

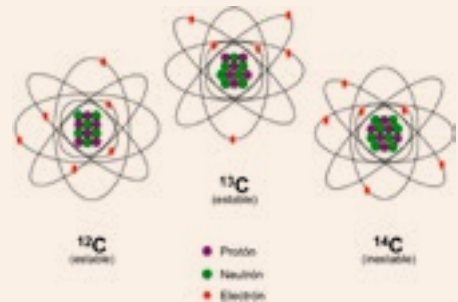
# Isótopos estables del carbono y nitrógeno en Cabezo Redondo

Domingo C. Salazar-García

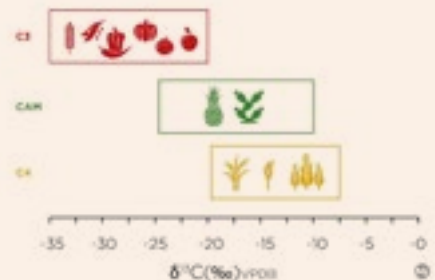
Desde su primera aplicación en arqueología en la década de 1970, los análisis de isótopos estables se han vuelto una herramienta crucial en la investigación arqueológica, siendo uno de los métodos de más rápido desarrollo en los últimos 30 años. Esto ha sido gracias a su gran versatilidad, los avances y refinamientos en la metodología y, en especial, por la reducción significativa de los costos de análisis, de la cantidad de material requerido, del grado de destrucción en el muestreo del material y de los tiempos de retorno de resultados. Sin duda todos estos factores han contribuido a que actualmente las caracterizaciones isotópicas de los registros arqueológicos sean una aproximación rutinaria para abordar diferentes aspectos sobre modos de vida, estrategias de subsistencia y prácticas culturales de las sociedades pasadas. Los análisis comúnmente utilizados en arqueología para la reconstrucción alimentaria son los del carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) y del nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N}$ ). Su aplicación se basa en el principio de que la composición isotópica de los alimentos consumidos por animales y seres humanos está registrada en sus tejidos corporales con un fraccionamiento isotópico predecible.

Los isótopos corresponden a átomos de un mismo elemento químico que tienen igual número de protones (número atómico, Z) pero que difieren en la cantidad de neutrones (N) en su núcleo. Dado que el ordenamiento en la tabla periódica se basa en el número atómico, entonces todas las variantes de un determinado elemento ocupan una misma ubicación en esta tabla. En nomenclatura química, estas variantes se distinguen entre sí por su número de masa ( $A = \text{número protones} + \text{número neutrones}$ ), el cual se indica como un superíndice en la izquierda superior del símbolo correspondiente al elemento. Por ejemplo, los isótopos naturales de Carbono ( $Z=6$ ) se designan como  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$  y  $^{14}\text{C}$ .

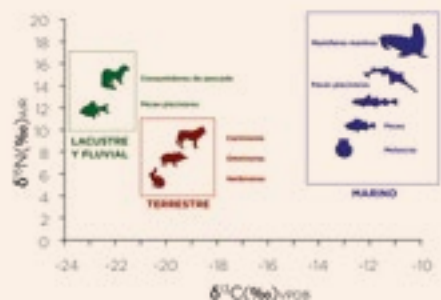
Tradicionalmente, al no disponer de posibilidades analíticas directas, la investigación arqueológica ha utilizado métodos de análisis indirectos en el registro arqueológico para la reconstrucción de la subsistencia. Los análisis de isótopos estables abren una posibilidad única



Isótopos del carbono:  
 $^{12}\text{C}$  (6 protones y 6 neutrones),  $^{13}\text{C}$  (6 protones y 7 neutrones) y  $^{14}\text{C}$  (6 protones y 8 neutrones)



Rangos  $\delta^{13}\text{C}$  de plantas con distintas rutas fotosintéticas ( $\text{C}_3$ , CAM,  $\text{C}_4$ )



