

COMPOSICION ISOTOPICA ($\delta^{13}\text{C}$) DE MUESTRAS DE RESTOS OSEOS HUMANOS DEL SITIO ARROYO SECO 2 (PROVINCIA DE BUENOS AIRES): INFERENCIAS PALEODIETARIAS

Gustavo Barrientos (*)

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar los valores de $\delta^{13}\text{C}$ correspondientes a una muestra de esqueletos humanos del sitio Arroyo Seco 2 (Holoceno temprano-medio), y discutirlos en relación a la información isotópica existente para diversos taxa animales y vegetales del Sudeste de la Región Pampeana. Los valores correspondientes a vegetales y a mamíferos de hábitos pastadores y ramoneadores indican que, durante la fase final del Pleistoceno y durante el Holoceno, el ecosistema pampeano habría estado dominado por vegetales de tipo C_3 . Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de las muestras humanas se agrupan alrededor de una media de $-18,2\text{‰} \pm 0,8\text{‰}$, próxima al límite inferior del rango de valores teóricamente esperado para vertebrados con una dieta basada en forma predominante (80+%) en plantas terrestres C_3 y/o animales consumidores de plantas C_3 . En base a la información isotópica y zooarqueológica disponible, se concluye que las poblaciones cazadoras-recolectoras del área, durante el Holoceno temprano y la transición Holoceno temprano-medio, habrían tenido una dieta básicamente continental complementada, en una muy baja proporción, con alimentos de origen marino.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to present the $\delta^{13}\text{C}$ readings taken from a sample of human skeletons from the Arroyo Seco 2 site (early-middle Holocene), and discuss them in relation to the existing isotopic information OF several animal and plant taxa from the southeastern region of the Pampas. The readings from both plants and grazing mammals show that during the final Pleistocene fase and the Holocene, the pampean ecosystem was dominated by C_3 type plants. The $\delta^{13}\text{C}$ values of the human samples cluster around a median of $-18,2\text{‰} \pm 0,8\text{‰}$, close to the lower limit of the range of values ideally expected for vertebrates with a diet based predominantly (80+%) on terrestrial plants C_3 and/or animals that consume C_3 plants. Based on the isotopic and

(*) INCUAPA; Facultad de Ciencias Sociales, UNCPBA; Departamento Científico de Antropología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.

zoarchaeological information available, it is suggested that the early Holocene and transitional early to middle holocene hunter-gatherer population in the area consumed a basically continental diet, complemented in a very low proportion with marine resources.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país se ha producido, durante la última década, un notable crecimiento de los estudios de restos óseos humanos orientados a extraer información relevante para discutir aspectos vinculados con la adaptación y evolución de las poblaciones prehispánicas (Kozameh y Barboza 1988/1990, Guichón 1993, Novellino y Guichón 1995, Baffi *et al.* 1996, Barrientos 1997, entre otros). La mayor parte de estos estudios se han centrado en el análisis de la distribución de indicadores óseos y dentales de stress nutricional, infeccioso y mecánico, en muestras de poblaciones cazadoras-recolectoras y agrícolas de diversas áreas del país. Los estudios dirigidos a realizar inferencias paleodietarias a partir del análisis de la composición química de los huesos (*i.e.* isótopos estables del C y N) han sido, sin embargo, relativamente escasos (Fernández y Panarello 1991, 1994, Yesner *et al.* 1991, Novellino *et al.* 1997, Guichón *et al.* 1997).

Teniendo en cuenta la importancia creciente de los análisis isotópicos en los estudios arqueológicos regionales (*i.e.* Fizet *et al.* 1995, Pate 1995, 1997, Ambrose *et al.* 1997, Schoeninger 1995), el objetivo de este trabajo es presentar los valores de $\delta^{13}\text{C}$ correspondientes a una muestra de esqueletos humanos del sitio Arroyo Seco 2, y discutirlos en relación a la información isotópica existente para diversos taxa animales y vegetales del Sudeste de la Región Pampeana. Se espera proveer evidencia relevante para la discusión de los modelos e hipótesis acerca del uso del espacio regional propuestos por diversos autores (*i.e.* Hrdlicka 1912, de Aparicio 1932, Orquera 1981, Politis 1984, Berón y Politis [e.p.]), y aportar información útil para el estudio de la paleoecología del área durante el Pleistoceno final-Holoceno.

ISOTOPOS ESTABLES DEL C Y RECONSTRUCCION PALEODIETARIA

Los constituyentes orgánicos e inorgánicos del hueso proveen un registro promediado a largo plazo de la dieta de un individuo (Sealy *et al.* 1995). En los vertebrados, los elementos y aminoácidos liberados por la digestión de los alimentos son incorporados a la estructura de la hidroxiapatita y de las proteínas óseas, entre ellas el colágeno, a través de la totalidad del período de vida. De este modo, bajo condiciones favorables, pueden establecerse relaciones cuantitativas entre la composición química del hueso y la composición química de la dieta (Price 1989, Schoeninger y Moore 1992, Pate 1994).

Las tasas de isótopos estables del carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), expresadas como $\delta^{13}\text{C}$, han sido utilizadas ampliamente como un índice de la importancia relativa de las plantas C_3 y C_4 en la dieta¹. Las plantas C_3 , que incluyen a todos los árboles, a la mayoría de los arbustos y pastos de áreas templadas y de estación fría, utilizan la vía fotosintética denominada de Calvin-Benson. En este patrón fotosintético, como primer producto del proceso se obtiene un compuesto formado por tres átomos de carbono, denominado ácido fosfoglicérico (Whittingham 1974). Tales plantas poseen tasas bajas de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C} = -20\text{‰}$ a -34‰ , con un valor modal de -26‰), como resultado de la discriminación, por parte de la enzima carboxilasa, en contra de la incorporación del isótopo ^{13}C , de mayor peso que el isótopo ^{12}C (Park y Epstein 1960). Las plantas que emplean la vía fotosintética de Hatch-Slack o C_4 , son hierbas tropicales, o de estación cálida, y unos pocos arbustos de las familias *Euphorbiaceae* y *Chenopodiaceae* (Downton 1975). Estas plantas producen, como subproductos primarios del proceso de fotosíntesis, compuestos de cuatro átomos de carbono, denominados ácido málico y ácido aspártico (Whittingham 1974) 2. Estos vegetales presentan

tasas de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ más altas que los de tipo C_3 ($\delta^{13}\text{C} = -9\text{‰}$ a -16‰ , con un valor modal de -12‰).

