



nailos

Estudios
Interdisciplinarios
de Arqueología



1

Enero 2014
OVIEDO

NAILOS: Estudios Interdisciplinarios de Arqueología
Número 1
Oviedo, 2014
ISSN 2340-9126
e-ISSN 2341-1074

**Asociación de
Profesionales
Independientes de la
Arqueología de
Asturias**



Consejo Asesor

Esteban Álvarez Fernández
Universidad de Salamanca

Xurxo Ayán Vila
Universidad del País Vasco

Antonio Blanco González
Durham University

Belén Bengoetxea Rementería
Universidad del País Vasco

Carlos Cañete Jiménez
CCHS-CSIC

Enrique Cerrillo Cuenca
IAM-CSIC

José María Martín Civantos
Universidad de Granada

Miriam Cubas Morera
*Universidad de Cantabria.
Sociedad de Estudios Aranzadi*

Ermengol Gassiot Ballbé
*Universitat Autònoma de
Barcelona*

Alfredo González Ruibal
Incipit-CSIC

Francesc Xavier Hernández
Cardona
Universitat de Barcelona

Iván Muñiz López
*Universidad Nacional de
Educación a Distancia*

Joseba Ríos Garaizar
*Centro Nacional de Investigación
sobre la Evolución Humana*

Andrew Reynolds
University College of London

Dídac Román Monroig
Universitat de Barcelona

José Carlos Sánchez Pardo
University College of London

Alfonso Vigil-Escalera Guirado
Universidad del País Vasco

Consejo Editorial

David Álvarez Alonso
*Universidad Nacional de Educación a
Distancia*

Valentín Álvarez Martínez
Arqueólogo

Carlos Marín Suárez
Universidad de la República, Uruguay

Luis Blanco Vázquez
Arqueólogo

José Antonio Fernández
de Córdoba Pérez
Arqueólogo

Jesús Fernández Fernández
La Ponte-Ecomuséu

Alejandro García Álvarez-Busto
Universidad de Oviedo

Alejandro Sánchez Díaz
Arqueólogo

David González Álvarez
*Secretario
Universidad Complutense de Madrid*

Fructuoso Díaz García
*Director
Fundación Municipal de Cultura
de Siero*

nailos

**Estudios
Interdisciplinares
de Arqueología**

ISSN 2340-9126
e-ISSN 2341-1074
C/ Naranjo de Bulnes 2, 2º B
33012, Oviedo
secretario@nailos.org
www.nailos.org

Revista anual. Enero de 2014
© Los autores

Edita:

Asociación de Profesionales
Independientes de la Arqueología
de Asturias (APIAA).
Hotel de Asociaciones Santullano.
Avenida Fernández Ladreda nº 48.
33011. Oviedo.
presidencia@asociacionapiaa.com
www.asociacionapiaa.com

Lugar de edición: Oviedo

Depósito legal: AS-01572-2013



CC BY-NC-ND 3.0 ES

Se permite la reproducción de los artículos, la cita y la utilización de sus contenidos siempre con la mención de la autoría y de la procedencia.

NAILOS: Estudios Interdisciplinares de Arqueología es una publicación científica de periodicidad anual, arbitrada por pares ciegos, promovida por la Asociación de Profesionales Independientes de la Arqueología de Asturias (APIAA)

Bases de datos
que indizan
la revista

DIALNET

INTERCLÁSICA



¿Por qué datar carporrestos arqueológicos por radiocarbono?

Why radiocarbon date archaeological plant macroremains (seeds and fruits)?

Inés L. López-Dóriga

Recibido: 26-9-2013 | Revisado: 11-11-2013 | Aceptado: 3-12-2013

Resumen

La utilización de restos carpológicos o carporrestos (semillas y frutos) para la datación de contextos arqueológicos es una práctica que no está lo suficientemente extendida en la arqueología peninsular. Se discuten los motivos por los que es recomendable elegir carporrestos para datar por radiocarbono, en detrimento de otros restos arqueológicos más frecuentemente utilizados, como carbones de madera, huesos o conchas. Éstos últimos poseen una serie de limitaciones metodológicas, todavía mal precisadas, que relativizan los resultados obtenidos a partir de su datación. Los carporrestos son en la actualidad las muestras de datación más adecuadas para establecer cronologías precisas y fiables.

Palabras clave: Arqueobotánica; calibración; cronología; efecto reservorio; isótopos estables; diagénesis

Abstract

The use of plant macroremains (seeds and fruits) for dating archaeological contexts is an insufficiently widespread practice in Iberian archaeology. The motives why is advisable to choose plant macroremains for radiocarbon dating, rather than archaeological remains more frequently used such as wood charcoal, bones or shells, are discussed. The dating results obtained from these latter are relativised by their methodological limitations, still imperfectly known. The most adequate dating samples to establish precise and reliable chronologies are currently plant macroremains.

