

# Anuario de Arqueología 2015



Universidad de la República  
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación  
Departamento de Arqueología

ANUARIO DE ARQUEOLOGÍA 2015

<http://anuarioarqueologia.fhuce.edu.uy>  
[anuariodearqueologia@gmail.com](mailto:anuariodearqueologia@gmail.com)

Instituto de Ciencias Antropológicas. Departamento de Arqueología – Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación – UdelaR.

**ISSN: 1688-8774**

ILUSTRACIÓN DE PORTADA: Figuras presentes en varios artículos de la edición 2015. Arte: Paula Tabárez

## **EDITOR RESPONSABLE**

Leonel Cabrera

## **SECRETARÍA DE EDICIÓN**

Andrés Florines

Paula Tabárez

## **CONSEJO EDITOR**

**Jorge Baeza** – Uruguay

**Roberto Bracco** – Uruguay

**Leonel Cabrera** – Uruguay

**Carmen Curbelo** – Uruguay

**Antonio Lezama** – Uruguay

**José López Mazz** – Uruguay

## **COMITÉ CIENTÍFICO**

**Tania Andrade Lima** - Brasil

**Antonio Austral** - Argentina

**Martín Bueno** - España.

**Primitiva Bueno** - España.

**Felipe Criado Boado** - España.

**Nora Franco** – Argentina.

**Arno A. Kern** – Brasil.

**Jorge Kulemeyer** –Argentina.

**Daniel Loponte** - Argentina

**Hugo Gabriel Nami** - Argentina

**Fernando Oliva** – Argentina

**Patrick Paillet** – Francia

**Gustavo Politis** – Argentina.

**Ana María Rocchietti** – Argentina.

**Mónica Sans** – Uruguay

**Marcela Tamagnini** – Argentina.

**Fernanda Tocchetto** - Brasil

**Andrés Troncoso** – Chile.

**AGRADECEMOS LA COLABORACIÓN EN ESTE NÚMERO:**

**COMITÉ EDITOR**

Leonel Cabrera Pérez - Uruguay

José María López Mazz - Uruguay

**COMITÉ CIENTÍFICO**

Jorge Kulemeyer – Argentina

Daniel Loponte -Argentina

Fernando Oliva – Argentina

Mónica Sans - Uruguay

Manuel Santos- España

Marcela Tamagnini - Argentina

Daniel Troncoso – Chile

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no necesariamente refleja el criterio o la política editorial del Anuario de Arqueología. La reproducción parcial o total de esta obra puede hacerse previa aprobación del Editor y mención de la fuente.

El Anuario de Arqueología agradece el aporte de todos los autores que participan en esta edición.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
Editorial.....	7

### **Proyectos de Docentes del Departamento de Arqueología (F.H.Cs.Ed.-UdelaR)**

Cabrera, Leonel Contenidos simbólicos y técnicas de grabado en las manifestaciones rupestre del norte uruguayo. Un abordaje desde la Arqueología Experimental.....	18
Lezama Antonio, Laura Brum, Eduardo Keldjian y Andrés Gascue Avances en la Arqueología Marítima de la Bahía de Maldonado: Prospección, Inventario y Relevamiento Documental.....	24

### **Artículos Científicos**

Barreto, Isabel La población de Colonia del Sacramento durante el período portugués: vida, muerte e interacción étnica en el siglo XVIII.....	46
Mazarino, Joaquín, Christopher Duarte y Roberto Bracco Datación por OSL: Un ejemplo de aplicación.....	72
Rocchietti, Ana María Arte Rupestre. Singularidad Radical.....	88

### **Reseña de trabajos monográficos de Estudiantes**

Arcaus, Aparicio La Calera Real del Dacá. Aproximación a la construcción del Espacio.....	115
Mut, Patricia Paleodieta de los pobladores prehistóricos del este del Uruguay: un retrato isotópico.....	147

### **Artículos inéditos**

Erchini, Carina Sitio histórico La Represa, Canelones, Uruguay.....	180
--	-----

## Paleodieta de los pobladores prehistóricos del este del Uruguay: un retrato isotópico

Patricia Mut

Departamento de Antropología Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación

mut.patricia@gmail.com

### Resumen

Actualmente, existen diversos modelos propuestos para explicar la economía de los pobladores prehistóricos del este del Uruguay. En el presente trabajo se generaron nuevos datos de isótopos estables, con el objetivo de contribuir a esta discusión a través del análisis de indicadores cuantitativos directos de dieta. Se analizaron valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en una muestra esquelética proveniente de dos sitios arqueológicos de la región caracterizados por la presencia de estructuras monticulares. Los datos isotópicos se analizaron en el contexto local y se compararon con datos existentes para la región oeste del Uruguay y del Delta del Paraná para evaluar tendencias regionales. Los patrones isotópicos para el este muestran un consumo de proteínas de tipo continental, homogéneo entre los individuos, sin indicios de consumo de recursos litorales, en contraste con hipótesis que plantean alta movilidad y vínculo costa-continente. Las mediciones de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ , muestran que algunos individuos habrían incorporado alimentos  $\text{C}_4$  de forma complementaria a una dieta predominantemente  $\text{C}_3$ . Los datos son concordantes con el registro arqueofaunístico que evidencia la explotación preferencial de especies animales continentales manteniéndose entre el 3000 a.P. hasta el período de contacto, y con el registro arqueobotánico que identifica la presencia de cultígenos, entre ellos *Zea Mays*. Las comparaciones regionales indicaron que las mediciones para el este difieren tanto de las del oeste como de las del Delta del Paraná, mientras que estas dos últimas no difieren entre sí. Según mediciones isotópicas de fauna arqueológica local, el fenómeno podría responder a diferencias de la microecología isotópica característica de la región este.

### 1. Introducción

La identificación de silicofitolitos de cultígenos como calabaza (*Cucurbita spp*) y porotos (*Phaseolus*), pero principalmente de maíz (*Zea mays*), han hecho necesaria la revisión de los modelos interpretativos sobre dieta y modos de subsistencia propuestos para los pobladores prehistóricos del este del Uruguay vinculados a los cerritos (del Puerto e Inda 1999; 2008; Iriarte et al. 2004).

Por un lado, las explicaciones de corte adaptacionista, como la caracterización de una “economía húmeda” o de “grupos de cazadores-recolectores complejos en ambientes de alta productividad” (Lopez Mazz y Bracco 1994; Pintos 2000), no descartaban estrictamente la domesticación pero se le daba un rol secundario, como complemento a una dieta cuyo núcleo se centra en la explotación de un complejo de ambientes particular: el humedal. En estos ambientes la caza de grandes

mamíferos junto con el complemento estacional de los recursos costeros se propuso como la base dietaria para sus habitantes. Dentro de este modelo las evidencias acerca de la presencia de plantas domesticadas no plantearon una gran dificultad, principalmente porque los silicofitolitos señalan la presencia de cultivo pero no permiten cuantificarlo. El modelo sin embargo, fue ajustado en la propuesta de una “economía dúctil” (Bracco 2003) en la cual se resalta el carácter de adaptación a un ambiente cambiante pero sin modificar la estructura básica de las estrategias de subsistencia. En este marco interpretativo, la especialización debe ser baja para lograr una mejor flexibilidad que asegure el aprovechamiento máximo de los recursos ambientales ante variaciones espaciales y/o temporales. Las prácticas agrícolas entonces quedan en su papel sucedáneo sin pasar a un posicionamiento central debido a que esto implicaría un mayor grado de especialización. Por otro lado, la presencia de cultígenos es tomada como altamente relevante para las interpretaciones que apuntan a la complejidad bajo el enfoque del surgimiento de sociedades Formativas (Iriarte 2006), donde la adopción del cultivo es un elemento fundamental para su desenvolvimiento o desarrollo. Enfoques similares desde una arqueología del paisaje con énfasis en la monumentalidad de las estructuras monticulares, encontraron en estos hallazgos un respaldo interpretativo (Gianotti 2000; Gianotti y López Mazz 2009; Lopez Mazz y Gianotti 1998; López Mazz 2001; Lopez Mazz y Gianotti 2001).

