

Notas**PRIMER FECHADO RADIOCARBÓNICO  
PARA LAS ESTRUCTURAS LÍTICAS DE TANDILIA**

ROBERTO CORDERO\*  
MARIANO RAMOS\*\*

La investigación sobre la presencia de 26 construcciones líticas de grandes dimensiones en sectores de Tandilia no contaba hasta el inicio de los estudios arqueológicos, con un registro que brindara información precisa sobre constructores, época de uso y función. La exigua documentación escrita, que directa o indirectamente las citaban, no permitía conocer esos aspectos y las interpretaciones sobre la información histórica general resultaban extremadamente especulativas.

Del conjunto de estructuras, heterogéneo en arquitectura, superficies, situaciones y plantas, se tomó una muestra representativa sobre la que fuera posible efectuar excavaciones. Dada la compleja situación general planteada, se analizó cada registro arqueológico, sin proyectar la información hacia el resto, considerando por ahora que cada estructura podía llegar a tener una historia particular. Durante varios años la investigación no contó con otros elementos cronológicos más que las referencias aportadas por algunos objetos de fabricación europeo-criolla descubiertos en superficie. Los registros arqueológicos, obtenidos a través de las excavaciones realizadas durante los últimos años, brindaron valiosa información (Ramos 1992; Ramos 1996; Ramos *et al* 1996) pero la cronología permanecía todavía imprecisa. Nuevos hallazgos en capa y

---

\* Químico. Instituto de Geología y Geocronología Isotópica-CONICET. Pabellón INGEIS. Ciudad Universitaria. Docente de Universidad Nacional de Luján.

\*\* Antropólogo especializado en Arqueología. Profesional de CONICET. Docente-Investigador de Universidad Nacional de Luján.

paredes corresponden a fragmentos de recipientes vitreos de vino y ginebra de mediados del siglo XIX -predominando los de la marca Hoytema & Co-; artefactos de hierro de sistemas de alambrado antiguo; un revólver Lafoucheux francés correspondiente a mediados del siglo XIX y modos constructivos de indiscutible atribución europeo-criolla presentes en dos estructuras (Ramos 1997; Ramos y Néspolo 1997).

Las excavaciones desarrolladas en dos estructuras durante 1997 brindaron para una de ellas -La Siempre Verde, Juárez- elementos pasibles de ser fechados por el método de carbono 14. En un sector se descubrió en capa, a 28 cm de profundidad, un pico de botella de ginebra, cuya confección se inicia durante el año 1842 (Ramos 1997). Este tipo de recipiente se habría fabricado hasta una fecha cercana a 1865. Subyacente a este hallazgo se descubrieron a entre 35 y 40 cm de profundidad, asociados, partículas de carbón, numerosos restos faunísticos de varias especies e individuos (Lezcano y Fernández 1997) concentrados en torno a una disposición anular de clastos que conformaría junto a otros vestigios, una estructura de combustión. Como circunstancias de tiempo hicieron postergar la excavación de ese contexto, preservado in situ para la próxima campaña, procedimos a levantar los objetos descubiertos por medio de una primera extracción. En el laboratorio, la muestra de carbón para fechar fué sometida a proceso de purificación. Al resultar insuficiente la cantidad disponible, recurrimos entonces a piezas esqueléticas de oveja para establecer la primera datación sobre colágeno. El valor obtenido sobre colágeno de tres vértebras de un mismo individuo de *Ovis aries* brindó la cifra de 175 años  $\pm 65$  AP.<sup>1</sup>

Creemos que en estudios arqueológicos sobre sitios históricos -orientación conocida como "Arqueología Histórica"- no deben ser tomados en forma exclusiva objetos como muestra única sobre la que es posible establecer cronología. A pesar de que nos encontremos en el límite de la confiabilidad del método aplicado -carbono 14- y aunque se trate de muestras óseas, es importante efectuar intentos de fechado. Este planteo abre la posibilidad de controlar los resultados logrados a través de diferentes vías en relación con la obtención de información cronológica.

## EL PROCEDIMIENTO. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA APLICACIÓN DEL MÉTODO

La muestra de tres vértebras de *Ovis aries* se sometió al trabajo de laboratorio que tuvo en cuenta inspección óptica, retirando y registrando todo elemento que se considerara ajeno a ella. Luego de separar los elementos intrusivos se procedió a su molienda (Hassan 1977). En más de una oportunidad aquella separación permite explicar

algún resultado que a priori podría resultar discordante. Este tipo de muestra ósea, generalmente conflictiva (Tamers y Pearson 1965; Gillespie 1989), se procesó según el ya tradicional esquema propuesto por Taylor (Taylor 1987b) habiendo separado la fracción soluble en ácido, comúnmente llamada colágeno.