La tasa de isótopos estables del carbono en tejidos humanos puede ser utilizada para establecer si los miembros de una población consumieron una dieta basada principalmente en plantas C_3 y/o herbívoros consumidores de plantas C_3 , o una dieta basada en plantas C_4 y/o herbívoros consumidores de plantas C_4 . Al mismo tiempo, bajo determinadas circunstancias, puede ser usada para distinguir a los individuos que se alimentaron principalmente de recursos C_3 (vegetales y consumidores primarios), de aquellos que utilizaron recursos marinos (Ambrose y Norr 1993, Katzemberg 1992, Schwarcz y Schoeninger 1991). En los ecosistemas marinos, las tasas de isótopos estables del carbono se hallan, en conjunto, enriquecidas en ^{13}C en comparación con los ecosistemas terrestres C_3 . Esto se debe a que la formación de bicarbonato en el agua de mar a partir de la disolución del CO_2 atmosférico, involucra procesos termodinámicos que conducen al enriquecimiento de los isótopos del carbono más pesados (Tauber 1981, Schoeninger y Moore 1992, Pate 1994). Numerosos estudios recientes acerca de economías mixtas marinas y terrestres (De Niro y Schoeninger 1983, Keegan y De Niro 1988, Yesner *et al.* 1991, Sealy *et al.* 1995, Ambrose *et al.* 1997) se basan en el análisis conjunto de los isótopos estables del carbono y nitrógeno, debido a que la incorporación de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ reduce significativamente el número de posibles interpretaciones. Sin embargo, en regiones del mundo donde las plantas C_3 dominaron o dominan el paisaje terrestre y el maíz no fue un cultígeno, como podría ser el caso del Sudeste de la Región Pampeana, la tasa de isótopos estables del carbono puede proveer información confiable acerca de la importancia relativa de los alimentos de origen marino o terrestre en la dieta de las poblaciones prehistóricas que ocuparon hábitats, costeros o ambientes continentales adyacentes al mar (Chisholm *et al.* 1982, Hobson y Collier 1984, Tauber 1981, Walker y De Niro 1986, De Niro 1987, Pate y Schoeninger 1993, Pate 1995, 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio y cronología de los restos óseos humanos

El sitio Arroyo Seco 2 se encuentra localizado a los $38^\circ 21' 38''$ de Latitud Sur, y a los $60^\circ 14' 39''$ de Longitud Oeste (Carta Topográfica "Estancia Tres Lagunas", I.G.M. 3960-9-2, E=1:50.000, 1966), en la provincia de Buenos Aires. Se halla ubicado sobre una pequeña lomada de sedimento eólico, que tiene una suave pendiente hacia el este y sureste en dirección al cauce del Primer Brazo de los Tres Arroyos, y otra algo más pronunciada hacia el oeste, donde se encuentra una pequeña depresión que funciona temporariamente como una laguna.

Desde el año 1979 a la actualidad, un equipo multidisciplinario dirigido por Gustavo Politis e integrado por arqueólogos, geólogos y paleontólogos, han llevado a cabo excavaciones intensivas y sistemáticas en el sitio, abriendo una superficie total de $244,5 \text{ m}^2$. Desde un punto de vista arqueológico, se han identificado tres componentes, que reúnen restos de múltiples ocupaciones sucesivas y discontinuas ocurridas desde el Pleistoceno final hasta el Holoceno tardío (Fidalgo *et al.* 1986, Politis *et al.* 1992). Por debajo del Componente Inferior, se han recuperado restos óseos humanos correspondientes a un mínimo de 40 individuos de distinto sexo y edad, distribuidos en entierros individuales y múltiples de tipo primario. Algunos de estos entierros se hallaban muy alterados por la acción de diversos factores postdepositacionales (Barrientos 1997). Sobre la base del análisis de los fechados radiocarbónicos y de la evidencia contextual de cada entierro, se propuso la existencia de por lo menos tres momentos durante el Holoceno temprano y la transición Holoceno temprano-medio en los cuales el sitio habría funcionado como un área más o menos específica para el entierro de cadáveres. Las edades radiocarbónicas correspondientes a cada uno de esos momentos, expresadas como la media ponderada de los fechados radiocarbónicos incluidos en cada serie, son: 7.625 ± 40 años AP, 6.940 ± 40 años AP y 6.356 ± 60 años AP (Barrientos 1997, Politis y Barrientos 1997).

En la actualidad se están llevando a cabo un conjunto de estudios bioarqueológicos con el fin de analizar las alteraciones postdeposicionales de los restos óseos humanos (Barrientos y Gutiérrez, 1996), y la distribución de distintos indicadores óseos y dentales de estado de salud y nutrición (Barrientos 1997, L'Heureux 1998).

Análisis isotópico

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ fueron obtenidos entre los años 1991 y 1997, durante el proceso de datación radiocarbónica de las muestras mediante el empleo de acelerador de partículas (AMS), en los laboratorios de las universidades de Oxford (Radiocarbon Accelerator Unit, University of Oxford, UK) y Arizona (NSF-Arizona Accelerator Facility for Radioisotope Analysis, University of Arizona, USA) y en el laboratorio Beta Analytic Inc., de Miami, USA. Las muestras humanas consistieron en fragmentos de costillas de siete individuos de distinto sexo y edad (Tabla 1). Con el fin de obtener información paleoecológica relevante para la interpretación de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de las muestras humanas, se analizó también la composición isotópica de muestras faunísticas y vegetales provenientes de diversos sitios continentales y costeros del Sudeste de la Región Pampeana (Figura 1). Las mismas consistieron en: a) Arroyo Seco 2: fragmentos de hueso del autopodio de *Toxodon platensis* y *Equus neogeus*; fragmentos de húmero de *Glossotherium robustum*; y un canino de *Canidae*, que formaba parte del ajuar funerario del esqueleto AS18; b) La Toma: 2 huesos del autopodio de *Lama guanicoe*; c) Laguna Tres Reyes 1: 2 huesos del autopodio de *Lama guanicoe*; d) La Olla 1: un hueso de *Otariidae*, e) La Olla 2: un hueso de *Otariidae*; f) Monte Hermoso 1: semillas de *Ruppia* sp. y restos macrovegetales no identificados; g) Laguna de Puán 1: una falange de *Lama guanicoe*; h) La Montaña 1: un fragmento de hueso indeterminado, probablemente guanaco.