Al inicio de la década de 1990, se comienzan a ensayar los primeros trabajos de isótopos estables y oligoelementos en Uruguay (Bracco et al. 1993; Cohe y Hernández 1991). En estos estudios se midieron los niveles de estroncio (Sr) y zinc (Zn) y los isótopos estables del carbono (C) en colágeno (Bracco et al. 2000; Fregeiro 1996). Los valores de Sr para restos de humanos y herbívoros (cérvidos) de la región este resultaron ser muy similares, indicando una dieta con un componente importante de vegetales, o el consumo de alimentos ricos en Sr, como pueden ser los “nuts” (frutos con hueso) o los organismos marinos. Los isótopos del C mostraron valores muy empobrecidos para la región este (en el entorno de  $\delta^{13}\text{C}$  -20‰), indicando una dieta en la cual los recursos costeros y/o la incidencia del maíz habría sido nula o muy escasa, cuestionando a su vez el papel que se le había otorgado a los recursos marinos dentro de la economía de los constructores de cerritos. Debido a que no se encontraron variaciones importantes en una muestra de 15 individuos abarcando un período temporal de 1800 años (2000 a 200 años a.P.), se concluyó que no hubo cambios significativos en la composición dietaria durante ese período (Bracco et al. 2000; 2008). En base a los datos obtenidos los autores plantean la hipótesis de una economía de “alta eficiencia en ambientes de alta productividad” para las poblaciones prehistóricas del este, donde la dieta estaría compuesta principalmente de plantas  $\text{C}_3$  y fauna continental como la que abunda en las tierras bajas continentales de la región.

En el presente trabajo nos planteamos ampliar los estudios de isótopos estables en el Uruguay analizando los isótopos de C en la fracción mineral y orgánica de una nueva muestra esquelética proveniente de sitios localizados en el este del territorio nacional. Incorporando además al análisis los isótopos de N intentamos

lograr un mayor detalle a la hora de identificar las fuentes proteicas de la dieta. Nos propusimos además analizar los datos ensayando nuevos modelos estadísticos disponibles en la literatura, específicos para estos objetivos. Con el estudio de los isótopos del C se busca identificar el tipo de plantas consumidas: C<sub>3</sub> o C<sub>4</sub>. Dado que las plantas C<sub>4</sub> representan muchas de las plantas domesticadas como el maíz, y siendo que la gran mayoría de plantas es del tipo C<sub>3</sub> como arbustos, árboles y otros pastos, el método es útil para la detección de prácticas hortícolas. En base a las evidencias arqueobotánicas que indican la presencia de maíz en muchos de los sitios con estructuras monticulares, se analizó la fracción mineral para  $\delta^{13}\text{C}$ , con el objetivo de identificar señales de incorporación de este recurso en la dieta total. Se estudió también la fracción orgánica para detectar el tipo de proteína consumida. A su vez, se incluyó el estudio de los isótopos del N para distinguir entre fuentes proteicas continentales y marinas.

## **2. Materiales y Métodos**

Se trabajó con una serie de 9 individuos procedentes del este del Uruguay, departamento de Rocha (Tabla 1). Ocho de ellos fueron recuperados en excavaciones arqueológicas y el restante corresponde a un fémur un individuo adulto hallado en la playa de La Coronilla. A pesar de no tener información contextual asociada, fue datado por  $^{14}\text{C}$  dando como resultado  $3520 \pm 60$  años a.P. (URU 0528, Bracco 2014 comunicación personal), constituyéndose en el resto óseo humano más antiguo conocido hasta la fecha para Uruguay. A excepción de este último, los individuos provienen de dos sitios arqueológicos que se encuentran muy cercanos geográficamente en la zona de la Sierra de San Miguel: CH2D01 (elevación A y B) (Femenías et al. 1990) y CG14E01 (Cabrera y Marozzi 2001) (Figura 1). Ambos sitios se caracterizan por la presencia de montículos y por haberse recuperado en ellos un gran número de enterramientos. Los restos óseos presentan en general muy buen estado de conservación. Todos los individuos seleccionados para estudio son adultos, evitando posibles diferencias en la dieta que puedan deberse a algún tipo de alimentación diferencial para individuos subadultos (niños o adolescentes).

ID	Sitio	Sexo	Fecha	$\delta^{13}\text{C}_{\text{Col}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{Apa}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{Col-Apa}}$ (‰)	%C:%N ratio
Coronilla	playa La Coronilla	s/d	3520 ± 60	-13,8	-8,8	17,7	4,9	2,7
CHB	CH2D01-B	Femenino	s/d	-20,6	-8,6	9,2	12	2,9
CG10	CG14E01	Masculino	s/d	-20,5	-9,8	9,8	10,7	2,7
CG9	CG14E01	Femenino	s/d	-20,8	-9,3	9,7	11,5	2,8
CH19	CH2D01-A	Masculino	1450 ± 70	-21,6	-12,2	9,2	9,4	3,1
CH13	CH2D01-A	Masculino	s/d	-20,6	-9	9,4	11,6	3
CH12	CH2D01-A	Masculino	s/d	-20,9	-11,8	9,8	9,1	2,8
CH20	CH2D01-A	Femenino	1610 ± 46	-21,6	-12,3	9,6	9,2	2,6
CH15	CH2D01-A	Masculino	1000 ± 85	-21,5	-11,8	9,6	9,7	2,7

**Tabla 1.** Composición isotópica de las 9 muestras óseas humanas del este del Uruguay. Valores para  $\delta^{13}\text{C}$  (en fracción mineral y orgánica) y  $\delta^{15}\text{N}$ . Fecha: se incluyen solamente dataciones directas sobre hueso; CH20 datado por AMS (Sans et al. 2012); CH19 datado por  $^{14}\text{C}$  (Bracco 2006); CH15 datado por  $^{14}\text{C}$  en este trabajo; Coronilla datado por  $^{14}\text{C}$  (Bracco 2014 comunicación personal).

Con respecto a la cronología, el período de ocupación de los sitios de San Miguel es muy amplio. Para CG14E01, la base del cerrito fue datada en 3660 ± 120 años a.P. y la ocupación del mismo se extiende hasta tiempos históricos. El período de ocupación sería de aproximadamente 3000 años (Cabrera 2005). En el caso de CH2D01 la ocupación del sitio comienza hacia los 2500 años a.P. (entre 2530 ± 60 años a.P. y 2350 ± 60 años a.P.) y también se extiende hasta tiempos históricos (Bracco et al. 2008).