En nuestro caso todo el carbono presente en esta fracción ya considerada libre de contaminantes fue oxidado a dióxido de carbono-CO<sub>2</sub>- y luego convertido en benceno-C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>- (Tamers 1975; Polach *et al* 1973), procediéndose a determinar el fraccionamiento isotópico (Graig 1957; Pannarello *et al* 1983). Una vez que el carbono es oxidado se hace químicamente indistinguible en función de su origen, quedando sólo algunas determinaciones posteriores (relación <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C), que podrían eventualmente hacer sospechar contaminación, alterando la relación <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C en la muestra.

La contaminación puede ser de origen natural o artificial, esta última originada por una mala rutina de campo, generalmente incorporada a la muestra durante la recolección. Podrá estar compuesta por cenizas de tabaco, pelo, fibras de papel del envoltorio de la muestra, petróleo, grasa, etc. La contaminación natural ocurre en el contexto post-depositacional; las fuentes de contaminación más comunes están producidas por raíces, degradación microbiana, y todos aquellos compuestos que poseen carbono y son susceptibles de ser transportados por el agua. Entre estas sustancias encontramos ácidos húmicos y remanentes de plantas muertas, los que pueden intercambiar carbono o adherirse a las muestras. El material óseo es muy sensible a este tipo de contaminación por la gran superficie que presenta (85-150 m/g) (Lowenstam y Weiner 1989). Esa situación puede producir, en general, rejuvenecimiento de la edad radiocarbónica (ER). Las características físico-químicas del hueso hacen que este sea un elemento muy propenso a sufrir alteraciones durante los procesos postdepositacionales, alteraciones muy difíciles de cuantificar. No es recomendable el "divorciarse" de otras vías que también poseen capacidad de "leer" los procesos ocurridos en un sitio. En el caso de una investigación arqueológica en sitios históricos, la información que revelan los objetos industriales brindan una excelente aproximación temporal, aunque no excluyente de otras.

## **BREVE REFLEXIÓN SOBRE EL USO DE MATERIAL ÓSEO COMO INDICADOR TEMPORAL POR EL MÉTODO DE C-14**

Queremos destacar el hecho de que para poner como eje de un trabajo un fechado realizado sobre hueso -indicador temporal: IT- es conveniente que esté validado por otras evidencias. Es importante enfatizar que un resultado cronológico proveniente de las

denominadas "ciencias duras" *no le confiere atributos de certeza*. En trabajos relacionados con Arqueología, y cuando otros elementos resultan insuficientes, muchas veces no queda otro camino que "leer" en los huesos a través del método de C-14. Pero los huesos son materiales de muy difícil lectura, pues si bien es cierto que resulta relativamente rápido y fácil determinar el origen del material que formó el hueso -alimentos- no es nada sencillo explicar las alteraciones y menos aún cuantificar las variaciones postdepositacionales en carbono 14 que se producen sobre él.

El camino que recorre el hueso desde su hallazgo hasta la "respuesta del cuándo", es muy largo, sinuoso y sin garantías de arribo seguro. Los primeros tramos están referidos a la forma y método de la realización del trabajo de campo, trabajo de laboratorio, ya esbozado anteriormente, y el procesamiento de los resultados, los que pueden informarse como ER, que no es otra cosa que una expresión directa de la actividad en C-14, según normas internacionales preestablecidas. Cuando las circunstancias lo permiten, se podrán aplicar determinadas transformaciones a la ER y expresarla como edad absoluta o corregida, precisando qué se corrigió y cómo. Entre estas correcciones se consideran: vida media, efecto reservorio (Chatters *et al* 1969; Omoto 1983; Albero *et al* 1986; Zale 1994); efecto Suess (Suess 1955); efecto bomba (De Vries 1958) y conversión a edad absoluta (Damon *et al* 1972; Stuiver 1986, Stuiver *et al* 1992). Toda esta información se encuentra sistematizada en el programa denominado CALIB rev 3.03 (Stuiver y Reimer 1993).

Decimos que una muestra "presenta problemas" cuando la ER no encuentra correlato con la información que se "lee" en el campo, la sugerida por otras técnicas, o la ER de otros elementos co-temporales presentan edades mucho más allá del error (Cordero *et al* 1997). ¿Qué hacemos cuando no disponemos de datos que hagan sospechar de la edad informada? Esta cuestión circunstancial no le confiere certeza al informe. Para poder desvincular el fechado de todo proceso postdeposicional se deberá realizar la datación por otras técnicas como aislación de un determinado amino ácido. De no tener acceso a esta técnica se deberá caracterizar la muestra, e informar la edad haciendo mención sobre que parte, fracción química del hueso, fue realizada la valoración en C-14 y mencionar que no se disponen de otros indicios que se correlacionen con la ER.