Tabla 1. Sexo, edad y cronología de la muestra analizada de restos óseos humanos del sitio Arroyo Seco 2.

INDIVIDUO	SEXO	EDAD	^{14}C (años AP)
Entierro 1 (ind. indet.)	-	-	6.300 ± 70
AS5	F	25-29	7.100 ± 60 *
AS19	M	40-44	6.860 ± 60
AS24	M	35-39	7.800 ± 115
AS26	F	30-34	7.580 ± 50
AS31	M	55+	7.615 ± 90
AS32	F	55+	7.685 ± 95

* Se indica sólo el fechado asociado al valor de $\delta^{13}\text{C}$ presentado en este trabajo (ver discusión en Barrientos 1997).

En el caso de los restos óseos y dientes, la totalidad de las determinaciones del $\delta^{13}\text{C}$ fueron obtenidas a partir del análisis de la fracción orgánica o colágeno. Recientes experimentos en ratas (Ambrose y Norr 1993, Tieszen y Fagre 1993, ver discusión en Ambrose *et al.* 1997) apoyan el modelo propuesto originalmente por Krueger y Sullivan (1984), que establece que los valores de $\delta^{13}\text{C}$ del colágeno reflejan principalmente la composición isotópica del componente proteico de la dieta, mientras que los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de la hidroxiapatita están más relacionados a la composición isotópica del total de la dieta. En el caso de Arroyo Seco 2, no se dispone de valores de $\delta^{13}\text{C}$ para la fracción mineral de los huesos. Sin embargo, teniendo en cuenta los resultados de los estudios de las modificaciones óseas postdeposicionales realizados en esta muestra (Barrientos y Gutiérrez 1996), consideramos que la confiabilidad de las determinaciones de $\delta^{13}\text{C}$ en la hidroxiapatita

presentaría un alto grado de incertidumbre debido a la alteración diagenética, en algunos individuos, de la microestructura ósea (Barrientos 1997).

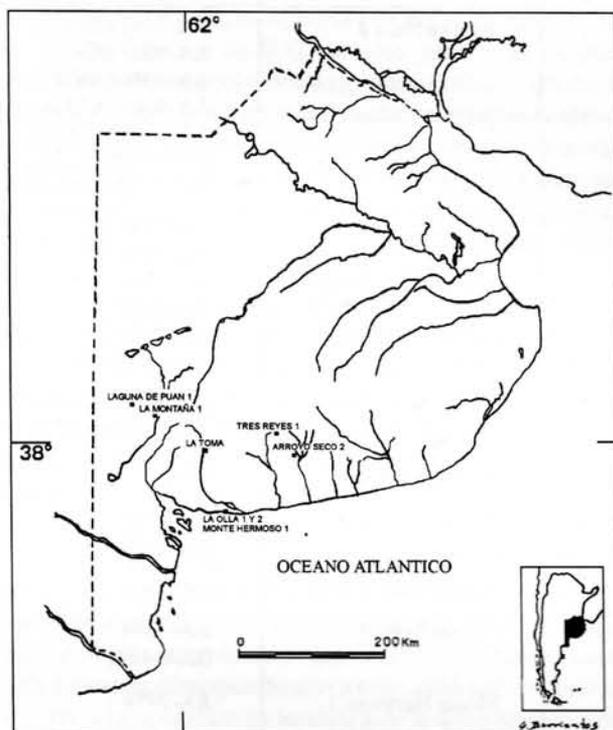


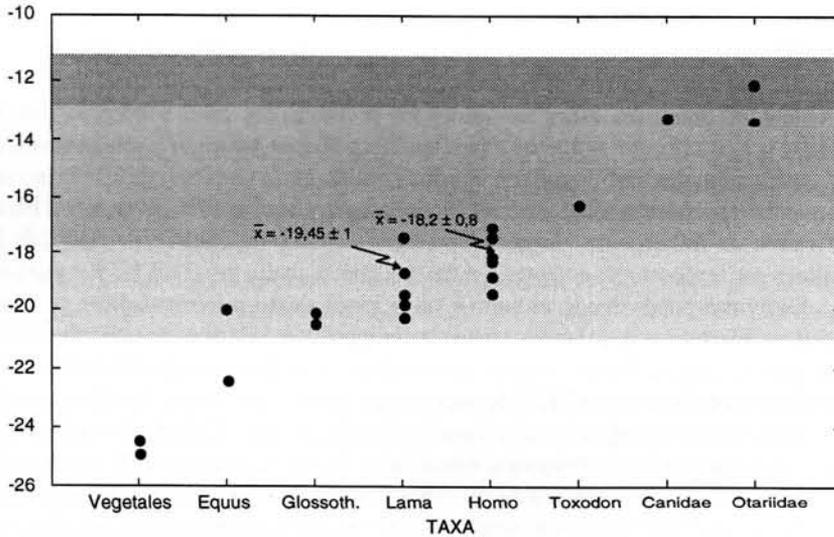
Figura 1. Procedencia geográfica de las muestras humanas, faunísticas y vegetales analizadas.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos están resumidos en la Tabla 2 y en la Figura 2. Los valores calculados para caballo (*Equus neogeus*) y para guanaco (*Lama guanicoe*), son compatibles con los esperados para animales herbívoros con una dieta basada entre un 80% a un 100% en vegetales de tipo C_3 en ambientes básicamente abiertos (Schoeninger y Moore 1992, Pate 1994, Fizet *et al.* 1995). Se observa sin embargo una diferencia no significativa (t de Student, $p > 0,05$), de 1,85 ‰ entre los valores medios correspondientes a estos dos taxa (caballo $\bar{x} = -21,3$ ‰; guanaco $\bar{x} = -19,45$ ‰). La misma puede obedecer tanto a variaciones aleatorias vinculadas a problemas de muestreo, como a diferencias reales existentes en la composición de la dieta de uno y de otro animal. En tanto que para la especie *Equus neogeus* se ha inferido una dieta compuesta básicamente por hierbas xerófilas (Alberdi y Prado 1995), los guanacos presentan una dieta más amplia, que incluye hierbas, arbustos y frutos de leguminosas (Oporto 1983, Raedecke 1976). Por lo tanto, es posible que al menos una parte de las diferencias observadas en los valores de $\delta^{13}C$ estén reflejando diferencias en la composición isotópica de los vegetales consumidos por estas dos especies. En el caso de los guanacos, evidencia proveniente de ambientes tan diferentes como la Puna y el norte de Patagonia (Fernández y Panarello 1994) indica que, aún en zonas con una marcada predominancia de especies vegetales C_3 , estos animales tienen frecuentemente acceso a formaciones marginales de vegetación C_4 (*i.e.* gramíneas de hábitat restringido al ambiente de salinas y arenales, o “pastos salados”), lo que tiende a hacer menos negativo sus valores de $\delta^{13}C$ respecto a otras especies pastadoras en ecosistemas dominados por vegetales C_3 .