Si bien se han realizados varias dataciones en estos sitios, un pequeño número corresponde a dataciones directas en restos óseos humanos y las existentes muestran una gran amplitud temporal. Con respecto al sitio CG14E01, se han realizado dos dataciones de enterramientos de las capas superiores que han dado resultados alrededor de 800 años  $^{14}\text{C}$  a.P. (Bracco 2006). Sin embargo, los trabajos publicados del sitio no describen la asociación entre enterramientos y entre éstos y los diferentes niveles. Bracco y colaboradores (2008) de acuerdo a todas las cronologías obtenidas a partir de restos humanos en la región este, propusieron una edad máxima de 2000 años a.P. para los enterramientos en los sitios con estructuras monticulares. No obstante, recientemente fue publicado un estudio sobre uno de los esqueletos que integra nuestra serie (esqueleto 9, aquí siglado como CG9) donde se brinda información detallada sobre su contexto de recuperación y ajuar funerario (Cabrera et al. 2014). En base a estos datos los autores lo asignan al período temporal post contacto<sup>7</sup>.

Frente a este panorama y con el fin de contribuir a resolver el problema de la escasez de fechados directos en restos óseos, se dató por  $^{14}\text{C}$  uno de los individuos seleccionados para este estudio (grupo óseo 15).

<sup>7</sup>Estos datos no eran conocidos al momento de la selección de las muestras.

Las muestras óseas consistieron de fragmentos de huesos largos (hueso cortical) ya que es hueso más compacto y por lo tanto más indicado para obtener un mejor rendimiento en la extracción de colágeno (miligramos de colágeno por gramo de hueso), al tiempo que colágeno menos alterado. Los huesos largos además se encuentran menos sujetos a contaminación en contraste con el tejido esponjoso como las costillas, por lo que estos últimos pueden generar lecturas distorsionadas, particularmente de N (Jørkov et al. 2007). Se tomaron muestras para obtener aproximadamente 5 g de hueso limpio necesarios para la extracción de al menos 0.2 g de colágeno y 1 g para apatita. El tamaño del fragmento obtenido de cada pieza dependió de su densidad ósea. Los fragmentos óseos se limpiaron de forma mecánica (*mini drill*) eliminando la capa externa. Luego se molieron en mortero manual hasta obtener una fracción homogénea de <200 mesh. En promedio se utilizaron 7,5 g de tejido óseo (peso del material sin limpiar mecánicamente) de cada individuo.

Para los individuos "CH2D01-B" y "CH2D01-A grupo óseo 15" se tomó mayor cantidad de muestra ósea con el fin de realizar un fechado por  $^{14}\text{C}$ . Sin embargo solo se recuperó la cantidad de colágeno requerida para datación en el caso del individuo CH2D01-A grupo óseo 15.



**Figura 1.** Mapa indicando los sitios de donde provienen los individuos analizados: 1) CG14E01 ("Isla Larga"); 2) CH2D01; 3) La Coronilla.

Para aproximarnos a la ecología isotópica de la región y evaluar posibles fuentes alimenticias se utilizaron valores isotópicos de fauna publicados en investigaciones anteriores del Uruguay, aunque éstos solamente incluyen isótopos de C medidos en la fracción colágeno (Bracco et al. 2000). Esta base se complementó con nuevos datos generados para fauna arqueológica para los cuales se midieron además

valores de  $\delta^{15}\text{N}$  (Bracco 2014 comunicación personal). Los datos se presentan en la Tabla 2.

### Extracción de colágeno y apatita

Las extracciones de la fracción proteica y de la fracción mineral para la medición de las relaciones isotópicas se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de  $^{14}\text{C}$ , Facultad de Química, Universidad de la República, en Montevideo, Uruguay.

La extracción del colágeno se realizó siguiendo la técnica propuesta por Longin (1971) con modificaciones de Chisholm et al. (1983) y Schoeninger and DeNiro (1984). Al material óseo pulverizado se le agrega ácido clorhídrico (HCL) al 8% en una relación de 200 ml/10g de muestra agitando constantemente en agitador magnético por 15 minutos. En este paso se eliminan los componentes inorgánicos de la muestra, así como también otros contaminantes orgánicos que pueda contener. Finalizada la digestión con HCL se agrega agua destilada y se transfiere la muestra a tubos Falcon de 15 ml. Se centrifuga por 2 minutos a 4000 rpm. En este paso se observa el colágeno precipitado.

Se realizan lavados con agua destilada hasta alcanzar pH neutro. Se transfiere el precipitado a un vaso de bohemia con 30 ml de hidróxido de sodio (NaOH) 0.5% para eliminar ácidos fúlvicos, dejándose por toda la noche a temperatura ambiente (Chisholm et al. 1983; DeNiro y Epstein 1981). Finalmente, el colágeno precipitado se lava con

Especie	Sitio	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ (‰)	Referencia
Nutria	PSL	5,41	-23,76	Bracco com. personal
Nutria	PSL	3,99	-22,02	Bracco com. personal
Venado	CH2D01	4,77	-24,63	Bracco com. personal
Cérvido	CH2D01	5,15	-21,71	Bracco com. personal
Lobo Marino	G. del Monte	18,28	-16,84	Bracco com. personal
Corvina negra	G. del Monte	13,56	-17,31	Bracco com. personal
Pez	Soriano-oeste	-	-19,40	Bracco et al. 2000
Cérvido	CH2D01-B	-	-20,40	Bracco et al. 2000
Pez	CH2D01-B	-	-19,70	Bracco et al. 2000
Cérvido	CH2D01-B	-	-21,20	Bracco et al. 2000
Cérvido	CH2D01-B	-	-21,10	Bracco et al. 2000

**Tabla 2.** Datos isotópicos de restos arqueológicos de fauna del Uruguay.

agua destilada hasta alcanzar pH neutro, se descarta el sobrenadante y se deja secar en estufa a 60°C.

Para la extracción de la fracción mineral se utilizó el protocolo sugerido por Koch et al. (1997) con modificaciones. Se partió siempre de 1 g de hueso pulverizado. A este material se le agregó 40 ml de ácido acético al 10% por 30 minutos para remover los carbonatos contaminantes. Luego se le agregó agua destilada y se dejó decantar. Se descartó el sobrenadante y el precipitado se lavó 5 veces con agua

destilada midiendo el pH hasta alcanzar un pH neutro. Se descartó el sobrenadante y se dejó secando *overnight* en estufa a 60°C. Al precipitado se le agregó 50 ml de hipoclorito comercial diluido (aproximadamente 1:2) para obtener un pH > 9. La muestra se dejó tapada a 4°C por 5 días, controlando periódicamente el pH. Finalmente se lavó con agua destilada hasta remover todo resto de hipoclorito y se secó en estufa.

### **Mediciones de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ y control diagenético**

Las relaciones isotópicas  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$  y  $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$  fueron medidas a través de espectrometría de masas de relaciones isotópicas (IRMS) en *Stable Isotope Ratio Facility for Environmental Research* (SIRFER), Universidad de Utah, Salt Lake City, EEUU. Los valores son expresados como abundancia relativa ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ), calculados con respecto a los estándares internacionales: *Vienna Pee Dee Belemnite* (vPDB) para C y  $\text{N}_2$  atmosférico (*AIR-ambient inhalable reservoir standard*) para N.

Para evaluar el grado de alteración diagenética e identificar contaminación de las muestras (colágeno) se utilizaron tres indicadores:

- 1) porcentaje de colágeno recuperado con relación a la muestra utilizada (peso del colágeno/peso total del hueso procesado); se considerará que el colágeno no está alterado si la proporción de colágeno es superior al 4-5% (Taylor 1992);
- 2) relación C:N, la cual debe encontrarse en el rango 2.9 – 3.6 para considerar que el colágeno se encuentra en buen estado de conservación y contiene valores de C y N inalterados (DeNiro 1985);
- 3) análisis de correlación entre los valores de C:N y  $\delta^{13}\text{C}$  o  $\delta^{15}\text{N}$ . Según White y Schwarcz (1994) una correlación significativa entre estas variables (C:N y  $\delta^{13}\text{C}$  y/o C:N y  $\delta^{15}\text{N}$ ) sería indicativo de alteraciones diagenéticas del colágeno.