Más desconcierto se genera cuando distintos laboratorios que han trabajado sobre un mismo hueso informan resultados significativamente diferentes. La respuesta podrá estar relacionada con el haber trabajado sobre distintas fracciones del hueso (Gurfinkel 1987). Pero también ocurre que presentan edades diferentes cuando se ha trabajado sobre las mismas fracciones y distintos huesos de un mismo individuo (Politis y Barrientos 1997). Como dijimos anteriormente, el hueso es un IT de muy difícil lectu-

ra; por muy atractivo que nos resulte un fechado nunca podremos divorciarnos del contexto de hallazgo. De no "existir" precisa información respecto del entorno se deberá proceder con la mayor de las cautelas.

La ER no es otra cosa que una forma de expresar el contenido de C-14, medida que no reviste mayor dificultad en su determinación. El problema se presenta cuando el carbono original de la muestra está acompañado por otros carbonos que resultan químicamente indistinguibles a los procesos de purificación aplicados. Este es el problema en la datación por C-14 sobre material óseo u otros. Para superar este inconveniente se trabaja sobre especies moleculares que sólo pueden tener origen en el metabolismo del individuo (Taylor 1987; Long *et al* 1989; Law y Hedges 1989). Determinando el C-14, estaremos más cerca de precisar la edad, pero la realidad técnica en nuestro país nos coloca lejos de poder realizarlo con precisión. Por ello es recomendable, sólo cuando no existe alternativa, apelar al hueso como IT, pero incorporando la información de otras vías de análisis para establecer cronología. Es importante caracterizar el estado de preservación del hueso, ya sea por microscopía (Politis y Barrientos 1997), difracción de RX, determinación de relaciones C/N o isotópicas (Nelson *et al* 1986) o cualquier otro estudio técnico disponible en nuestro medio. El hueso es un material muy lábil; el colágeno es una sustancia de alta biodisponibilidad (Gillespie 1989); contribuyendo la antigüedad de la muestra a complejizar el problema.

Se hace imprescindible que la fecha que deleve el C-14 encuentre correlato con la composición del registro arqueológico. Tampoco se deberá desechar ningún material asociado susceptible de ser fechado: madera, carbón, valvas, cáscara de huevo, etc., que ponga cota al fechado sobre hueso. Antes de que un fechado por C-14 sea eje de alguna conclusión, deberá estar debidamente validado por otras evidencias.

En caso de no haber más opciones que el trabajar sobre hueso, es importante haber adoptado un claro y probado criterio de selección, de caracterización de las muestras (Bartsiokas y Middleton 1992) y poder definir hasta donde se le puede exigir a la muestra que responda. Actualmente es ideal el poder llegar a separar una de las moléculas constitutivas del colágeno (Stafford *et al* 1985) y determinar en ella el C-14. Esta molécula es la hidroxiprolina y no puede tener otro origen que la de haber sido uno de los aminoácidos de la molécula de colágeno.

Un hueso será un IT válido sólo cuando el carbono de la parte sobre la que se está determinando el C-14 sea la que incorporó el individuo durante la vida. Poder determinar esto con certeza, es muy complejo, más aún cuando no se dispone de tecnología apropiada. De los materiales sobre los que se aplica el método de C-14, los huesos son los que presentan mayor complejidad.

**NOTA**

- <sup>1</sup> Se prevé ajustar esta edad, trabajando sobre nuevas muestras de carbón -material mucho más confiable- obtenidas durante la campaña de 1998.

**BIBLIOGRAFÍA**

ALBERO M., ANGIOLINI F. y PIANA E.

1986 Discordant ages related to reservoir effect of associated archaeological remains from the Tunel site, Beagle Channel, Argentine Republic. *Radiocarbon* 28(2): 748-753.

BARTSIOKAS A. y A. MIDDLETON

1992 Characterization and dating of recent and fossil bone by-ray X diffraction. *Journal of Archaeological Science* 19: 63-72.

CHATTERS R., J. CROSBY y L. ENGSTRAND

1969 Fumerole gaseous emanations: their influence on C-14 dates. *College of Engineering Research, Circular* 32.

CORDERO R., C. DUBOIS y M. DOS SANTOS AFONO

1997 Consideraciones acerca de la confiabilidad de las muestras óseas en las dataciones por carbono 14. El caso de los sitios San Genaro en el norte de Tierra del Fuego. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, La Plata, en prensa.

DAMON P., A. LONG y E. WALLICK

1972 Dendrochronological calibration of the C-14 time scale. *International Conference on Radiocarbon Dating*: 45-49.

DE VRIES H.

1958 Atom bomb effect: variations of radiocarbon in plants, shells, snails in the past 4 years. *Science* 128: 250-251.

GILLESPIE R.

1989 Fundamentals of bone degradation chemistry: collagen is not "the way". *Radiocarbon* 31 (3): 239-246.

GRAIG H.