Tabla 2. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ de los diferentes taxa analizados.

TAXON	SITIO	CODIGO MUESTRA	$\delta^{13}\text{C}$
<i>Homo sapiens</i>	Arroyo Seco 2	AA-7966 (Entierro 1)	-18,3
		AA-9045 (AS19)	-17,4
		AA-9046 (AS24)	-17,6
		AA-9048 (AS31)	-17,3
		AA-19286 (AS32)	-18,4
		BETA-80908 (AS5)	-19,0
		BETA-80909 (AS26)	-19,6
<i>Lama guanicoe</i>	La Toma	AA-7968	-19,6
		AA-7969	-20,4
	Laguna Tres Reyes 1	AA-7970	-20,4
		AA-7971	-19,9
	Laguna de Puán 1	AA-19287	-17,6
La Montaña 1	AA-19289	-18,8	
<i>Otariidae</i>	La Olla 1	AA-7972	-13,7
	La Olla 2	AA-19292	-12,3
<i>Canidae</i>	Arroyo Seco 2	AA-7967	-13,5
<i>Equus neogeus</i>	Arroyo Seco 2	AA-7965	-22,5
		OXA-4590	-20,1
<i>Toxodon platensis</i>	Arroyo Seco 2	AA-7964	-16,5
<i>Glossotherium robustus</i>	Arroyo Seco 2	AA-9049	-20,3
		OXA-4591	-20,6
<i>Ruppia</i> sp.	Monte Hermoso 1	AA-7974	-25,0
Restos macrovegetales	Monte Hermoso 1	AA-8699	-24,9



- Dieta basada principalmente (80+%) en plantas terrestres C_3 y animales consumidores de plantas C_3
- Dieta mixta basada en alimentos derivados de C_3 , C_4 , CAM y/o alimentos marinos
- Dieta basada principalmente (80+%) en alimentos marinos

Figura 2. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de las muestras humanas, faunísticas y vegetales del Sudeste de la Región Pampeana, en relación a los valores teóricos correspondientes a distintos tipos de dietas (Pate 1995).

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de *Glossotherium robustum* ($x = -20,45 \pm 0,2\%$), indican claramente una dieta basada en el consumo de vegetales C_3 . Estos resultados son concordantes con las inferencias realizadas por Bombin (1976) respecto a los hábitos alimenticios de esta especie. Según este autor, el glosoterio poseía una dieta variada, compuesta por hojas de gramíneas, arbustos y árboles (Scillato-Yané *et al.* 1995). El valor de $\delta^{13}\text{C}$ obtenido para *Toxodon platensis*, un herbívoro pastador, graviportal y de hábitos probablemente semiacuáticos (Bond *et al.* 1995), resulta significativamente menos negativo que los valores medios correspondientes a los otros herbívoros de hábitos pastadores de la región. Los datos isotópicos indican una dieta mixta, basada en el consumo de vegetales tanto de tipo C_3 , como de tipo C_4 o CAM, lo que implicaría la probable existencia de los dos últimos tipos de vegetales en el hábitat de estos animales. Esta posibilidad deberá ser evaluada en el futuro mediante el uso de diferentes líneas de evidencia (*i.e.* análisis palinológicos).

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de lobo marino (*Otariidae*, género y especie indeterminados) ($x = -13,1\%$) resultan compatibles con los teóricamente esperados para animales con una dieta predominantemente marina (entre -13% y -11% ; Pate 1995). Por el contrario, el valor de $\delta^{13}\text{C}$ obtenido para cánido resulta mucho más alto que el teóricamente esperado para carnívoros terrestres (Schoeninger y Moore 1992, Pate 1994). Si bien no ha sido posible obtener una determinación a nivel genérico del espécimen de diente analizado, es posible que el mismo corresponda a alguna especie de zorro o, incluso, perro doméstico (Politis 1989, Politis 1998 com. pers.). Los zorros y perros domésticos, a diferencia de otros carnívoros tales como los lobos, tienen una dieta más omnívora que puede incluir, sobre todo en el caso de los primeros, una alta proporción de frutos y hierbas. Esta amplitud de la dieta de los zorros y perros domésticos podría dar cuenta del valor obtenido, que cae dentro de los típicamente esperables para animales con una dieta mixta basada en el consumo de alimentos derivados de C_3 y C_4 , CAM y/o alimentos marinos (Pate 1995). Resulta sin embargo necesario el procesamiento de más muestras correspondientes a este taxón para evaluar si el valor obtenido es anómalo o bien caracteriza la composición isotópica de la dieta de estos animales.

