



Nota científica

Aplicaciones de los marcadores biogeoquímicos $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ en *Mazama temama*

Applications of biogeochemical markers $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ in *Mazama temama*

Víctor Adrián Pérez-Crespo^{1✉}, Ximena Ulloa-Montemayor², Guillermo Acosta-Ochoa², Joaquín Arroyo-Cabrales³, Luis M. Alva-Valdivia⁴, Pedro Morales-Puente⁵ y Edith Cienfuegos-Alvarado⁵

¹Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, 1-499, 04510, México, D. F. México.

²Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, 04510, México, D. F. México.

³Laboratorio de Arqueozoología "M. en C. Ticul Álvarez Solórzano", Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, INAH. Moneda 16, Col. Centro, 06060 México, D. F. México.

⁴Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México. 21-499, 04510, 04150 Ciudad Universitaria, Ciudad Universitaria, 04150, México, D. F. México.

⁵Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, 70-2906, 04510 México, D. F. México.

✉ vapc79@gmail.com

Resumen. Se presentan los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ obtenidos del esmalte dental de un temazate procedente de un sitio arqueológico. Dichos valores indican que este cérvido tenía una dieta ramoneadora y habitaba en una zona de vegetación cerrada.

Palabras clave: temazate, dieta, hábitat, isótopos estables, México.

Abstract. We present isotopic values of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ obtained from dental enamel in a brocket deer individual found in an archeological site. Those values show that the individual had a browser in an area of closed vegetation.

Key words: brocket deer, diet, habitat, stable isotopes, Mexico.

Actualmente existen en México 4 especies de cérvidos: el venado bura (*Odocoileus hemonius*), el venado cola blanca (*O. virginianus*), el temazate (*Mazama temama*) y el temazate café (*M. pandora*) (Gallina y Mandujano, 2009). La dieta y el hábitat de estas especies se ha inferido con base en las observaciones directas y la recolección y el análisis de sus heces; así, en el caso del temazate se conoce que esta especie se alimenta de frutos, semillas, hongos, brotes y hojas tiernas, y habita en selvas (Juliá y Richard, 2001; Ceballos y Oliva, 2005). Sin embargo, existe otra técnica que permite también inferir el tipo de dieta y de hábitat, sin tener que observar *in situ* a los ejemplares o tener que recolectar heces en campo. Consiste en el uso de los marcadores biogeoquímicos $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ (Rubestien y Hobson, 2004), que puede aplicarse en ejemplares que se encuentren en resguardo en una colección, o empleando cualquier elemento óseo o molar de que se disponga. Esta técnica es ampliamente

usada tanto en paleontología como en arqueozoología (Koch et al., 1994; Koch, 2007).

En las excavaciones arqueológicas realizadas en Santa Marta, Chiapas, se han encontrado diversos restos de caracoles, reptiles y mamíferos, con una edad estimada en 10 460-10 050 años de radiocarbono sin calibrar (Acosta, 2010). Asociado a esta actividad, se dio el hallazgo de un molar de temazate (*M. temama*), al que se le hizo un análisis de composición isotópica de C ($\delta^{13}\text{C}$) y O ($\delta^{18}\text{O}$) en el esmalte, para determinar el tipo de dieta y uso de hábitat de forrajeo de este individuo. Para tal fin se extrajeron 20 mg de esmalte dental. Esta muestra se preparó según la técnica propuesta por Koch et al. (1997) y se envió a un espectrómetro de masas Finnigan MAT 253. Los cálculos de la $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ y la $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ se obtuvieron de acuerdo con las siguientes expresiones: $\delta^{13}\text{C} = \left(\frac{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}_{\text{muestra}}}{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}_{\text{vpdb}}} - 1 \right) \times 1000$ y $\delta^{18}\text{O} = \left(\frac{^{18}\text{O}/^{16}\text{O}_{\text{muestra}}}{^{18}\text{O}/^{16}\text{O}_{\text{vpdb}}} - 1 \right) \times 1000$ y los resultados de $\delta^{13}\text{C}$ y de $\delta^{18}\text{O}$ se normalizaron utilizando NBS-19, NBS-18 y LSVEC, a la escala VPDB, con lo que se tiene una desviación estándar de 0.2 ‰ para ambos valores