Keywords: Archaeobotany; calibration; chronology; reservoir effect; stable isotopes; diagenesis

1. Introducción

La utilización de restos carpológicos o carporrestos (semillas y frutos) para la datación de contextos arqueológicos holocenos es una práctica que no está lo suficientemente extendida en la arqueología peninsular, tanto histórica como prehistórica, al igual que ocurre en otros ámbitos de investigación (Bayliss 2009). Aunque en algunos contextos específicos los restos de plantas de vida corta tienen una ventaja reconocida sobre otros restos bioarqueológicos a efectos de su datación (e.g. la discusión sobre la Neolitización, Carvalho 2010; Rojo-Guerra 2006), esta ventaja no parece estar ampliamente divulgada entre los investigadores especializados en otras problemáticas históricas. La confianza ciega en los resultados de dataciones a partir de muestras inapropiadas ha sido la causa de algunos patrones cronológicos extraños¹, como la sobreestimación de la antigüedad de algunos eventos históricos, que en otras partes del mundo se han ido corrigiendo a medida que se databan muestras más apropiadas (e.g. Bayliss 2009; Fischer y Heinemeier 2003). Obtener cronologías fiables y precisas, la *higiene cronométrica* (Waterbolk 1971), es indispensable para poder aproximarse a la correcta comprensión de los procesos históricos.

El objetivo de esta nota es discutir los motivos por los que es recomendable elegir carporrestos para datar por radiocarbono, en detrimento de otras evidencias arqueológicas más frecuentemente utilizadas, como carbones de madera, huesos o conchas. La tradición de datar estos últimos tipos de restos es resultado de la inercia de la datación convencional por radiocarbono, en la que las muestras a datar debían de ser relativamente grandes. La datación de semillas y frutos, siempre y cuando estén bien contextualizados, no es sólo interesante desde el punto de vista arqueobotánico (e.g. para datar la introducción de especies alóctonas), sino que también lo es para la arqueología en general, para la obtención de cronologías precisas y fiables en muestras de vida corta y no sometidas a efectos reservorios.

2. Análisis

Aunque el colectivo arqueológico está muy familiarizado con el mecanismo químico sobre el que se asienta el método de datación por radiocarbono, parece conveniente una brevísima revisión que subraye la importancia de dos aspectos fundamentales, el *efecto compartimento* y el *fraccionamiento isotópico* (e.g. Mestres Torres 2007), peor conocidos. Aunque este método de datación fue descubierto poco antes de 1950 (Libby et al 1949), es muy importante tener presente que el conocimiento de su alcance, potencial y limitaciones continúa en perpetuo desa-

¹ FANO, Miguel Ángel; CUBAS, Miriam y WOOD, Rachel: «El V milenio cal BC en la región cantábrica: nuevos recursos e innovaciones tecnológicas». Comunicación inédita presentada en *El Cuaternario en la región pirenaica occidental: investigación multidisciplinar*, 14-16 Octubre 2013, Bilbao.

rollo (Olsson 2009). Actualmente, su alcance está limitado a los últimos 50.000 años (entre 25.000 y 50.000 con algunas limitaciones, Bronk Ramsey *et al* 2013) y a yacimientos arqueológicos en los que existe preservación de restos de origen biológico. El mecanismo químico, de forma muy resumida (para más detalle, se puede consultar Mestres i Torres 2003), se basa en las siguientes constataciones: los seres vivos incorporan a su organismo carbono (estable ^{12}C y ^{13}C , y radioactivo ^{14}C) de su medio vital –el CO_2 de la atmósfera o agua (efecto compartimento) y sus alimentos– de forma fraccionada (fraccionamiento isotópico) en un proceso que se detiene en el momento de la muerte; el radiocarbono (^{14}C) acumulado en los restos de origen biológico se descompone a una velocidad conocida, de forma que, cuantificando la cantidad actual de carbono (en realidad, la proporción entre ^{12}C y ^{14}C) en un resto de origen biológico y la forma en que adquirió carbono originalmente (hábitat y dieta), se puede calcular el momento de su muerte.

La cantidad de carbono en el medio no ha sido equivalente ni uniforme a lo largo de la historia de la tierra, variando de acuerdo con distintos factores (Olsson 2009). Por ejemplo, el ^{14}C es más abundante en el CO_2 del agua que en el de la atmósfera y el Hemisferio Sur está empobrecido con respecto al Norte (Mestres Torres 2007). Por ello, para establecer la edad de muerte de un organismo de forma fiable son necesarias curvas de calibración que tengan en cuenta estas variaciones en carbono, tanto atmosféricas –principalmente basadas en datos dendrocronológicos y de depósitos de varvas– como acuáticas –basadas en la contrastación de la edad radiocarbónica de organismos marinos y terrestres de la misma antigüedad (Russell *et al* 2011b). Las curvas de calibración atmosféricas y marinas llevan siendo actualizadas mediante acuerdos internacionales desde 1985, a medida que se van obteniendo nuevos datos sobre las variaciones de carbono en el pasado y se va avanzando en la comprensión del fraccionamiento del carbono por distintos organismos², en lo que se conoce como la revolución continuada del radiocarbono (Bayliss 2009). La ausencia o incorrecta calibración puede conducir a errores de siglos o incluso milenios (*e.g.* Russell *et al* 2011a), dependiendo del periodo.