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

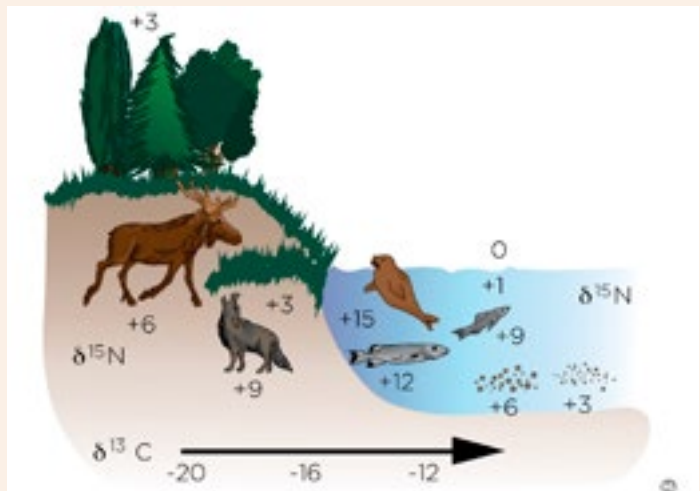


Diferentes fases del procesamiento de muestras óseas para análisis isotópicos

para estudiar de forma directa cada uno de los recursos utilizados en el pasado, además de poder caracterizar las sociedades tanto desde escalas individuales como poblacionales. Los análisis de isótopos estables pueden ser realizados en una gran variedad de materiales como plantas, tejidos humanos y de fauna. En arqueología se realizan principalmente sobre restos esqueléticos debido a la mayor preservación de estos materiales y a que se conoce bien la procedencia de sus átomos. Los valores de isótopos estables en el colágeno (fracción orgánica del hueso) reflejan una dieta promedio entre 5 a 20 años de vida de un individuo antes de su muerte, dependiendo del tipo de hueso analizado. Además, las proporciones de isótopos estables del colágeno reflejan las señales isotópicas de las principales fuentes de proteínas consumidas en lugar de la de dieta en su conjunto, en especial para el nitrógeno. En alguna ocasión, cuando la conservación del material lo permite, los análisis de isótopos estables pueden ser realizados también en muestras de otros tejidos humanos, como por ejemplo el pelo. En el cabello humano, cada centímetro desde la raíz corresponde aproximadamente a un mes antes de la muerte. Esta resolución permite estudiar cambios estacionales en la dieta.

El carbono en forma de  $\text{CO}_2$  atmosférico entra en la biosfera para posteriormente ser fijado mediante fotosíntesis por las plantas. Existen tres vías fotosintéticas: el ciclo de Calvin ( $\text{C}_3$ ), la vía de Hatch-Slack ( $\text{C}_4$ ), y el metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM). Cada una de estas vías metaboliza el  $\text{CO}_2$  atmosférico de formas diferente, produciendo por tanto diferentes fraccionamientos en los isótopos de carbono. Por tan-

Cambio en los valores  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) entre ecosistemas terrestres y marinos, y de valores



to los ratios de isótopos estables del carbono también permiten diferenciar entre una dieta basada en plantas  $C_3$  o animales que las consuman (más empobrecidos en  $^{13}C$ ) y otra basada en plantas  $C_4$  o animales que las consuman (más enriquecidos en  $^{13}C$ ). Los isótopos de carbono permiten también discriminar entre dietas marinas y terrestres. En los organismos marinos la principal fuente de carbono es el  $CO_2$  disuelto ( $\delta^{13}C$  superior al  $\delta^{13}C$  atmosférico), por lo que los vertebrados marinos poseen valores de  $\delta^{13}C$  más enriquecidos que aquellos que presentan una dieta típicamente terrestre. No obstante, hay que tener presente que los recursos de entornos marinos atípicos como los estuarinos, pueden presentar valores menores de  $\delta^{13}C$  que los esperados.

Por otra parte, la proporción isotópica de nitrógeno ( $\delta^{15}N$ ) en los tejidos de plantas y animales permite evaluar el nivel trófico en la cadena alimentaria en el que los individuos analizados se encuentran. Tradicionalmente se ha considerado que el valor  $\delta^{15}N$  aumenta con cada nivel trófico en torno a un 3-5 ‰ debido al fraccionamiento isotópico durante el metabolismo y la síntesis de tejidos, es decir, el consumidor tiene valores más altos que la proteína consumida. Teóricamente, las plantas tendrían los valores de  $\delta^{15}N$  más bajos, seguidas de los herbívoros y omnívoros hasta llegar a los carnívoros, que tienen los valores más altos. Teniendo esto en cuenta, es relevante destacar que los organismos de ecosistemas marinos y lacustres son los que generalmente presentan mayores valores de  $\delta^{15}N$  en comparación con los organismos de ecosistemas terrestres, en parte porque las cadenas alimentarias tienen más peldaños y, en consecuencia, se produce un mayor número de incrementos de  $\delta^{15}N$  en el ecosistema. Esto permite que los isótopos estables de nitrógeno sean útiles también para detectar la presencia de dietas con un alto nivel trófico como la marina y el consumo de pescados de agua dulce.