En el caso de las siete muestras humanas, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos se agrupan alrededor de una media de $-18,2 \pm 0,8\%$, próxima al límite inferior del rango de valores teóricamente esperado para vertebrados con una dieta basada en forma predominante (80+) en plantas terrestres C_3 y/o animales consumidores de plantas C_3 ($-21,0\%$ a $-17,8\%$; Pate 1995). Sin embargo, tres individuos [AS19, AS24 y AS31; ($x = -17,43 \pm 0,15\%$)], se hallan ubicados próximos al límite superior del rango esperado para vertebrados con una dieta mixta basada en el consumo de plantas C_3 , C_4 y CAM, animales consumidores de plantas C_3 , C_4 , CAM y/o alimentos de origen marino ($-17,8\%$ a $-13,0\%$; Pate 1995).

Entre los valores medios de las muestras humanas y las de guanaco, consumidor primario y principal componente animal de la dieta de las poblaciones prehistóricas del área, existe una diferencia de $1,22\%$ que resulta estadísticamente significativa (*t* de Student, $p < 0,05$), a pesar de la aparente superposición observada entre los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de ambas especies.

DISCUSIÓN

Los valores obtenidos para los especímenes de guanaco, caballo, glosoterio y, en menor medida, toxodonte, muestran que los ecosistemas pampeanos durante el Pleistoceno final y gran parte del Holoceno estuvieron dominados por vegetales de tipo C_3 . Si bien no puede descartarse en el área la presencia de vegetales C_4 y CAM, los mismos probablemente han ocupado sólo hábitats marginales y no habrían constituido el porcentaje mayor de la dieta de los consumidores primarios de la región. Esta evidencia, sumada al hecho de que en la Región Pampeana el maíz (C_4) nunca fue un cultígeno, al menos hasta momentos muy recientes, podría implicar que la distribución de los valores de los esqueletos humanos de Arroyo Seco 2, con una media $-18,2\%$

0,8 ‰, es el resultado de una dieta básicamente continental fundamentalmente basada en el consumo de plantas C_3 y/o animales consumidores de plantas C_3 , con algunos aportes de alimentos de origen marino. Las proporciones relativas entre estos componentes no pueden establecerse en términos porcentuales puesto que, si bien existe evidencia de que el colágeno del hueso refleja principalmente el contenido proteico de la dieta (Krueger y Sullivan 1984, Ambrose y Norr 1993), no existe actualmente forma alguna de saber en qué medida el carbono presente en los diferentes componentes de los alimentos (proteínas, grasas y carbohidratos) es transferido a los diferentes tejidos corporales (Sealy y van der Merwe 1992).

El componente animal de la dieta de las poblaciones prehistóricas del área ha sido bien caracterizado a partir de la evidencia recuperada en distintos sitios arqueológicos: *i.e.* Arroyo Seco 2, Tres Reyes 1, La Toma, Zanjón Seco 2 y 3, Fortín Necochea, Paso Otero 1, San Martín 1; (Politis 1984, Salemme 1987, Crivelli *et al.* 1987/1988, Politis y Salemme 1989, Oliva *et al.* 1990, Madrid y Salemme 1991, Politis *et al.* 1991). Las especies explotadas económicamente con una mayor representación en el registro son: guanaco, venado de las pampas, ñandú, diferentes especies de armadillos y, en el Pleistoceno final-Holoceno temprano, mamíferos extinguidos. Si bien sólo se dispone de valores de $\delta^{13}C$ para guanaco, caballo americano, glosoterio y toxodonte, los resultados obtenidos - en especial para las tres primeras especies - indican que la dieta de estos animales estuvo basada en el consumo de vegetales de tipo C_3 , lo que indicaría la predominancia de este tipo de vegetación durante el Pleistoceno final y el Holoceno. De esta forma, es esperable que otros herbívoros para los cuales no se posee actualmente datos, tales como el venado de las pampas, presenten una composición isotópica similar.

La evidencia recuperada en los sitios La Olla 1 y 2 (Politis *et al.* 1994, Bayón y Politis 1997), localizados en la costa del actual partido de Monte Hermoso, indica que por lo menos hacia el 7000 AP el consumo de lobos marinos (*Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis*) ya estaba bien establecido entre estas poblaciones. Por ejemplo, en el sector excavado del sitio La Olla 1, que ha sido interpretado como un locus de procesamiento primario de lobos marinos, el NMI correspondiente a esta familia es de 41 (Politis *et al.* 1994). Si los valores de $\delta^{13}C$ obtenidos para los esqueletos humanos, en especial para los individuos AS19, AS24 y AS31, son el resultado del consumo de alimentos terrestres derivados de C_3 y, en una menor proporción, de alimentos marinos tales como los pinnípedos, esto indicaría que el uso del ambiente costero habría formado parte de la estrategia general de adaptación y supervivencia de las poblaciones aborígenes pampeanas desde, por lo menos, el Holoceno temprano y la transición entre el Holoceno temprano y el medio.

La evidencia paleonutricional sugiere que los episodios de stress metabólico a nivel individual, probablemente asociados a una disminución estacional o interanual en la oferta de recursos, habrían sido relativamente frecuentes durante el Holoceno temprano-medio (Barrientos 1997). Se ha propuesto que los principales recursos animales explotados por las poblaciones humanas durante el Holoceno (guanaco y venado de las pampas), y algunos de los complementarios (armadillos, lobo marino y ñandú), se hallaban disponibles todo el año (Politis 1984, Politis y Salemme 1989). Sin embargo, variaciones regulares (estacionales o periódicas) y/o estocásticas en su densidad local, estructura etárea y sexual de las poblaciones, composición corporal (volumen de tejido adiposo), etc. pueden haber influido significativamente sobre el grado de disponibilidad de un determinado recurso, tanto animal como vegetal. De particular importancia para la organización y adaptación humana son las variaciones aleatorias, y por lo tanto impredecibles, en la disponibilidad de un determinado conjunto de recursos. No disponemos aún de evidencias suficientes para caracterizar y evaluar el grado de predictibilidad de éstos, ni la variabilidad de las estrategias puestas en práctica por los individuos pertenecientes a las distintas poblaciones pampeanas para su explotación. Sin embargo, desde un punto de vista muy general, puede decirse que en poblaciones cazadoras-recolectoras que habitan áreas caracterizadas por a) una distribución temporal y espacial heterogénea de recursos, en especial aquellos de naturaleza crítica, y b) una baja densidad poblacional relativa respecto de esa estructura de recursos; la movilidad constituye una