La datación mediante radiocarbono utilizando acelerador de espectrometría de masa (AMS) ofrece varias ventajas con respecto a la medición radiométrica usada en la datación radiocarbónica convencional: permite obtener cronologías más precisas y requiere una masa mínima de carbono muy inferior. La precisión de la datación radiocarbónica (la amplitud del intervalo de probabilidad) varía de acuerdo con el material biológico datado y con la posición de la fecha absoluta (fecha BP) en la curva de calibración que le corresponda. La masa mínima de carbono en cualquier material bioarqueológico que se desee someter a datación por AMS suele ser de entre 10 y 20 mg, dependiendo de los requisitos del laboratorio en el que se procese la muestra a datar y se realice la datación. Además, en la actuali-

2 MILLARD, Andrew (en prep.). «Conventions for reporting radiocarbon determinations». Radiocarbon. Comunicación inédita presentada en el 7th International Symposium 14C & Archaeology, 8-12 de abril de 2013, Gante (Bélgica).

dad la posibilidad de que contaminación reciente pase desapercibida en muestras datadas por radiocarbono AMS es prácticamente inexistente, gracias a los avances en la extracción del carbono en los laboratorios (Briant y Lawson 2008).

Un aspecto clave para la correcta datación de contextos arqueológicos es la elección de la clase de muestra para datar, una vez que ha quedado demostrada su relación con el evento para el que se desea obtener una fecha (*e.g.* Mestres Torres 2007). Salvo en casos especiales de preservación de restos orgánicos (*e.g.* sumergidos, mineralizados o desecados), los restos bioarqueológicos que se pueden someter a datación suelen ser restos de animales (huesos, incluidos dientes, y conchas) y restos carbonizados de plantas (normalmente, carbones de madera, semillas, frutos, y ocasionalmente tubérculos), además de residuos de alimentos en cerámica, que pueden ser de origen vegetal o animal. El carbonato de formaciones cársticas y rocas y el carbono de turberas también es datable, pero su frecuente ausencia de relación clara con actividades humanas los hace menos interesantes para la arqueología.

Para ser datados y proporcionar una fecha fiable, además de los requisitos de orden puramente arqueológico (la relación clara entre el contexto a fechar y la muestra a datar), la muestra debe cumplir varios requisitos de orden químico y analítico. Entre los primeros están la independencia del contenido de ^{14}C con respecto al material y la posibilidad de eliminar eficazmente la contaminación. Entre los requisitos analíticos están la precisión (que su desviación típica sea pequeña, de forma que el intervalo de tiempo altamente probable sea también pequeño) y la exactitud (la idoneidad de los procedimientos de eliminación de la contaminación y medición de ^{14}C) (Mestres Torres 2007). Como se verá a continuación, la datación de carporrestos es la estrategia más segura en relación con los requisitos químicos, mientras que en el caso de otros restos es necesario valorarlo caso por caso, dependiendo de la dieta y hábitat del organismo.

2.1. La datación de restos de origen animal

Las muestras de origen animal (huesos, dientes, conchas, etc.) podrían ser objetos muy interesantes de datación, ya que son de vida relativamente corta (<100 años). Las cáscaras de huevo son de vida aún más corta pero mucho menos abundantes en los yacimientos arqueológicos. Sin embargo, todos estos restos se ven sometidos a varios tipos de problemas, dependiendo de la procedencia y clase de muestra: uno relacionado con la variabilidad en los valores de carbono en relación con las distintas fuentes de las que proviene (a su vez dependientes de la posición de los animales en la cadena trófica y del medio en que viven, terrestre o acuático) y otro relacionado con factores postdeposicionales.

A diferencia de las muestras terrestres, que están principalmente condicionadas por la atmósfera, las muestras de origen acuático –ya sea marino o de agua dulce– tienen un contenido en carbono que está condicionado por diferentes factores propios de su medio (Hart *et al* 2013). Este condicionamiento se conoce

generalmente como *efecto reservorio*, y es a menudo difícil de valorar debido al gran número de variables que intervienen y que continúan siendo descubiertas progresivamente (e.g. Petchey et al 2013).

Cuanto más elevada es la posición de un animal en la cadena trófica, mayor es la incertidumbre sobre las fuentes de origen de carbono en su organismo, dado que los seres vivos incorporan a su organismo el carbono existente en los otros seres vivos que consumen. Si el efecto reservorio aplicable a una muestra no se corrige, la edad de muerte del organismo resultará más antigua que la de organismos no afectados por efectos reservorios (Ascough et al 2012; Pollard et al 2011).

Por lo tanto, conocer la dieta y hábitat del organismo es importante de cara a compensar el potencial efecto reservorio, con una curva de calibración atmosférica o acuática o una combinación de las dos en proporciones variables. Esto puede parecer sencillo para los animales herbívoros (en realidad no lo es tanto porque hay variaciones entre los valores de carbono dependiendo de las partes y tipos de plantas de las que se alimentan) pero es mucho más complicado para los carnívoros y omnívoros. Se suele recurrir a la realización de análisis de isótopos estables, principalmente carbono ($\delta^{13}\text{C}$: la proporción isotópica entre ^{13}C y ^{12}C de la muestra en relación a su proporción en el carbono fósil marino) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$: la proporción isotópica entre ^{15}N y ^{14}N de la muestra en relación a su proporción en el nitrógeno atmosférico), en las mismas muestras datadas para una aproximación a la dieta. Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ reflejan principalmente el $\delta^{13}\text{C}$ de la dieta, con algunas variaciones regionales que hacen necesarios estudios locales desde la base de la cadena trófica (Ascough et al 2012); mientras que los valores de $\delta^{15}\text{N}$ tienen una compensación de +5‰ por cada salto en la cadena trófica. Los principales tipos de dietas son:

- C_3 (la mayor parte de los ecosistemas terrestres, con valores bajos de $\delta^{13}\text{C}$, entre -20 y 27‰, y de $\delta^{15}\text{N}$, <+10‰).
- C_4 (ecosistemas terrestres adaptados a condiciones de aridez y calor, con valores típicamente altos de $\delta^{13}\text{C}$, entre -15 y -10‰, y bajos de $\delta^{15}\text{N}$, <+10‰).
- CAM (plantas crasas con una mezcla de fotosíntesis diurna C_3 y nocturna C_4).
- Agua dulce (con valores muy variables de $\delta^{13}\text{C}$, con hasta un $\pm 20\%$ de variación, y valores de $\delta^{15}\text{N}$ todavía por conocer bien, variables de acuerdo con el tipo de corriente, el tamaño de la masa de agua y la posición del organismo en ella, Ascough et al 2012; O'Leary 1988; Post 2002).
- Marinas (con valores altos de $\delta^{13}\text{C}$, ca. -15‰, y $\delta^{15}\text{N}$, >+10‰ en el Atlántico Norte, menos elevados en $\delta^{15}\text{N}$ en el Mediterráneo; Pollard et al 2011).

2.1.1. Variabilidad de la calibración según la materia datada

Los restos de animales en yacimientos arqueológicos son de dos tipos, orgánicos y minerales, y tienen diferentes ventajas e inconvenientes a efectos de preservación y datación. Los huesos se componen de dos materias datables: una fracción orgánica, el colágeno, y una fracción inorgánica, el bioapatito. La forma de preservación afecta a la conservación del colágeno: en condiciones áridas y en cremaciones, el colágeno se hidroliza rápidamente y no sobrevive largo tiempo (Zazzo *et al* 2012). El cálculo de las proporciones de abundancia de elementos de carbono y nitrógeno (C/N) se suele utilizar como un indicador de la degradación postdeposicional o la adición de contaminantes (Ascough *et al* 2012). Además, la forma en que se refleja isotópicamente la dieta varía entre restos orgánicos y minerales.

2.1.1.1. La datación de elementos orgánicos: el colágeno de hueso

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en colágeno en bruto varían en proporción con el origen de las proteínas del alimento consumido por un organismo a lo largo de su vida (Pollard *et al* 2011) o en los últimos 10-30 años (Ascough *et al* 2012). El problema es que diferentes tipos de dietas con diferentes fuentes de proteínas pueden tener como resultado los mismos valores isotópicos (*e.g.*, valores elevados de $\delta^{15}\text{N}$ pueden estar originados por un alto consumo de productos marinos o de legumbres, Mason y Hather 2002; o por el abonado de los cultivos que se consumen, Honch *et al* 2012). La medición del sulfuro ($\delta^{34}\text{S}$), en relación con el sulfato marino (SO_4^{2-}) (Privat *et al* 2007) y de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en componentes bioquímicos individuales (aminoácidos) del colágeno (Evershed 2007; Honch *et al* 2012) parecen prometedores para resolver alguno de estos problemas.

2.1.1.2. La datación de elementos inorgánicos

Los elementos inorgánicos, como el bioapatito del hueso, el esmalte dental y las conchas, suelen ser, en general, buenos indicadores dietéticos, ya que su carbonato se forma a partir de los carbohidratos consumidos y el carbono atmosférico (Evershed 2007), y se conservan mucho mejor que el colágeno (Olsen *et al* 2008). Sin embargo, se pueden ver afectados por problemas de contaminación en caso de recristalización.

Mientras que los valores isotópicos en bioapatito son indicadores de la dieta a largo plazo, los valores en el esmalte dental informan sobre la dieta del individuo en periodos concretos de su desarrollo dental. El bioapatito es el carbonato contenido en el fosfato de calcio de la fracción mineral de los huesos y es muy susceptible a la diagénesis y contaminación. La contaminación puede proceder de la absorción del carbonato, tanto del medio en que el hueso ha estado depositado, como, en el caso de huesos quemados o cremados y dependiendo de la temperatura alcanzada (Cherkinsky 2009; Hüls *et al* 2010), en función de los combustibles (susceptibles de envejecer la muestra con el efecto *madera vieja*, Olsen *et al* 2013) y de la atmósfera de combustión (pudiendo rejuvenecer la muestra).

2.1.2. La datación de restos de animales acuáticos

La datación de restos de animales acuáticos sería precisa por ser organismos de vida corta, de no ser por estar sujeta a los problemas de calibración del efecto reservorio. Éste varía de acuerdo con el medio en el que vive el organismo (marino, de agua dulce o estuarino, y microhábitat dentro de cada uno de ellos), su posición en la cadena trófica y las fuentes de su dieta (Russell *et al* 2011b).

Los animales de medio marino tienen un contenido en carbono que está condicionado por las surgencias oceánicas (los desplazamientos verticales de masas de agua con distintos contenidos en carbono), que no han seguido patrones constantes a lo largo de la historia de la tierra, la geología (la composición de las rocas de las cuencas), la hidrología (los aportes de agua dulce), la amplitud de la cadena trófica, etc. Las curvas marinas de calibración de que se dispone en la actualidad están construidas sobre datos muy fragmentarios para algunos periodos y para algunas regiones, por lo que en muchos casos no dejan de ser provisionales.

Los animales de medios de agua dulce tienen un contenido en carbono sometido a un efecto reservorio variable de acuerdo con la geología de los cauces e hidrología (composición de las rocas, surgencias de aguas subterráneas, presencia de materia orgánica en descomposición, etc.) (Fischer y Heinemeier 2003), que es necesario comprobar a nivel local, por lo que cada medio precisa de su propia calibración.