isotópicos (Révész y Landwehr, 2002). Para determinar el tipo de dieta, los valores de carbono fueron comparados con los valores propuestos por Hoffman y Stewart (1972) y MacFadden y Cerling (1996): valores de -19‰ a -9‰ son típicos de especies que se alimentan de frutos, hojas de árboles y arbustos (ramoneadores); de -2‰ a 2‰ son propios de animales que consumen pastos (pecedores); mientras que aquellas especies que se pueden alimentar de frutos, hojas de árboles y arbustos así como de pastos exhiben valores que van de -9‰ a -2‰ (dieta mixta C_3/C_4). Para inferir el tipo de hábitat de forrajeo, se compararon los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$, siguiendo el modelo propuesto por Fenarec y MacFadden (2006), con los mostrados en el esmalte dental de una población de caballos pleistocénicos provenientes del El Cedral, San Luis Potosí, de los cuales se sabe que eran individuos que habitaban en un pastizal, por los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ que presentaron, y por la evidencia palinológica del sitio (Pérez-Crespo et al., 2009). El modelo de Fenarec y MacFadden (2006) se basa en las diferencias entre los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de los animales que habitan en zonas abiertas (>-8‰) con respecto de aquellos viven en zonas cerradas (<-8‰ a -13‰) y en el dosel (-13‰ a -21‰) e indica que los valores isotópicos de oxígeno en animales que viven en bosques son más negativos en comparación con los exhibidos en animales que habitan en pastizales o sabanas. Sin embargo, la composición isotópica del oxígeno se afecta principalmente por el clima, por lo que esta relación no se cumple en ocasiones cuando se comparan las relaciones de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de animales que habitan en zonas geográficas distintas y, por lo tanto, las diferencias entre un hábitat y otro están dadas más por los valores de $\delta^{13}\text{C}$ que por los de $\delta^{18}\text{O}$ (Domingo et al., 2009)

El valor obtenido para el $\delta^{18}\text{O}$ fue de -1.65‰ y el de $\delta^{13}\text{C}$ de -9.49‰; este último corresponde a un individuo cuya dieta fue del tipo ramoneador, mientras que la comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ con los caballos señala que el temazate habitó en una zona cerrada, como un bosque o una selva (Fig. 1), lo que concuerda con los resultados de los análisis de heces y las observaciones directas que señalan un animal que consume los frutos y hojas de árboles y arbustos (Juliá y Richard, 2001; Espino et al., 2008) y prefiere las zonas boscosas para vivir (Rivero et al., 2005). Estos datos también coinciden con los paleoetnobotánicos de Santa Marta, que indican que los bosques de tipo mesófilo y selva alta perennifolia fueron aprovechados por los pobladores de Santa Marta a fines del Pleistoceno (Acosta, 2010), ambientes que podían corresponder a las áreas de forrajeo del temazate.

Agradecemos al CONACYT, por la beca de estudio de posgrado Núm 200441 para el primer autor, al Labo-

ratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS) del Instituto de Geología de la UNAM, así como a F. J. Otero y R. Puente M., por analizar las muestras.

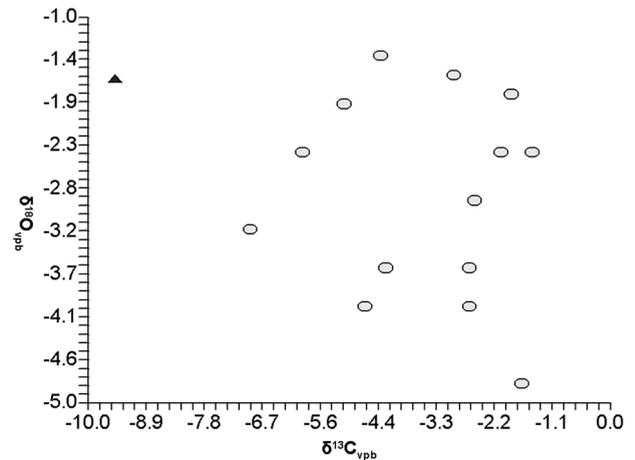


Figura 1. Resultados de la comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ entre los caballos de El Cedral y el temazate de Santa Martha. El triángulo representa la muestra del temazate y los círculos las muestras de los caballos. Los valores están expresados en partes por mil (‰).