de las estrategias más seguras para el mantenimiento individual y colectivo del grupo. En forma independiente de las posibles variaciones organizacionales a través del tiempo, la movilidad parece haber sido la principal estrategia puesta en práctica para reducir las incongruencias espacio-temporales, tanto predecibles como, suponemos, impredecibles en la disponibilidad de los principales recursos. Dentro de este contexto, la costa puede haber funcionado como una alternativa importante en situaciones de disminución en la oferta de recursos de los demás ecosistemas del área, en cualquier época del año. La evidencia de $\delta^{13}\text{C}$ no parece sustentar la idea de un uso regular de la costa, al menos durante el Holoceno temprano y medio, sobre una base estacional. Por el contrario, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ parecen indicar un consumo muy ocasional de recursos marinos. La profundización en el conocimiento de los procesos de formación y estructura sexual y etárea de las muestras esqueléticas de lobos marinos de los sitios costeros correspondientes a este período (La Olla 1 y 2; Monte Hermoso 1), y la obtención de nuevas determinaciones de $\delta^{13}\text{C}$ y otros isótopos estables (*i.e.* $\delta^{15}\text{N}$) sobre una muestra de mayor tamaño, permitirá en un futuro discutir sobre una base más sólida que la actualmente disponible el rol que cumplieron los alimentos marinos en la compensación de probables deficiencias nutricionales y en el balance general de la dieta de estas poblaciones.

CONSIDERACIONES FINALES

El marco necesario para interpretar la información proveniente del análisis de la composición química de los huesos humanos en términos de la dieta de las poblaciones prehistóricas de la Región Pampeana, sólo se halla en las fases iniciales de desarrollo. La extensión del uso de los análisis isotópicos a otros contextos temporales y ambientales (sitios costeros y del interior asignables al Holoceno medio y tardío) dependerá en gran medida del aumento en el conocimiento de las cadenas tróficas y de la signatura isotópica de los principales recursos explotados. Para ello resultará necesario obtener en el futuro nuevas determinaciones de $\delta^{13}\text{C}$ y ^{15}N de especies animales contemporáneas o extinguidas para las cuales actualmente no se dispone de datos (venado de las pampas, ñandú, armadillos), o para las aquellas en que los datos existentes resultan escasos o se alejan de los valores esperados (cánidos, toxodonte, caballo). Sin embargo, resulta claro a partir del análisis de la muestra considerada en este trabajo que la información isotópica constituye una vía adecuada para discutir aspectos de la adaptación de las poblaciones aborígenes pampeanas que resultan de difícil abordaje mediante la aplicación de las líneas de evidencia tradicional y que, por lo tanto, debe ser incorporada activamente en los diseños de investigación regional.

La Plata, mayo de 1998.

AGRADECIMIENTOS

Gustavo Politis, Cristina Bayón, Fernando Oliva y Patricia Madrid me permitieron gentilmente utilizar y discutir sus datos isotópicos inéditos. Gustavo Politis y Osvaldo Mendonça efectuaron importantes comentarios sobre el capítulo de mi tesis doctoral que constituye la base de este trabajo, por lo cual les estoy profundamente agradecido.

Esta investigación fue desarrollada como parte de un proyecto de beca postdoctoral del CONICET, y financiada con fondos provenientes de los subsidios PIP-CONICET 4721/97 e INCUAPA (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires).

NOTAS

1. Los valores de ^{13}C se calculan como:
 $^{13}\text{C} = [(^{13}\text{C}/^{12}\text{C} \text{ muestra} / ^{13}\text{C}/^{12}\text{C} \text{ estándar}) - 1] \times 1000 (\text{‰})$
 Los resultados se expresan en partes por mil (‰) relativas al estándar internacional PDB (Pee Dee Belemnite Carbonate).
2. Existe una tercera vía fotosintética, seguida por los vegetales con el metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM). Estas son plantas suculentas de ambientes áridos (cactus, ágave y ciertas euforbeáceas), que producen valores de ^{13}C que pueden asemejarse a aquellos de las plantas C_3 si fijan el carbono durante el día, o C_4 si lo hacen durante la noche en respuesta, generalmente, a condiciones xéricas. Es por ello que su ^{13}C depende de factores ambientales particulares, cubriendo el rango de valores de plantas C_3 y C_4 , incluyendo también tasas intermedias (Bombin y Muehlenbachs 1985).

BIBLIOGRAFÍA

- Alberdi, M. y J. Prado
 1995. Los équidos de América del Sur. En: M. Alberdi, G. Leone y E. Tonni (eds.), *Evolución Biológica y Climática de la Región Pampeana Durante los Últimos Cinco Millones de Años. Un Ensayo de Correlación con el Mediterráneo Occidental*: 295-308. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Ambrose, S. y L. Norr
 1993. Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. En: J. Lambert y G. Grupe (eds.), *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level*: 1-37. Berlin, Springer-Verlag.
- Ambrose, S.; B. Butler; D. Hanson; R. Hunter-Anderson y H. Krueger
 1997. Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipiélago, Western Pacific. *American Journal of Physical Anthropology* 104: 343-361.
- Aparicio, F. de
 1932. Contribución al estudio de la arqueología del litoral atlántico de la provincia de Buenos Aires. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 32: 1-180.
- Baffi, I.; F. Torres y J. Cocilovo
 1996. La población prehispánica de Las Pirguas (Salta, Argentina). Un enfoque integral. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 1: 204-218.
- Barrientos, G.
 1997. *Análisis del Estado Nutricional y Dieta de las Poblaciones Aborígenes Prehispánicas del Sudeste de la Región Pampeana*. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Barrientos, G. y M. Gutierrez
 1996. *Taphonomic and diagenetic processes of human bone remains in the Arroyo Seco 2 site, Pampean Region, Argentina*. Trabajo presentado en el 61st Annual Meeting, Society for American Archaeology. New Orleans.
- Bayon, C. y G. Politis
 1997. Estado actual de las investigaciones en el sitio Monte Hermoso 1 (Prov. de Buenos Aires). *Arqueología* 6: 83-116.
- Berón, M. y G. Politis (Editores)
 Ms. *Arqueología Pampeana en los '90*. San Rafael, Museo de Historia Natural de San Rafael e INCUAPA. En prensa.