El contenido en carbono de los animales que viven en estuarios es el caso más complejo de evaluar, ya que es resultado de la combinación del efecto reservorio marino y del de agua dulce (Keaveney y Reimer 2012).

2.2. La datación de material de origen vegetal

Las muestras vegetales, de origen terrestre y parte de las de origen marino, escapan a los problemas de efectos reservorios, dietas y diagénesis, según el estado actual de la cuestión, a excepción de las plantas que crecen en proximidad de volcanes activos y de las que fotosintetizan bajo el agua (una minoría), que necesitan una corrección local del efecto microreservorio (Olsson 2009). Sin embargo, no todos los materiales vegetales tienen la misma precisión y fiabilidad. La mayor parte de los restos vegetales arqueológicos de los que disponemos en la Península Ibérica están conservados por carbonización, en contados casos desecados o embebidos. Esta forma de conservación no afecta gravemente a su contenido en carbono si la carbonización no ha sido a temperaturas muy altas (>500°C), aunque sí a las partes de las plantas que se conservan en el registro arqueológico, pues no todas sobreviven igual de bien a la exposición al fuego y consecuente carbonización. Normalmente, sólo carbones de madera, semillas y frutos sobreviven, ocasionalmente lo hacen los tubérculos, y muy raramente las partes blandas como flores, hojas o brotes, y las algas y musgos acuáticos.

2.2.1. La datación de carbón de madera

Hay una predilección tradicional por la datación de carbón de madera, *the charcoal prejudice* (Carvalho 2010), que en muchas ocasiones no tiene en cuenta los problemas del *efecto madera vieja*. Este efecto tiene dos sentidos, uno inherente al ciclo vital del árbol del que proviene la madera y otro relacionado con el uso de la madera como materia prima. En primer lugar, cada anillo de crecimiento del tronco de un árbol tiene una edad determinada, siendo la más antigua la del anillo central y la que antes comienza a descomponerse, antes de la muerte del árbol. La diferencia de edad entre un anillo proveniente del centro del tronco y uno próximo a la corteza varía dependiendo de que la vida del árbol pueda ser de forma natural relativamente corta (unos 5 o 10 años) o larga (>100 años). En cambio, las ramas son elementos de vida relativamente más corta que los troncos en general. Por otro lado, salvo que esté fresca, la madera es una materia prima muy susceptible de ser vieja en el momento de su utilización como combustible. Es por lo tanto necesario, en la datación de carbón de madera, determinar la especie y la parte del árbol de la que proviene, además del estado de la madera en el momento de carbonización (fresca vs. seca), para saber el grado de fiabilidad de la fecha.

2.2.2. La datación de semillas, frutos y tubérculos

Desde el desarrollo de la datación por AMS, gran parte de los carporrestos o restos carpológicos (semillas y frutos) que se pueden recuperar en excavaciones arqueológicas, en las que se apliquen estrategias apropiadas de muestreo y recuperación de restos arqueobotánicos (*vid.* Martín Seijo *et al* 2011), cumplen el requisito de masa mínima de carbono. A veces estos carporrestos son escasos o han perdido una parte importante de su contenido en carbono durante la carbonización a altas temperaturas. Esto es un indicador de la necesidad de muestrear de forma más intensiva para obtener más restos mejor conservados.

Las semillas y frutos de plantas tienen la tremenda ventaja de que son elementos de vida muy corta (anuales o incluso estacionales), por lo que las dataciones son muy fiables, incluso si han sido almacenados (siempre que la relación entre el contexto y el material datado esté clara, como debe ocurrir con cualquier otro tipo de muestra). Por ejemplo, las cáscaras de avellana, por su carácter estacional, su almacenamiento máximo anual y su asociación con espacios domésticos (hogares), han sido reconocidas como excelentes muestras para la datación de contextos mesolíticos (Crombé *et al* 2013). Los restos de tubérculos tienen las mismas ventajas a efectos de datación, a excepción de su mayor escasez en contextos arqueológicos.

Además, el hábitat en que se desarrollan las plantas no tiene en general relevancia e efectos de su calibración para compensar posibles efectos reservorios: incluso en el caso de las plantas acuáticas, la mayor parte de ellas y especialmente de aquellas que son aportadas a los yacimientos arqueológicos, realizan su fotosíntesis en la superficie. Los restos de plantas con fotosíntesis bajo el agua

son tan escasos en contextos arqueológicos que la consideración de su relevancia a efectos de calibración es mínima. Las plantas que crecen en proximidad de volcanes activos sí precisarían de calibración, pero esto no es especialmente relevante para la arqueología peninsular.

3. Discusión

La datación de materiales bioarqueológicos requiere de una toma de decisión bien sopesada, por lo que es necesario tener en cuenta tanto cuestiones puramente arqueológicas como químicas. Las cuestiones de naturaleza arqueológica que se deben considerar son esencialmente la calidad y cualidad de la relación de la muestra a datar con el contexto arqueológico del que proviene y la actividad que se pretende datar (*e.g.* Mestres Torres 2007). Una vez superado este paso, las cuestiones químicas a tener en cuenta son las características de la propia muestra: el tipo de material, la ecología del organismo (hábitat, dieta, etc.) y el medio ambiente local (terrestre, marino o de agua dulce), de forma que se pueda tener una idea lo más precisa posible de la clase de efecto reservorio local a calibrar, con el objetivo de obtener una datación precisa y fiable.