### **Análisis cuantitativos**

En los últimos años se han desarrollado un gran número de métodos analíticos de tipo cuantitativos para el estudio isótopos estables, los cuales permiten comprender mejor las relaciones entre diferentes variables isotópicas, la dieta y las cadenas tróficas. En este trabajo se analizaron los datos de Uruguay a través de dos modelos: el propuesto por Kellner y Schoeninger (2007) a partir de datos isotópicos de C y un modelo multivariado propuesto por Froehle et al. (2012). El primero de ellos explora la relación entre los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  considerando que ambos reflejan diferentes componentes de la dieta. En el caso del colágeno el organismo incorpora selectivamente para su formación o síntesis los aminoácidos esenciales, y por lo tanto refleja los componentes proteicos de la dieta, mientras que la fracción mineral es sintetizada a partir de los átomos de carbono de todos los macronutrientes (carbohidratos, lípidos y proteína) reflejando la composición de la dieta total (Ambrose 1993; Ambrose y Norr 1993; Jim et al. 2004; Kellner y Schoeninger 2007; Lee-thorp et al. 1989; Tieszen y Fagre 1993). Graficando los valores de estudios experimentales para  $\delta^{13}\text{C}$  en apatita y colágeno de animales con dietas controladas se generan 2 agrupamientos que corresponden a los distintos tipos de dietas según composición proteica, de tipo  $\text{C}_3$  o  $\text{C}_4$ /marina. Estos agrupamientos generan 2 líneas de regresión paralelas según el tipo de proteína consumida, por lo que el posicionamiento de un

individuo con respecto a estas líneas brindará información acerca de la composición de alimentos  $C_3$  y  $C_4$ /marinos en la dieta. Kellner y Schoeninger (2007) demostraron que las relaciones isotópicas entre dieta y hueso de los animales utilizados no difieren de manera significativa de los humanos, por lo que el modelo puede aplicarse a poblaciones arqueológicas con dietas desconocidas para inferir las fuentes principales de energía y proteínas. En un trabajo posterior, Froehle et al. (2010) propone modificaciones al modelo de Kellner y Schoeninger (2007) al combinar los grupos con proteína  $C_4$  y marina que en el modelo original se presentan superpuestos.

El modelo propuesto por Froehle et al. (2012) integra 3 valores isotópicos diferentes,  $\delta^{13}C_{\text{apatita}}$ ,  $\delta^{13}C_{\text{colágeno}}$  y  $\delta^{15}N$ , lo que permite resolver dificultades que pueden plantearse cuando se analizan solamente 2 valores (como por ejemplo la relación  $\delta^{13}C_{\text{apatita}} - \delta^{13}C_{\text{colágeno}}$ ). En particular, al añadir los datos isotópicos de N pueden resolverse ambigüedades que suelen presentarse cuando proteína marina y alimentos  $C_4$  son recursos alimenticios que podrían formar parte de la dieta de las poblaciones en estudio. Froehle et al. (2012) aplican un análisis de conglomerados de k-medias a una muestra de 158 individuos de diferentes poblaciones arqueológicas con dietas que se encuentran bien caracterizadas, generando 5 *clusters* que se corresponden con tipos de dietas diferentes (Tabla 3). Utilizando esta clasificación se genera una función lineal discriminante, la cual podrá utilizarse para clasificar dentro de estos grupos a individuos y poblaciones de dietas desconocidas. Asimismo, se derivan tres funciones discriminantes, que fueron aplicadas a las 9 muestras de Uruguay para caracterizar la dieta de los individuos según su grupo de pertenencia más probable en este modelo.

<i>Cluster</i>	Relación $C_3:C_4$ (dieta total)	Proteína
1	100:0	$C_3$
2	30:70	> 50% $C_4$
3	50:50	marina
4	70:30	$\geq 65\% C_3$
5	30:70	$\geq 65\% C_3$

**Tabla 3.** Composición de la dieta para cada uno de los 5 agrupamientos (*clusters*) en el modelo de Froehle et al. (2012).

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa SPSS 20.0 para Windows 8.0.

### 3. Resultados

#### Control diagenético

Aunque en el proceso de extracción de colágeno pudieron apreciarse diferencias en las cantidades obtenidas y en el aspecto del colágeno, todas las muestras tuvieron buenos rendimientos.

Para estudiar si existe una correlación significativa entre C:N y  $\delta^{13}\text{C}$  o  $\delta^{15}\text{N}$  en las 9 muestras a analizar, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. No se hallaron correlaciones significativas entre C:N y  $\delta^{13}\text{C}$  ( $r_s = -0.110$ ,  $p = 0.778$ ), ni entre C:N y  $\delta^{15}\text{N}$  ( $r_s = -0.651$ ,  $p = 0.058$ ). Ambas pruebas de correlación, junto con el hecho de que la relación C:N se encuentra dentro del rango aceptado (entre 2,9 y 3,6) para todos los individuos, permiten afirmar que las muestras no han sufrido alteraciones diagenéticas importantes que alteraran sus relaciones isotópicas (De Niro 1985; White y Schwarcz 1994) (Tabla 1).

### Resultados $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$

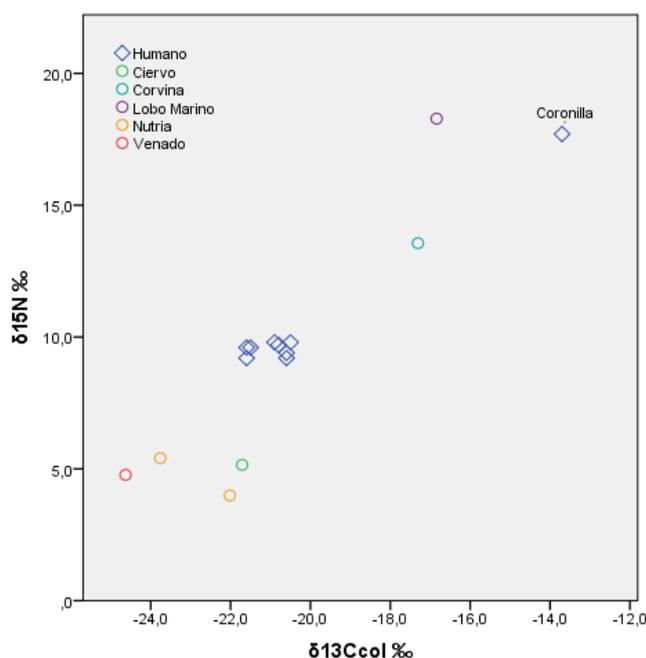
Los resultados de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  tienen un valor medio de  $-20.2 \text{‰} \pm 2.5 \text{‰}$  (CV = 12.4%) y varían entre  $-21.6 \text{‰}$  y  $-13.8 \text{‰}$ . El extremo superior corresponde a la muestra de La Coronilla, mostrando ser un valor atípico para este conjunto de datos (Tabla 1). Si se deja por fuera la muestra de la Coronilla, los resultados son más homogéneos para los 8 individuos, variando entre  $-21.6 \text{‰}$  y  $-20.5 \text{‰}$ , con una media más empobrecida y un desvío considerablemente menor:  $-21.0 \text{‰} \pm 0.5 \text{‰}$  (CV = 2.4%). Estos valores indican que la dieta de los individuos recuperados de cerritos se habría basado en recursos con vía fotosintética  $\text{C}_3$ . El valor de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  de la muestra de La Coronilla se corresponde más con una dieta de tipo marina, o con menor contenido proteico y alimentos vegetales enriquecidos en  $\delta^{13}\text{C}$ . Estas posibilidades se podrán acotar al momento que se considere la información que aporten los otros isótopos estudiados ( $\delta^{13}\text{C}$  en apatita y  $\delta^{15}\text{N}$ ).

