciones del *Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology* para los análisis y el apoyo económico que ello implica. Se agradece aquí también al arqueólogo Enric Flors de la *Fundació Marina d' Or de la Comunitat Valenciana* el haber permitido acceder a los restos óseos para poder llevar a cabo este estudio, así como a la arqueóloga Dolores López por su ayuda a la hora de seleccionar los restos de fauna. Remarcar también que el soporte económico del Ministerio de Educación a través de una Beca FPU ha permitido llevar a cabo esta línea de investigación.