G. Barrientos – Composición isotópica ($\delta^{13}C$) de muestras de restos óseos...

Bombin, M.

1976. Modelo paleoecológico-evolutivo para o Neoguaternário da regio da Campanha Oeste do Rio Grande do Sul (Brasil). A formação Touro Passo, seu conteúdo fossilífero e a pedogénesis pós-deposicional. *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS* 15: 1-90.

Bombin, M. y K. Muehlenbachs

1985. $^{13}C/^{12}C$ ratios of Pleistocene mummified remains from Beringia. *Quaternary Research* 23: 123-129.

Bond, M.; E. Cerdeño y G. López

1995. Los ungulados nativos de América del Sur. En: M. Alberdi, G. Leone y E. Tonni (eds.), *Evolución Biológica y Climática de la Región Pampeana Durante los Últimos Cinco Millones de Años. Un Ensayo de Correlación con el Mediterráneo Occidental*: 259-275. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Crivelli Montero, E.; M. Silveira; E. Eugenio; P. Escola; M. Fernández y N. Franco

1987/1988. El sitio Fortín Necochea (Partido de General La Madrid, Provincia de Buenos Aires). Estado actual de los trabajos. *Paleoetnológica* 4: 39-53.

Chisholm, B.; D. Nelson y H. Schwarcz

1982. Stable-carbon isotope ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in ancient diets. *Science* 216: 1131-1132.

De Niro, M.

1987. Stable isotopes and archaeology. *American Scientist* 75: 182-191.

De Niro, M. y M. Schoeninger

1983. Stable carbon and nitrogen isotope ratios of bone collagen: Variations within individuals, between sexes, and within populations raised on monotonous diet. *Journal of Archaeological Science* 10: 199-203.

Downton, W.

1975. The occurrence of C_4 photosynthesis among plants. *Photosynthetica* 9: 96-105.

Fernández, J. y H. Panarello

1991. Isótopos estables del carbono y paleodieta. *Shincal* 3: 149-161.

Fernández, J. y H. Panarello

1994. Estimaciones paleodietéticas y ambientales esqueletos 1 y 2 Puesto El Rodeo. Análisis de las relaciones isotópicas $^{13}C/^{12}C$ en el colágeno. En: C. Gradín y A. Aguerre (eds.) *Contribución a la Arqueología del Río Pinturas, Provincia de Santa Cruz*: 300-310. Concepción del Uruguay, Búsqueda de Ayllu.

Fidalgo, F.; L. Meo Guzman; G. Politis; M. Salemme y E. Tonni

1986. Investigaciones arqueológicas en el sitio 2 de Arroyo Seco (Pdo. de Tres Arroyos, Pcia. de Buenos Aires, República Argentina). En: A. Bryan (ed.), *New Evidence for the Pleistocene Peopling of the Americas*: 22-46. Orono, Center for the study of Early Man, University of Maine.

Fizet, M.; A. Mariotti y H. Bocherens

1995. Effect of diet, physiology and climate on carbon and nitrogen stable isotopes of collagen in a Late Pleistocene anthropic palaeoecosystem: Marillac, Charente, France. *Journal of Archaeological Science* 22: 67-79.

Guichon, R.

1993. *Antropología Física de Tierra del Fuego. Caracterización Biológica de las Poblaciones prehispanicas*. Tesis Doctoral inédita, Universidad de Buenos Aires.

- Guichón, R.; G. Schiender; C. Maringolo y S. Valencio
 1997. Utilización de recursos marítimos y continentales en Patagonia Meridional, estudio de isótopos estables. *Resúmenes de las III Jornadas Nacionales de Antropología Biológica*. Rosario, AABRA: 21.
- Hobson, K. y J. Collier
 1984. Marine and terrestrial protein in Australian Aboriginal diets. *Current Anthropology* 25: 238-240.
- Hrdlicka, A.
 1912. Peculiar stone industries of Argentine coast. En: A. Hrdlicka (ed.), *Early Man in South America*: 99-122. Washington D.C., Smithsonian Institution, Bureau of American Ethnology Bulletin 52.
- Katzemberg, A.
 1992. Advances in Stable Isotope Analysis of Prehistoric Bones. En: S. Saunders y A. Katzenberg (eds.), *Skeletal Biology of Past Peoples: Research Methods*: 79-103. Nueva York, Wiley-Liss.
- Keegan, W. y M. De Niro
 1988. Stable carbon and nitrogen isotope ratios of bone collagen used to study coral-reef and terrestrial components of prehistoric Bahamian diet. *American Antiquity* 53: 320-336.
- Kozameh, L. y E. Barbosa
 1988/1990. Patrones de abrasión dentaria en restos esqueléticos. En: J. Fernández (ed.), *La Cueva de Haichol. Arqueología de los Pinares Cordilleranos del Neuquén* Vol. III: 613-630. Mendoza, Anales de Arqueología y Etnología, Universidad Nacional de Cuyo 43/45.
- Krueger, H. y C. Sullivan
 1984. Models for carbon isotope fractionation between diet and bone. En: J. Tumlund y P. Johnson (eds.), *Stable Isotopes in Nutrition*: 205-220. Washington D.C., American Chemical Society Symposium Series.
- L'Heureux, L.
 1998. *Biología Oral de las Poblaciones Aborígenes Prehispánicas del Sudeste de la Región Pampeana*. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Humanidades y Artes. Universidad Nacional de Rosario.
- Madrid P. y M. Salemme
 1991. La ocupación tardía del sitio 1 de la Laguna Tres Reyes, Partido de Adolfo González Chaves, Provincia de Buenos Aires. *Boletín del Centro* 2: 165-179.
- Novellino, P. y R. Guichon
 1995. Bioindicadores en restos humanos del cementerio prehistórico de Jaime Prats (San Rafael, Mendoza) (Informe preliminar). *Notas del Museo Municipal de Historia Natural de San Rafael* 38: 3-9.
- Novellino, P.; R. Guichon; G. Neme y A. Gil
 1997. Isótopos estables y formas de subsistencia en el sur mendocino. *Resúmenes de las III Jornadas Nacionales de Antropología Biológica*. Rosario, AABRA: 26.
- Oliva, F.; A. Gil y M. Roa
 1990. Recientes investigaciones en el sitio San Martín 1 (BU/PU/5). Partido de Puán, provincia de Buenos Aires. *Shincal* 3: 135-139.
- Oporto, N.
 1983. Contribución al estudio del comportamiento del guanaco (*Lama guanicoe*), posibles aplicaciones. *Mundo Ameghiniano* 4.
- Orquera, L.
 1981. Arqueología y etnografía histórica de las Regiones Pampeanas. En: E. Piana (ed.) *Toponimia y Arqueología del Siglo XIX en La Pampa*: 31-49. Buenos Aires, EUDEBA.