Por lo tanto, la datación de muestras descontextualizadas o de contextos no inequívocamente antrópicos, así como la datación de materiales desconocidos o mal precisados («material orgánico» adherido a recipiente de cerámica, carbón de madera de especie sin determinar, «polvo de conchas», etc.) debe ser descartada como posibilidad y la utilización de dataciones antiguas sobre tal clase de muestras debe ser considerada con cautela, cuando no descartada si existen alternativas potencialmente contextualizables y calibrables de forma correcta. Los restos de plantas anuales, tipo semillas, frutos o tubérculos, son los más indicados, como ha sido ya remarcado con respecto a las cáscaras de avellana para la datación de contextos mesolíticos (Crombé et al 2013).

Independiente del material que finalmente se elija para ser datado, una vez sopesadas todas las posibilidades, es muy importante su determinación taxonómica (idealmente a nivel de especie) y anatómica por un especialista, no sólo para conocer la fiabilidad de la muestra, sino para poder tener en cuenta todas las variables (hábitat, dieta, etc.) del organismo que influyen en su correcta calibración.

Tan importante es todo este proceso de elección de la muestra como la publicación de los resultados con todos los datos (código de laboratorio, edad BP e intervalo de error, tipo de muestra y especie, método de pretratamiento y comprobación de la calidad de la muestra, curva de calibración empleada y software; Millard³), que permitan su correcta integración en análisis cronohistóricos (Bayliss 2009); utilizar muestras poco fiables, o aparentemente poco fiables a causa de la publicación incompleta, puede llevar a errores de centurias e incluso milenios o

3 MILLARD, Andrew *op. cit.*

a la desestimación de la evidencia proporcionada por contextos que podrían ser muy interesantes de estar bien datados o bien publicadas las dataciones.

Dados los distintos tipos de ventajas e inconvenientes de datar mediante radiocarbono cada uno de los tipos de materiales bioarqueológicos, se pueden establecer diferentes niveles de calidad descendente (Tabla 1).

4. Conclusiones

La datación de restos vegetales como carporrestos (semillas y frutos) y tubérculos, ofrece numerosas ventajas con respecto a cualquier otro tipo de material bioarqueológico datable porque son de vida corta (generalmente anuales) y, salvo en muy contadas excepciones, no sufren efectos reservorios. Los demás restos bioarqueológicos, son vegetales de vida potencialmente larga (carbón de madera), o animales (huesos, conchas, etc.) susceptibles de necesitar calibraciones complejas para compensar los posibles efectos reservorios, además de tener posibles contaminantes diagenéticos. En cualquier caso, la determinación taxonómica y anatómica de la muestra elegida, independientemente de su origen, es fundamental para evaluar el grado de fiabilidad de la muestra. Otras cuestiones que se han tratado aquí superficialmente pero que deben tenerse en cuenta en la elección de la muestra son la calidad de la relación entre la muestra y el evento que se desea datar, el tipo de depósito (*e.g.* contexto cerrado vs. palimpsesto) y su preservación (existencia de factores postdeposicionales, incluidos redeposición antrópica y bioturbación). La correcta elección de una muestra para la datación de un evento histórico y su publicación es esencial para el avance en el proceso de construcción de cronologías. La utilización de dataciones sobre muestras de procedencia y determinación taxonómica dudosa pueden producir errores significativos que invaliden los esfuerzos de interpretación del registro arqueológico.

Agradecimientos

Los tres revisores anónimos y Eduardo Palacio han contribuido a mejorar una versión anterior de esta nota. Este trabajo ha sido realizado en el marco del Programa de Formación Predoctoral de la Universidad de Cantabria y el proyecto COASTTRAN («Coastal transitions: A comparative approach to the processes of neolithization in Atlantic Europe») (HAR2011-29907-C03-00), dirigido por Pablo Arias Cabal y financiado por el VI Plan Nacional de I+D+i (2008-2011) del Ministerio de Economía y Competitividad. 🌱

	Muestras de vida corta: de restos de plantas terrestres (o acuáticas que hagan la fotosíntesis en superficie) anuales, como semillas, frutos y tubérculos.	Muestras de vida relativamente corta: de restos de plantas terrestres, como carbón de madera de ramas de árboles o carbón de madera de arbustos; o de restos de animales terrestres con dietas conocidas.	Muestras de vida larga de carbón de madera de especies de árboles longevas y muestras de origen acuático: de restos de acuáticos con dietas conocidas; o de plantas acuáticas sin fotosíntesis en superficie o en proximidad de volcanes.	Muestras de vida relativamente corta o larga, de origen acuático o susceptibles de tener presencia acuática en la dieta, sin dieta conocida o imposible de conocer con precisión, y material orgánico taxonómicamente indeterminado, ya sea carbón, hueso o concha, o un compuesto residual.	SEGÚN MUESTRA
Muestras directamente asociadas con estructuras arqueológicas, en posición primaria o secundaria.	EXCELENTE (muy alta precisión y fiabilidad)	ALTA (alta precisión y muy alta fiabilidad)	MEDIA (baja precisión y muy alta fiabilidad)	BAJA (precisión desconocida o muy baja y muy alta fiabilidad)	
Muestras directamente asociadas con estructuras arqueológicas, en posición terciaria.	ALTA (muy alta precisión y alta fiabilidad)	ALTA (alta precisión, alta fiabilidad)	MEDIA (baja precisión y alta fiabilidad)	BAJA (precisión muy baja o desconocida y alta fiabilidad)	
Muestras de material disperso en el sedimento o en concentraciones, sin asociación directa con estructuras.	MEDIA (muy alta precisión, baja fiabilidad).	MEDIA (alta precisión, baja fiabilidad).	MEDIA (baja precisión, baja fiabilidad).	BAJA (muy baja precisión o desconocida, baja fiabilidad)	
Muestras de material disperso en largas secuencias estratigráficas de tipo palimpsesto, en los que puede haber fenómenos percolación o bioturbación.	BAJA (muy alta precisión, muy baja fiabilidad)	BAJA (alta precisión, muy baja fiabilidad)	BAJA (baja precisión, muy baja fiabilidad)	PÉSIMA (muy baja precisión o desconocida y muy baja fiabilidad)	
SEGÚN CONTEXTO					