El valor medio  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  de los datos para la región este presentados en Bracco et al. (2000) es  $-20.2 \text{‰} \pm 0.9 \text{‰}$  (CV = 4.5%). La diferencia entre este conjunto de muestras y el generado en este trabajo no es estadísticamente significativa ( $p = 0.05$  U Mann-Whitney), lo cual es esperable ya que ambos conjuntos de datos provienen de contextos arqueológicos similares e incluso de los mismos sitios.

### Resultados de $\delta^{15}\text{N}$

Los valores para  $\delta^{15}\text{N}$  varían entre  $9.2 \text{‰}$  y  $9.8 \text{‰}$  con un valor promedio de  $9.5 \text{‰} \pm 0.2 \text{‰}$  (CV = 2.1%) para el conjunto de 8 enterramientos de cerritos. Estos datos evidencian que la muestra exhibe muy poca variabilidad, al igual que los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ . Los resultados se encuentran dentro de lo esperado para una dieta basada en recursos terrestres, en concordancia con los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ . Los datos de posibles recursos alimenticios locales con los que contamos son de fauna terrestre y marina, los cuales se encuentran en detalle en la Tabla 2. El promedio para la fauna terrestre es de  $4.8 \text{‰}$  ( $n=4$ ) que incluye *Ozotoceros bezoarticus* (Venado de Campo), *Blastocerus dichotomus* (Ciervo de los Pantanos) y *Myocastor coipus* (Nutria). Para fauna marina solamente contamos con datos de un *Pogonias cromis* (Corvina Negra) con un valor  $\delta^{15}\text{N}$  de  $13.6 \text{‰}$  y un espécimen de *Otariidae* de género y especie no especificado (lobo marino) con un valor  $\delta^{15}\text{N}$  muy enriquecido de  $18.3 \text{‰}$ , lo que se explica por el hecho de que este vertebrado tiene una alimentación exclusivamente marina pero está muy arriba en la cadena trófica. La muestra de La Coronilla, por otro lado, nuevamente se presenta como atípica para la serie, mostrando un valor que se

corresponde con una dieta predominantemente marina. La Figura 2 muestra un gráfico de dispersión donde se pueden apreciar las relaciones tróficas entre los individuos analizados y la fauna arqueológica local.



**Figura 2.** Gráfico de dispersión con valores de  $\delta^{15}N$  vs.  $\delta^{13}C_{colágeno}$  para las 9 muestras humanas junto con las muestras arqueológicas de fauna local (Bracco comunicación personal).

### $\delta^{13}C_{apatita}$ y espaciamento entre ambas fracciones ( $\Delta^{13}C_{colágeno-apatita}$ )

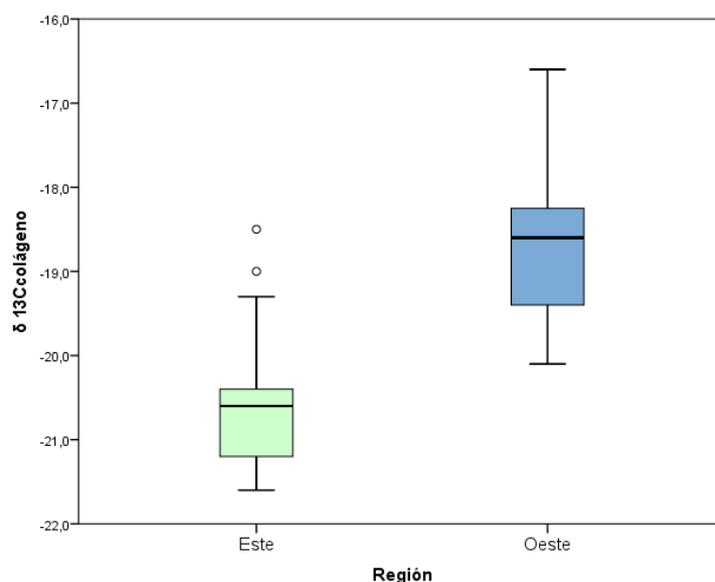
El rango para los valores de  $\delta^{13}C_{apatita}$  es de  $-8.6 \text{ ‰}$  a  $-12.3 \text{ ‰}$ , con una media de  $-10.4 \text{ ‰} \pm 0.5 \text{ ‰}$  ( $CV = 4.8\%$ ). La muestra de La Coronilla presenta un valor de  $-8.8 \text{ ‰}$  y en este caso no se despegaba del resto como se observó con los isótopos medidos en colágeno ( $\delta^{13}C_{colágeno}$  y  $\delta^{15}N$ ). Los valores no presentan una gran variabilidad, aunque las interpretaciones para este rango pueden diferir entre los individuos con los valores más bajos y los más altos, tendiendo estos últimos hacia valores característicos de dietas de tipo “mixtas” (i.e. dietas predominantemente terrestres que incorporan elementos enriquecidos en  $^{13}C$  que suelen ser alimentos marinos o cultígenos de tipo  $C_4$ ).

Todas las muestras presentan valores muy altos para la diferencia en los valores de  $\delta^{13}C$  entre la fracción colágeno y apatita ( $\Delta^{13}C_{colágeno-apatita}$ ) (media  $\Delta^{13}C_{col-apa} 10.4 \text{ ‰} \pm 1.2 \text{ ‰}$ ,  $CV = 11.5\%$ ), con excepción de La Coronilla (Tabla 1). Según Ambrose et al. (1997) estos valores indicarían que el  $\delta^{13}C$  del componente proteico se encuentra más empobrecido que el de la dieta total. Para dietas monoisotópicas, donde el valor del componente proteico y del energético es el mismo, el valor de espaciamento se espera que sea de  $4.4 \text{ ‰}$ , valor al que se aproxima la muestra de La Coronilla ( $4.9 \text{ ‰}$ ). Asimismo, se ha demostrado que las dietas de carnívoros presentan un menor espaciamento  $\Delta^{13}C_{colágeno-apatita}$  que herbívoros, y en base a esta relación, se ha

sugerido que grandes espaciamentos serían indicativos de dietas donde el componente vegetal es importante (Ambrose 1993; Harrison and Katzenberg 2003).

### Comparación entre región este y oeste

Con el objetivo de comparar los valores isotópicos de la zona oeste con la zona este del Uruguay se consideró para la muestra este el conjunto de datos presentado en Bracco et al. (2000) junto con los generados en este trabajo. Para esta muestra el valor medio de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  es  $-20.5 \text{ ‰} \pm 0.9 \text{ ‰}$  (CV = 4.4%),  $n=21$ , nuevamente dejando fuera el valor atípico del individuo de La Coronilla. Las muestras clasificadas en el trabajo de Bracco et al. (2000) como norte (media =  $-18.6 \text{ ‰} \pm 1.5 \text{ ‰}$ , CV = 8.1%), se consideraron en conjunto con las muestras oeste (media =  $-18.7 \text{ ‰} \pm 0.7 \text{ ‰}$ , CV = 3.74%) por encontrarse en la zona oeste del territorio la cual presenta cierta homogeneidad cultural y cronológica. Además el grupo oeste solamente está representado por 3 individuos del departamento de Soriano, y ambos grupos tienen valores isotópicos muy similares, no encontrándose diferencias significativas entre las dos series (oeste  $n = 3$ ; norte  $n = 4$ ;  $p = 0.724$  U Mann-Whitney). La muestra de la región oeste es más pequeña, representada por 7 individuos y con un  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  promedio de  $-18.6 \text{ ‰} \pm 1.1 \text{ ‰}$  (CV= 5.9%). Si bien ambas regiones presentan valores que se corresponden con una ingesta de recursos mayoritariamente  $\text{C}_3$ , las diferencias entre ellas son estadísticamente significativas ( $p = 0.01$  U Mann-Whitney) (Figura 3).