G. Barrientos – Composición isotópica ($\delta^{13}C$) de muestras de restos óseos...

Park, R. y S. Epstein

1960. Carbon isotope fractionation during photosynthesis. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 21: 110-126.

Pate, D.

1994. Bone Chemistry. *Journal of Archaeological Method and Theory* 2: 161-209.

1995. Stable carbon isotope assesment of hunter-gatherer mobility in prehistoric South Australia. *Journal of Archaeological Science* 22: 81-87.

1997. Bone chemistry and paleodiet: reconstructing prehistoric subsistence-settlement systems in Australia. *Journal of Anthropological Archaeology* 16: 103-120.

Pate, D. y M. Schoeninger

1993. Stable carbon isotope ratios in bone collagen as indicators of marine and terrestrial dietary composition in southeastern South Australia: a preliminary report. En: B. Frankhauser y J. Bird (eds.), *Archaeometry: Current Australian Research*: 38-44. Canberra, Australian National University Occasional Papers in Prehistory 22.

Politis, G.

1984. *Arqueología del Area Interserrana Bonaerense*. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

1989. Quién mató al Megaterio?. *Ciencia Hoy* 1: 26-35.

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)*. Trabajo presentado en el XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina. La Plata.

Politis, G. y M. Salemme

1989. Pre-Hispanic mammal exploitation and hunting strategies in the eastern Pampa subregion of Argentina. En: L. Davies y B. Reeves (eds.), *Hunters of the Recent Past*: 352-372. Londres, Unwin Hyman.

Politis, G.; M. Gutierrez y G. Martínez

1991. Informe preliminar de las investigaciones en el sitio Paso Otero 1 (Pdo. de Necochea, Pcia de Buenos Aires). *Boletín del Centro* 3: 80-90.

Politis, G.; P. Lozano y L. Meo Guzman

1994. Evidencias de la ocupación humana prehispánica del Litoral Bonaerense en el Sitio La Olla. *Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael XIV (Segunda Parte) (1/4)*: 240.

Politis G.; P. Madrid y G. Barrientos

1992. Informe de la campaña 1992 al sitio Arroyo Seco 2 (Ptdo. de Tres Arroyos, Pcia. de Buenos Aires, Argentina). *Palimpsesto* 1: 80-85.

Price, T. (Editor)

1989. *The Chemistry of Prehistoric Human Bone*. Cambridge University Press, Cambridge.

Raedecke, K.

1976. *El guanaco de Magallanes, Chile. Distribución y Biología*. Santiago, Corporación Nacional Forestal de Chile.

Salemme, M.

1987. *Paleoetnozoología del Sector Bonaerense de la Región Pampeana, con especial atención a los mamíferos*. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

- Scillato-Yané, G.; A. Carlini; S. Vizcaíno y E. Ortíz Jaureguizar
1995. Los xenartros. En: M. Alberdi, G. Leone y E. Tonni (eds.), *Evolución Biológica y Climática de la Región Pampeana Durante los Últimos Cinco Millones de Años. Un Ensayo de Correlación con el Mediterráneo Occidental*: 184-209. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Schoeninger, M.
1995. Dietary reconstruction in the prehistoric Carson Desert: stable carbon and nitrogen isotopic analysis. En: C. S. Larsen y R. Kelly (eds.), *Bioarchaeology of the Stillwater Marsh. Prehistoric Human Adaptation in the Western Great Basin*: 96-106. New York, American Museum of Natural History, Anthropological Papers 77.
- Schoeninger, M. y K. Moore
1992. Bone stable isotopes studies in archaeology. *Journal of World Prehistory* 6: 247-292.
- Schwarcz, H. y M. Schoeninger
1991. Stable isotope analyses in human nutritional ecology. *Yearbook of Physical Anthropology* 34: 283-321.
- Sealy, J. y N. Van Der Merwe
1992. On "Approaches to dietary reconstruction in the Western Cape: Are you what you have eaten?" - a reply to Parkington. *Journal of Archaeological Science* 18: 261-275.
- Sealy, J. R. Armstrong y C. Schrire
1995. Beyond lifetime averages: tracing life histories through isotopic analysis of different calcified tissues from archaeological human skeletons. *Antiquity* 69: 290-300.
- Tauber, H.
1981. ^{13}C evidence for dietary habits of prehistoric man in Denmark. *Nature* 292: 332-333.
- Tieszen, L. y T. Fagre
1993. Effect of diet quality and composition on the isotopic composition of respiratory CO_2 , bone collagen, bioapatite and soft tissues. En: por J. Lambert y G. Grupe (eds.), *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level*: 121-155. Berlin, Springer-Verlag.
- Walker, P. y M. De Niro
1986. Stable nitrogen and carbon isotope ratios in bone collagen as indices of prehistoric dietary dependence on marine and terrestrial resources in Southern California. *American Journal of Physical Anthropology* 71: 51-61.
- Whittingham, C.
1974. *El mecanismo de la fotosíntesis*. Madrid, Blume.
- Yesner, D.; M. Figuerero Torres; R. Guichon y L. Borrero
1991. Análisis de isótopos estables en esqueletos humanos: confirmación de patrones de subsistencia etnográficos para Tierra del Fuego. *Shincal* 3: 182-191.