Tabla 1: Clasificación de las dataciones radiocarbónicas en contextos arqueológicos por niveles de calidad, en términos de precisión y fiabilidad. Esta categorización está inspirada en Zilhão 2001; Carvalho 2010 y Fano et al 2013¹; a su vez en Waterbolk 1971.

1 FANO, Miguel Ángel *et al op. cit.*

Bibliografía

- ASCOUGH, Philippa L.; CHURCH, Mike J.; COOK, Gordon T.; DUNBAR, Elaine; GESTSDÓTTIR, Hildur; MCGOVERN, Thomas H.; DUGMORE, Andrew J.; FRIDRIKSSON, Adolf y EDWARDS, Kevin J. (2012). «Radiocarbon reservoir effects in human bone collagen from northern Iceland». *Journal of Archaeological Science*, 39(7): 2261-2271.
- BAYLISS, Alex (2009). «Rolling Out Revolution: Using Radiocarbon Dating In Archaeology». *Radiocarbon*, 51(1): 123-147.
- BRIANT, Becky y LAWSON, Ian (2008). *Protocol for AMS radiocarbon dating of plant macrofossil material*. Disponible en: <http://www.qpg.geog.cam.ac.uk/resources/14cprotocol> [Consultado: 4.12.2013]
- BRONK RAMSEY, Christopher; SCOTT, Marian y VAN DER PLICHT, Hans (2013). «Calibration for Archaeological and Environmental Terrestrial Samples in the Time Range 26–50 ka cal BP». *Radiocarbon*, 55(4): 2021-2027.
- CARVALHO, Antonio Faustino (2010). «Chronology and geography of the Mesolithic-Neolithic transition in Portugal». En: ARMBRUESTER, T. y HEGEWISCH, M. (eds.), *On Pre- and Earlier History of Iberia and Central Europe: Studies in honour of Philine Kalb*. Bonn, Habelt: 45-61.
- CHERKINSKY, Alexander (2009). «Can we get a good radiocarbon age from «bad bone»? Determining the reliability of radiocarbon age from bioapatite». *Radiocarbon*, 51(2): 647-655.
- CROMBÉ, Philippe; ROBINSON, Erick; VAN STRYDONCK, Mark y BOUDIN, Mathieu (2013). «Radiocarbon Dating Of Mesolithic Open-air Sites In The Coversand Area Of The North-west European Plain: Problems And Prospects». *Archaeometry*, 55(3): 545-562.
- EVERSHED, Richard P. (2007). «Exploiting molecular and isotopic signals at the Mesolithic-Neolithic transition». En: WHITTLE, Alasdair y CUMMINGS, Vicki (eds.), *Going Over: The Mesolithic-Neolithic Transition in North-West Europe*. Proceedings of The British Academy, 144. Oxford, Oxford University Press: 141-164.
- FISCHER, Anders y HEINEMEIER, Jan (2003). «Freshwater reservoir effect in ¹⁴C dates of food residue on pottery». *Radiocarbon*, 45(3): 449-466.
- HART, John; LOVIS, William; URQUHART, Gerald y REBER, Eleanora (2013). «Modeling Freshwater Reservoir Offsets on Radiocarbon-Dated Charred Cooking Residues». *American Antiquity*, 78(3): 536-552.
- HONCH, Noah V.; MCCULLAGH, James S.; HEDGES, Robert E. (2012). «Variation of bone collagen amino acid $\delta^{13}\text{C}$ values in archaeological humans and fauna with different dietary regimes: Developing frameworks of dietary discrimination». *American Journal of Physical Anthropology*, 148(4): 495-511.
- HÜLS, C. Matthias; ERLLENKEUSER, Helmut; NADEAU, Marie-Josée; GROOTES, Pieter M. y ANDERSEN, Nils (2010). «Experimental Study on the Origin of Cremated Bone Apatite Carbon». *Radiocarbon*, 52(2): 587-599.
- KEAVENEY, Evelyn M. y REIMER, Paula J. (2012). «Understanding the variability in freshwater radiocarbon reservoir offsets: a cautionary tale». *Journal of Archaeological Science*, 39(5): 1306-1316.
- LIBBY, Willard F.; ANDERSON Ernest C. y ARNOLD James R. (1949). «Age determination by radiocarbon content: world wide assay of natural radiocarbon». *Science*, 109(2827): 227-228.
- MARTÍN SEIJO, María; RICO REY, Aldara; TEIRA BRIÓN, Andrés; PICÓN PLATAS,