**Figura 3.** Diagrama de cajas comparando las muestras asignadas a las regiones este y oeste del Uruguay para  $\delta^{13}\text{C}$  medido en colágeno.

### Análisis comparativo regional

Se analizaron las variables  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  para los restos presentados en este trabajo junto con datos publicados de 11 muestras arqueológicas humanas de

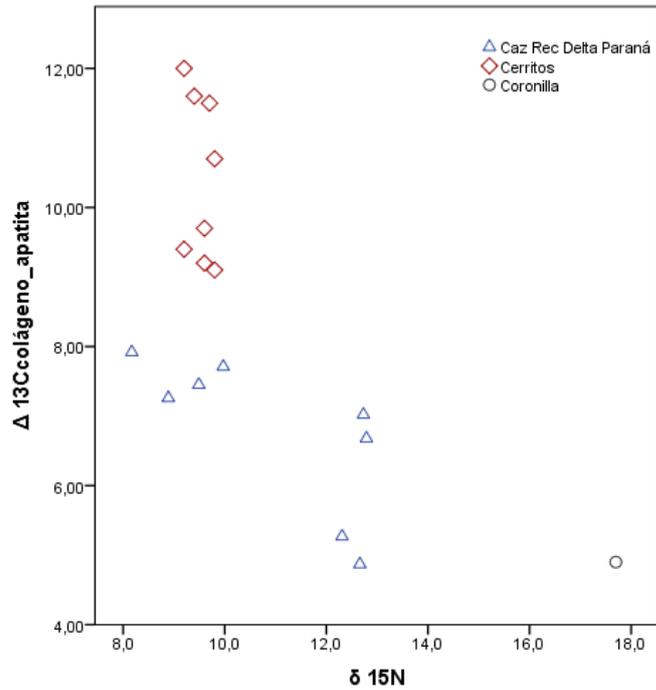
grupos caracterizados como cazadores recolectores de la zona del Delta del Paraná (Loponte 2008; Loponte y Kozameh 2009; Loponte et al. 2011) (Tabla 4). Se incluyeron además otros dos individuos inhumados en urnas, recuperados en el sitio Aº Malo, que Loponte (2008) describe como pertenecientes a grupos horticultores identificados como guaraníes. Estas muestras se incluyeron como referencia para individuos con dietas que contienen un componente importante de maíz. Las muestras del Delta del Paraná fueron seleccionadas por la cercanía geográfica y temporal, por la similitud ambiental y arqueológica.

La representación gráfica del espaciamento  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno-apatita}}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  (Figura 4), indica que las muestras del este de Uruguay difieren de las del Delta del Paraná. Esta diferencia es estadísticamente significativa para la distribución de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  ( $p < 0.05$ , U Mann-Whitney), no así para  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  ( $p = 0.052$ , U Mann-Whitney). Para  $\delta^{15}\text{N}$  los valores presentan 2 agrupamientos, por un lado las muestras de cerritos tienen valores cercanos a individuos que provienen del sector continental del humedal del Paraná Inferior, y se diferencian de 4 individuos recuperados en el sitio “Los Marinos” ubicado en el Delta Superior (Loponte y Kozameh 2009). Algunas de las muestras descriptas arriba no se incluyen en este análisis debido a que no cuentan con datos de  $\delta^{15}\text{N}$ .

Al comparar las regiones este (cerritos), oeste (litoral del Río Uruguay) y Delta del Paraná (excluyendo muestras guaraníes) a través de los datos de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  (los únicos datos disponibles en las 3 zonas), la prueba de *Kruskal-Wallis* mostró que hay una diferencia estadísticamente significativa entre los 3 grupos ( $X^2 = 16.1$ ,  $gl = 2$ ,  $n = 39$ ,  $p < 0.05$ ). Se realizó una prueba *post hoc* para saber qué grupos son los que difieren entre sí.

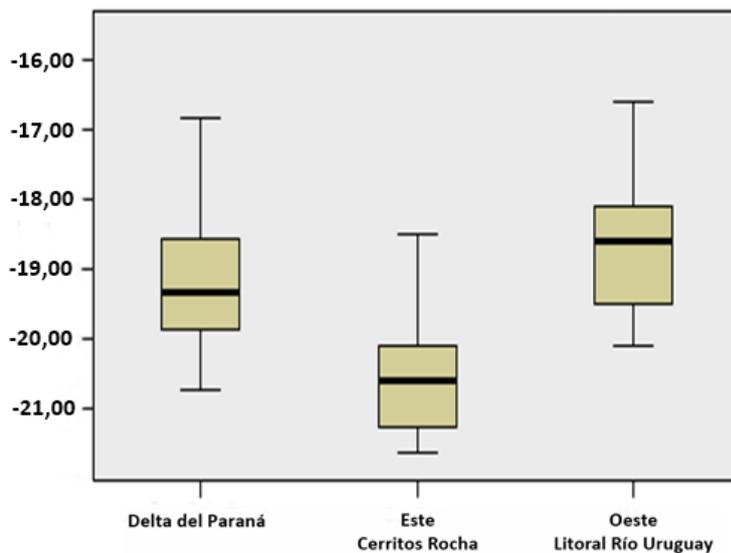
ID	Sitio	$\delta^{13}\text{C}_{\text{Col}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{Apa}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	Referencia
LZ 200	Co Lutz	-19,6	-12,5	-	Loponte 2008
LBS1-33	LBS1	-18,85	-11,4	10	Loponte 2008
LBS2-12	LBS2	-18,51	-11,6	9,5	Loponte 2008
A-121	Anahí	-19,34	-11,42	8,2	Loponte 2008
G1	Garín	-16,85	-9,59	8,9	Loponte 2008
CL-E3	Co Lutz	-20,3	-13	-	Loponte et al. 2011
CL-E9	Co Lutz	-19,7	-12,2	-	Loponte et al. 2011
LM7	Los Marinos	-19,16	-14,29	12,7	Loponte y Kozameh 2009
LM21	Los Marinos	-19,86	-14,59	12,3	Loponte y Kozameh 2009
LM26	Los Marinos	-20,73	-12,98	12,7	Loponte y Kozameh 2009
LM123	Los Marinos	-18,56	-11,88	12,8	Loponte y Kozameh 2009
AM6630/T4-16	Aº Malo	-15,2	-10,2	-	Loponte 2008
AM6631/T5-11	Aº Malo	-15,2	-10,1	-	Loponte 2008

**Tabla 4.** Datos isotópicos de la muestra del Delta del Paraná. Algunos de los individuos no presentan datos de  $\delta^{15}\text{N}$ .



**Figura 41.** Gráfico de dispersión con valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y del espaciado  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno-apatita}}$  para las muestras de cerritos y La Coronilla (este trabajo) y datos de cazadores recolectores ( $n = 8$ ) del área del Delta del Paraná (Loponte 2008; Loponte y Kozameh 2009; Loponte et al. 2011).