En Cabezo Redondo, por ejemplo, este tipo de análisis sobre restos humanos está permitiendo averiguar que la dieta de su población no era homogénea, ya que algunos individuos consumían de forma regular recursos acuáticos, mientras otros consumían casi exclusivamente productos terrestres. Esto, en complementariedad con análisis de otros isótopos destinados a obtener información sobre la procedencia territorial de los individuos, permitirá a su vez evaluar la presencia de contactos entre distintos grupos y poblaciones en la zona.



*Selección de muestra ósea para extracción de colágeno*



*Colágeno tras el procesamiento de la muestra*



*Selección de muestra dentaria*



*Procesamiento de muestra dentaria*

# CR

## **CABEZO REDONDO** (VILLENA, ALICANTE)



Mauro S. Hernández Pérez · Gabriel García Atiénzar · Virginia Barciela González

**Cabezo Redondo (Villena, Alicante)**

Primera edición: 2016

Edita: Universidad de Alicante

Diseño: Bernabé Gómez Moreno

ISBN: 978-84-16724-24-6

Depósito legal: A 600-2016

Imprime: Quinta Impresión, S.L.

© de la edición: los autores y la Universidad de Alicante

© de los textos: los autores

© de las imágenes: los autores, Fundación MARQ, Fundación José María Soler, Museo Arqueológico Municipal de Villena, E. Badal, P. Giménez, F. J. Jover, J. C. Márquez, V. Martínez, J. A. López Padilla, Departament de Turisme de Xàbia, Alebus Patrimonio Histórico S.L.

Esta monografía se ha realizado en el marco del proyecto de investigación HAR 2012-37710 "III y II milenios cal. BC: poblamiento, ritualidad y cambio social entre las cuencas de los ríos Júcar y Segura", financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

Mauro S. Hernández Pérez  
Gabriel García Atiénzar  
Virginia Barciela González

# CABEZO REDONDO

(VILLENA, ALICANTE)

con la colaboración de:

M<sup>a</sup>. Paz de Miguel Ibáñez, Pablo Giménez Font,  
Laura Hernández Alcaraz, Pilar Iborra Eres,  
José Antonio López Mira, Juan Antonio Marco Molina,  
Rafael Martínez Valle, Juan José Mataix Albiñana,  
Ascensión Padilla Blanco, Guillem Pérez Jordà,  
Alejandro Romero Rameta, Domingo C. Salazar García,  
Ángel Sánchez Pardo



# ÍNDICE

Presentaciones institucionales .....	7
Cabezo Redondo: 75 años de excavaciones y estudios .....	12
José María Soler García .....	14
La Edad del Bronce en Villena .....	16
Situación .....	18
La vegetación actual en el Cabezo Redondo .....	20
La explotación del yeso .....	24
El descubrimiento .....	26
Las excavaciones de Soler .....	28
Urbanismo y arquitectura .....	32
Los materiales constructivos: piedra, barro, yeso y maderas .....	38
Los nuevos departamentos .....	40
El mundo funerario .....	78
Vida y muerte en el Cabezo Redondo. Una lectura desde la osteoarqueología ....	82
Antropología dental de los individuos de Cabezo Redondo .....	85
Isótopos estables del Carbono y Nitrógeno en Cabezo Redondo .....	87
Los materiales .....	90
La alimentación .....	102
Cabezo Redondo: un conjunto faunístico excepcional .....	103
El registro carpológico en Cabezo Redondo: agricultura y recolección .....	106
El Tesorillo .....	108
El Tesoro de Villena .....	110
La cronología .....	114
El Bronce Tardío .....	118
La difusión .....	124
Cabezo Redondo. Conservación, restauración y musealización .....	126
Bibliografía .....	128
Lista de autores .....	133