1957 Isotopic standars for carbon and oxygen and correction factors for mass spectrometric analysis of carbon dioxide. *Geochim et Cosmochim. Acta* 12: 133-150.

GURFINKEL D.

- 1987 Comparative study of the radiocarbon dating of different bone collagen preparations. *Radiocarbon* 29(1): 45-52.

HASSAN A. y D. ORTNER

- Inclusions in bone material as a source of error in Radiocarbon Dating, *Archaeometry* 19: 131-135.

LEZCANO M. y V. FERNÁNDEZ

- 1997 Informe arqueofaunístico de los sitios La Siempre Verde y Cerrillada. Ms.

LONG A., A. WILSON, R. ERNST, B. GORE y P. HARE

- 1989 AMS radiocarbon dating of bones at Arizona. En: Long. A y R. Kra Eds., *Proceedings of the 13<sup>th</sup> international <sup>14</sup>C Conference. Radiocarbon* 31 (3): 231-238.

LOWENSTAM H. y S. WEINER

- 1989 *On biomineralization. Oxford. University Press. Oxford.*

NELSON B., M. DE NIRO, M. SCHOENINGER, M. DE PAOLO y P. HARE

- 1986 Effects of diagenesis on strontium, carbon, nitrogen and oxygen concentration and isotopic composition of bone. *Geochimica et Cosmochimica* 50: 1941-1949.

OMOTO K.

- 1983 The problem and significance of radiocarbon geochronology in antarctica. *Australian Academy of Science*: 450-452.

PANARELLO H., M. ALBERO y F. ANGIOLINI

- 1983 Stable isotope fractionation during benzene synthesis for radiocarbon dating. *Radiocarbon* 25(2): 529-532.

POLACH H., J. GOWER e Y. FRASER

- 1973 Synthesis of high purity benzene for radiocarbon dating by liquid scintillation method. *8th International Conference on Radiocarbon Dating*: 145-157.

POLITIS G. y G. BARRIENTOS

- 1997 Análisis e interpretación de la información radiocarbónica de los entierros humanos del sitio Arroyo Seco 2. provincia de Buenos Aires. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. La Plata, en prensa.

## RAMOS M.

- 1992 Las estructuras líticas del sistema serrano de Tandilia y las zonas cercanas. Ms.
- 1996 ¿Corrales o estructuras?. *Historical Archaeology* 15: 63-69.
- 1997 Arqueología de las construcciones líticas de Tandilia. IX Congreso Nacional de Arqueología del Uruguay, Colonia, en prensa.

## RAMOS M. y E. NÉSPOLO

- 1997 Unas piedras difíciles de explicar. *Actas de las Segundas Jornadas Chivilcoyanas en Ciencias Sociales y Naturales*: 153-158.

## RAMOS M., E. NÉSPOLO y A. POLIDORI

- 1996 Tráfico de ganado, estructuras de piedra -corrales- y algunos relatos de cautivas. *La Aljaba*, segunda época I: 105-127.

## STAFFORD T., C. DUHAMEL, C. HAYNES y BRENDEL K.

- 1983 Isolation of proline and hydroxyproline from fossil bone. *Life Sciences* 31: 931-938.

## STUIVER M. y PEARSON G.

- 1986 High precision calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-500 BC. *Radiocarbon* 28(2b): 805-838.
- 1992 Calibration of radiocarbon time scale 2500-5000 BC. *Radiocarbon After Four Decades: An Interdisciplinary Perspective*, editado por R. Taylor, A. Long y R. Kra, pp. 19-33. Springer Verlag, New York.

## STUIVER M. y P. REIMER

- 1993 Extended 14C data base and revised Calib. 3.0 14C. AGE Calibration Program. *Radiocarbon* 35(1): 215-230.

## SUESS H.

- 1955 Radiocarbon concentration in modern wood. *Science* 122: 415-417.

## TAMERS M.

- 1965 Routine carbon-14 dating using liquid scintillation techniques. *Radiocarbon and Tritium Dating*. USAEC Conf-650652: 53-67.

1975 Chemical yield optimisation of benzene synthesis for radiocarbon dating:  
*International Journal Applied Radiation and Isotopes* 26: 676-682.

TAMERS M. y F. PEARSON

1965 Validity of radiocarbon dates on bone. *Nature* 208: 1053-1055.

TAYLOR R.

1987a AMS  $^{14}\text{C}$  dating of critical bone samples: proposed protocol and criteria for  
evaluation. *Nuclear Instruments and Method* 29: 159-163.

1987b *Radiocarbon Dating: An Archaeological Perspective*. Academic Press, New  
York.

ZALE R.

1994  $^{14}\text{C}$  Age corrections in antarctic lake sediments inferred from geochemistry.  
*Radiocarbon* 36(2): 173-185.