La muestra de cerritos mostró diferencias significativas tanto con la región oeste como con el Delta del Paraná ( $\chi^2 = -17.3$ ,  $p < 0.05$ ;  $\chi^2 = 12.4$ ;  $p < 0.05$  respectivamente), no obstante las diferencias entre estas dos últimas no resultaron ser estadísticamente significativas ( $\chi^2 = -4.9$ ,  $p > 0.5$ ) (Figura 5).



**Figura 5.** Análisis *post hoc* de la prueba de *Kruskal-Wallis*. Comparación de valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  para muestras de las regiones: Delta del Paraná ( $n = 11$ ) (de acuerdo a datos de Loponte 2008; Loponte and

Kozameh 2009), este del Uruguay (n = 21) (datos de este trabajo y Bracco et al. 2000), oeste del Uruguay (n = 7) (datos de Bracco et al. 2000).

### Modelo bivariado de regresión para $\delta^{13}\text{C}$

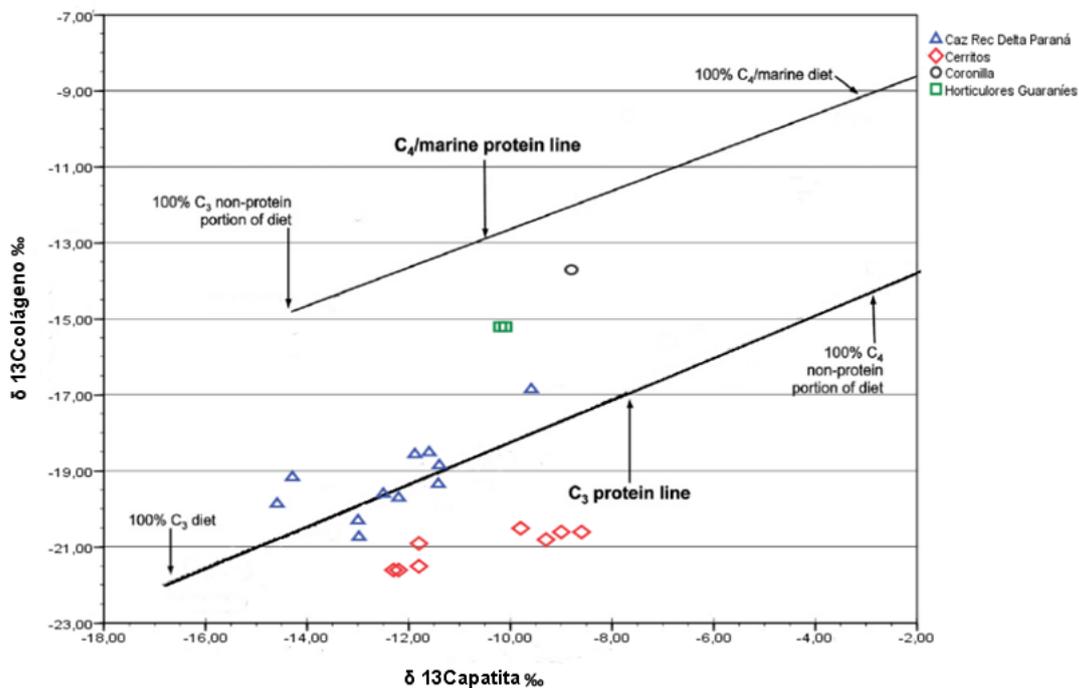
El posicionamiento de las muestras en el modelo de Froehle et al. (2010) y Kellner y Schoeninger (2007) ilustrado en la Figura 6 indica que la fuente proteica tanto para las muestras de cerritos de Uruguay como las del Delta del Paraná habría sido de tipo  $\text{C}_3$ . El posicionamiento entre los extremos de la línea correspondiente al tipo de proteína consumida, en este caso  $\text{C}_3$ , brinda información sobre carbohidratos y lípidos consumidos, por lo que se obtiene información de la dieta total y no solamente de la parte proteica. Con respecto a la dieta total para este grupo de muestras vemos que la tendencia es hacia una dieta en la cual las fuentes de energía (carbohidratos y lípidos) también se obtuvieron de alimentos  $\text{C}_3$ . No obstante, para algunos de los individuos, en particular 4 de cerritos (CHB, CG10, CG9 y CH13), su posición en la línea indica un consumo mixto  $\text{C}_3/\text{C}_4$  de fuentes de energía. Además, puede observarse que los individuos de cerritos se ubican por debajo de la línea de proteína  $\text{C}_3$ , en particular los 4 arriba mencionados, que se ubican más hacia el centro de la línea proteica. Esto se debe a los valores más altos de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  que lo esperado para una dieta 100%  $\text{C}_3$  según sus correspondientes valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ . Es apreciable que un individuo del Delta del Paraná sobresale del grupo debido a valores más enriquecidos en ambas fracciones y que fue señalado como atípico para el conjunto por Loponte (2008). En el caso de las muestras de Aº Malo, su posición es la esperada según su caracterización en Loponte (2008) y Loponte et al. (2011), donde la proteína de la dieta se habría obtenido del consumo de alimentos de rutas fotosintéticas  $\text{C}_4$ , probablemente maíz, y de fuentes  $\text{C}_3$ , posiblemente del consumo de recursos animales.

La muestra de La Coronilla también se ubica entre las dos líneas proteicas, pero más alejada de estas últimas y más cercana a la línea de proteína  $\text{C}_4$ /marina. Considerando el valor de  $\delta^{15}\text{N}$  que se obtuvo para esta muestra parece claro que la proximidad con esta línea proteica es por consumo de recursos marinos en lugar de  $\text{C}_4$ , como en el caso anterior. El modelo indica además que la dieta total (carbohidratos, lípidos y proteínas) estaba compuesta por recursos de tipo  $\text{C}_3$ , probablemente en forma de recursos vegetales así como también animales continentales.

### Modelo multivariado

Por último, los datos de Uruguay fueron analizados en base al modelo multivariado propuesto por Froehle et al. (2012). Se reprodujo el análisis de función discriminante con los 158 individuos publicados en Froehle et al. (2012) y se incluyeron a los casos de Uruguay sin una asignación *a priori* para grupo de pertenencia para ver cómo se clasificaban dentro de los 5 grupos de dietas caracterizadas (Tabla 3). Se mantuvieron todos los parámetros para el análisis según lo descrito en Froehle et al. (2012). Las funciones discriminantes generadas, los coeficientes de correlación así como las clasificaciones de los individuos fueron las mismas que en el trabajo original. Los resultados para las muestras de Uruguay se presentan en la Tabla 5. Según las predicciones del análisis, todas las muestras de

cerritos se asignaron al grupo 4, el cual se caracteriza como dieta predominantemente C<sub>3</sub> pero con una pequeña contribución de alimentos C<sub>4</sub> (para el grupo 4 la relación C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> es 70:30 con más del 65% de proteína C<sub>3</sub>).