Literatura citada

- Acosta O. G. 2010. Late-Pleistocene/Early-Holocene tropical foragers of Chiapas, Mexico: recent studies. *Current Research in the Pleistocene* 27:1-4.
- Ceballos, G y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO/ Fondo de la Cultura Económica, México, D. F. 986 p.
- Domingo, L., S. T. Grimes, M. S. Domingo y M. T. Alberdi. 2009. Paleoenvironmental conditions in the Spanish Miocene-Pliocene boundary: isotopic analyses of *Hipparion* dental enamel. *Naturwissenschaften* 96:503-511.
- Espino, B. V. O. A., A. L. E. Campos, M. T. A. Castillo, M. I. Cortes, P. F. X. Plata y M. G. D. Mendoza. 2008. Composición botánica de la dieta del temazate rojo (*Mazama temama*), en la sierra Oriental del estado de Puebla. *Universidad y Ciencia* 24:183-188.
- Fenarec, R. S. y B. J. MacFadden. 2006. Isotopic discrimination of resource partitioning among ungulates in C_3 -dominated communities from Miocene of Florida and California. *Paleobiology* 32:191-205.
- Gallina, S. y S. Mandujano. 2009. Investigaciones sobre ecología, conservación y manejo de ungulados silvestres en México. *Tropical Conservation Science* 2:128-139.
- Hofmann, R. R. y D. R. M. Stewart. 1972. Grazer or browser: a classification based on stomach structure and feeding habits of East Africa ruminants. *Mammalia* 36:226-240.
- Juliá, J. P. y E. Richard. 2001. La corzuela colorada. *In* Los ciervos

- autóctonos de la Argentina y la acción del hombre, C. Dellafiori y N. Maciera (eds.). Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente, Buenos Aires. p. 2-15.
- Koch, P. L. 2007. Isotopic study of the biology of modern and fossil vertebrates. *In* Stable isotopes in ecology and environmental science, R. Michener y K. Lajtha (eds.). Blackwell, Boston, Massachusetts. p. 99-154
- Koch, P. L., M. L. Fogel y N. Tuross. 1994. Tracing the diets of fossil animals using stable isotopes. *In* Stable isotopes in ecology and environmental science, K. Lajtha y R. H. Michener (eds.). Blackwell Scientific, Malden, Massachusetts. p. 63-92.
- Koch, P. L., N. Tuross y M. L. Fogel. 1997. The effects of simple treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbonate in biogenic hydroxylapatite. *Journal Archaeological Science* 24:417-429.
- MacFadden, B. J. y T. E. Cerling. 1996. Mammalian herbivore communities, ancient feeding ecology, and carbon isotopes: a 10 million-year sequence from the neogene of Florida. *Journal of Vertebrate Palaeontology* 16:103-115.
- Pérez-Crespo, V. A., B. Sánchez-Chillón, J. Arroyo-Cabrales, M. T. Alberdi, O. J. Polaco, A. Santos-Moreno, M. Benammi, P. Morales-Fuentes y E. Cienfuegos-Alvarado. 2009. La dieta y el hábitat del mamut y los caballos del Pleistoceno tardío de El Cedral con base en isótopos estables ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 26:347-355.
- Révész, K. M. y J. M. Landwehr. 2002. $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ isotopic composition of CaCO_3 measured by continuous flow isotope ratio mass spectrometry: statistical evaluation and verification by application to Devils Hole core DH-11 calcite. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 16: 16:1012-2114.
- Rivero, K., D. I. Rumiz y A. B. Taber. 2005. Differential habitat use by two sympatric brocket deer species (*Mazama americana* and *M. gouazoubira*) in seasonal Chiquitano forest of Bolivia. *Mammalia* 69:169-183.
- Rubestien, D. R. y K. A. Hobson. 2004. From birds to butterflies: animal movement patterns and stable isotopes. *Trends in Ecology and Evolution* 19:256-263.