- Israel; GARCÍA GONZÁLEZ, Ignacio y ABAD VIDAL, Emilio (2011). *Guía de arqueobotánica*. A Coruña, Xunta de Galicia.
- MASON, Sarah y HATHER, John G. (2002). «Introduction: some issues in the archaeobotany of hunter-gatherers». En: MASON, Sarah y HATHER, John G. (eds.), *Hunter-gatherer archaeobotany: perspectives from the northern temperate zone*. London, Institute of Archaeology, University College London: 1-14.
- MESTRES I TORRES, Joan S. (2003). «La química i la cronologia: la datació per radiocarboni». *Revista de Societat Catalana de Química*, 4: 10-25.
- MESTRES TORRES, Joan S. (2007). «El temps a la prehistòria i el seu establiment a través de la datació per radiocarboni». *Cypsela*, 17: 11-21.
- O'LEARY, Marion H. (1988). «Carbon isotopes in photosynthesis – Fractionation techniques mar reveal new aspects of carbon dynamics in plants». *Bioscience*, 38(5): 328-336.
- OLSEN, Jesper; HEINEMEIER, Jan; BENNIKE, Pia; KRAUSE, Cille; HORNSTRUP, Karen M. y THRANE, Henrik (2008). «Characterisation and blind testing of radiocarbon dating of cremated bone». *Journal of Archaeological Science*, 35(1): 791-800.
- OLSEN, Jesper; HEINEMEIER, Jan; HORNSTRUP, Karen M.; BENNIKE, Pia y THRANE, Henrik (2013). «'Old wood' effect in radiocarbon dating of prehistoric cremated bones?». *Journal of Archaeological Science*, 40(3): 30-34.
- OLSSON, Ingrid U. (2009). «Radiocarbon Dating History: Early Days, Questions, and Problems Met». *Radiocarbon*, 51(1): 1-43.
- PETCHEY, Fiona; ULM, Sean; DAVID, Bruno; MCNIVEN, Ian J.; ASMUSSEN, Brit; TOMKINS, Helene; DOLBY, Nic; APLIN, Ken; RICHARDS, Thomas; ROWE, Cassandra; LEAVESLEY, Matthew y MANDUI, Herman (2013). «High-resolution radiocarbon dating of marine materials in archaeological contexts: radiocarbon marine reservoir variability between *Anadara*, *Gafrarium*, *Batissa*, *Polymesoda* spp. and Echinoidea at Caution Bay, Southern Coastal Papua New Guinea». *Archaeological and Anthropological Sciences*, 5(1): 69-80.
- POLLARD, A. Mark; DITCHFIELD, Peter; MCCULLAGH, James S.O.; ALLEN, Tim G.; GIBSON, Mark; BOSTON, Ceridwen; CLOUGH, Sharon; MARQUEZ-GRANT, Nicholas y NICHOLSON, Rebecca A. (2011). ««These boots were made for walking»: The isotopic analysis of a C4 Roman inhumation from Gravesend, Kent, UK». *American Journal of Physical Anthropology*, 146(3): 446-456.
- POST, David M. (2002). «Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions». *Ecology*, 83: 703-718.
- PRIVAT, Karen L.; O'CONNELL, Tamsin C. y HEDGES, Robert E. (2007). «The distinction between freshwater- and terrestrial-based diets: methodological concerns and archaeological applications of sulphur stable isotope analysis». *Journal of Archaeological Science*, 34(8): 1197-1204.
- ROJO-GUERRA, Manuel A.; KUNST, Michael; GARRIDO-PENA, Rafael y GARCÍA-MARTÍNEZ-DE-LAGRÁN, Íñigo (2006). «La Neolitización de la Meseta Norte a la luz del C-14: Análisis de 47 dataciones absolutas inéditas de dos yacimientos domésticos del Valle de Ambrona, Soria, España». *Archivo de Prehistoria Levantina*, 26: 39-100.
- RUSSELL, Nicola; COOK, Gordon T.; ASCOUGH, Philippa L.; BARRETT, James H. y DUGMORE, Andrew (2011a). «Species specific marine radiocarbon reservoir effect: a comparison of ΔR values between *Patella vulgata* (limpet) shell carbonate and *Gadus morhua*



- (Atlantic cod) bone collagen». *Journal of Archaeological Science*, 38(5): 1008-1015.
- RUSSELL, Nicola; COOK, Gordon T.; ASCOUGH, Philippa L.; SCOTT, E. Marian y DUGMORE, Andrew J. (2011b). «Examining the Inherent Variability in ΔR : New Methods of Presenting ΔR Values and Implications for MRE Studies». *Radiocarbon*, 53(2): 277-288.
- WATERBOLK, Harm Tjalling (1971). «Working with radiocarbon dates». *Proceedings of the Prehistoric Society*, 37: 15-33.
- ZAZZO, Antoine; MUÑOZ, Olivia; SALIÈGE, Jean-François y MOREAU, Christophe (2012). «Variability in the marine radiocarbon reservoir effect in Muscat (Sultanate of Oman) during the 4th millennium BC: reflection of taphonomy or environment?». *Journal of Archaeological Science*, 39(7): 2559-2567.
- ZILHÃO, João (2001). «Radiocarbon evidence for maritime pioneer colonization at the origins of farming in West Mediterranean Europe». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(24): 14180-14185.