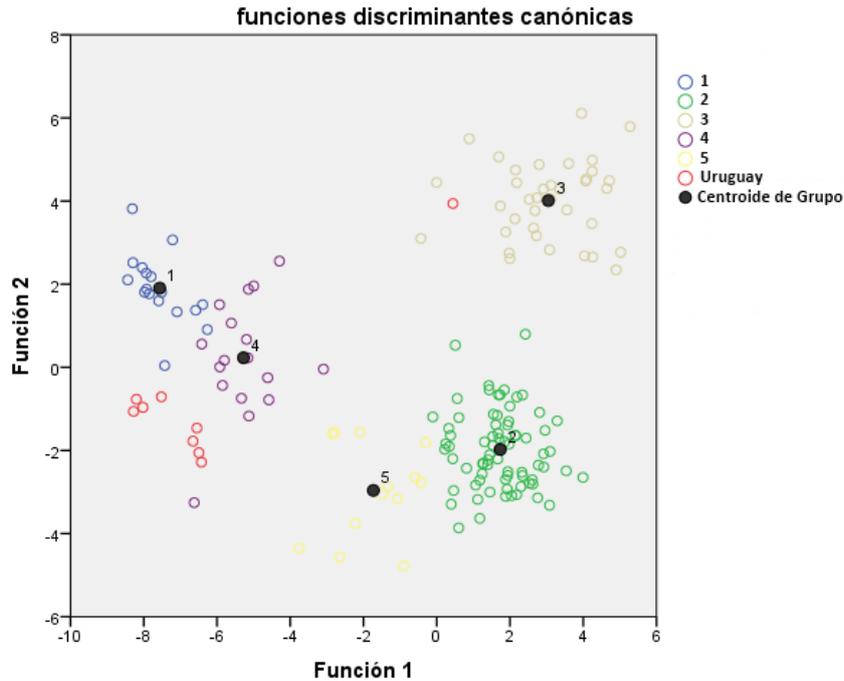
**Figura 6.** Valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Colágeno}}$  y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Capitata}}$  graficadas junto con las líneas de regresión de referencia para proteína C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>/marina propuestas por Froehle et al. 2010. Se incluyeron las muestras de Uruguay (identificadas como “cerritos” para todas las muestras de los sitios CH2D01 y CG14E01 y “La Coronilla”), junto con cazadores recolectores (n = 11) y horticultores (n = 2) del área del Delta del Paraná (Loponte 2008; Loponte y Kozameh 2009; Loponte et al. 2011).

La probabilidad de pertenencia a los grupos es alta en general, excepto para los individuos CH19 y CH20 de cerritos, cuyas probabilidades de pertenencia son 0.60 y 0.54 respectivamente. El segundo grupo más probable de pertenencia pronosticado para estos individuos es el grupo 1, que es el correspondiente a una dieta 100% C<sub>3</sub> (no se muestran los datos). En el gráfico de dispersión (Figura 7) se presentan las muestras de Uruguay en relación a los centroides de los 5 grupos junto con las muestras asignadas a los mismos presentadas en el trabajo de Froehle et al. (2012) (n=158). Las distancias al centroide del grupo asignado (distancia de Mahalanobis al cuadrado, Tabla 5) son relativamente altas para las muestras uruguayas. En el gráfico de dispersión (Figura 7) se puede apreciar que las muestras de Uruguay se encuentran a una distancia mayor del centroide del grupo asignado que cualquiera de las otras muestras correspondientes a los grupos 1 y 4. Se podría incluso considerar que forman un subagrupamiento intermedio independiente. Nuevamente pueden apreciarse las diferencias intragrupalas en la muestra de cerritos, como se observó en el modelo anterior. Para la mitad de los individuos es más claro un patrón de consumo donde la dieta total contiene elementos de tipo C<sub>4</sub>. Para los restantes cuatro, el consumo de

alimentos de tipo C<sub>4</sub> es más dudoso y de existir habría sido en proporciones mínimas con respecto a la dieta total. Por otro lado, para la muestra de La Coronilla la asociación al grupo 3 donde la proteína de la dieta es principalmente de tipo marina, es clara y también respalda los resultados sugeridos por el modelo anterior. Si bien la distancia al centroide del grupo es relativamente alta, la zona no presenta conflicto de posible superposición con otro agrupamiento.

ID	Grupo mayor de pertenencia			Puntuaciones discriminantes
	Grupo pronosticado	P(G=g   D=d)	Distancia de Mahalanobis al cuadrado	Función 1
<b>Coronilla</b>	3	1,000	8,579	0,441
<b>CHB</b>	4	0,998	12,130	-6,427
<b>CG10</b>	4	0,999	6,536	-6,550
<b>CG9</b>	4	0,999	9,723	-6,656
<b>CH19</b>	4	0,609	10,733	-8,280
<b>CH13</b>	4	0,999	10,184	-6,494
<b>CH12</b>	4	0,839	5,978	-7,519
<b>CH20</b>	4	0,540	9,612	-8,202
<b>CH15</b>	4	0,794	9,301	-8,023

**Tabla 5.** Resultados del análisis discriminante para las muestras de Uruguay. Se presenta el grupo pronosticado para cada muestra, la probabilidad *a posteriori* de pertenencia al grupo pronosticado ( $P(G=g/D=d)$ ), la distancia de Mahalanobis al cuadrado al centroide del grupo pronosticado y las puntuaciones para las 2 funciones discriminantes (Función 1 = Colágeno; Función 2 = Nitrógeno).



**Figura 7.** Gráfico de dispersión de las funciones discriminantes con las muestras de Froehle et al. (2012) y las muestras de Uruguay. Se muestran los agrupamientos 1 a 5 con el centroide de cada grupo destacado. Dietas para cada grupo según el trabajo original: 1) dieta total y proteína 100% C<sub>3</sub>, 2) dieta total 30/70 C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> >50% proteína C<sub>4</sub>, 3) dieta total 50/50 C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> proteína marina, 4) dieta total 70/30 C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> > 65% proteína C<sub>3</sub>, 5) dieta total 30/70 C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> > 65% proteína C<sub>3</sub>.

#### 4. Discusión

##### Microecología isotópica

Los restos de fauna continental de sitios del este tienen un valor promedio  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  de  $-22.1 \text{‰} \pm 1.5 \text{‰}$  ( $n=7$ ) con un máximo de  $-20.4 \text{‰}$  y un mínimo de  $-24.6 \text{‰}$ . Schoeninger y DeNiro (1984) estudiaron una muestra de animales con distintos tipos de dietas, donde el rango de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  para mamíferos terrestres es  $-22.0 \text{‰}$  a  $-11.9 \text{‰}$  (incluye animales que puedan haber consumido alimentos C<sub>4</sub>). Con referencia a este estudio los valores de las muestras uruguayas se encuentran hacia el extremo que representa una dieta 100% C<sub>3</sub>. Es necesario además considerar que los valores esperados para animales terrestres y con dietas exclusivamente C<sub>3</sub> tienen un rango de variación que va a depender del microambiente local. Varios autores han estudiado los valores para diferentes plantas C<sub>3</sub> de diversos ambientes y se ha observado un rango de  $-20 \text{‰}$  a  $-35 \text{‰}$  (Pate 1994). Lamentablemente no contamos con datos de vegetación local, pero es posible realizar una aproximación a través de los valores de fauna locales y los valores estimados de fraccionamiento isotópico para  $\delta^{13}\text{C}$  en colágeno. Según Ambrose y Norr (1993) la diferencia entre  $\delta^{13}\text{C}$  de la dieta y del colágeno es de  $5.1 \text{‰}$  para dietas monoisotópicas donde los valores de las fuentes proteicas y de la dieta total son los mismos. Si conocemos el valor para el tejido y conocemos el factor de fraccionamiento, entonces es posible calcular cuál sería el valor  $\delta^{13}\text{C}$  de la dieta. Realizando este cálculo con un factor de fraccionamiento

( $\Delta^{13}\text{C}_{\text{dieta-colágeno}}$ ) de +5.1 ‰ para los restos de fauna arqueológica continental con los que disponemos, el valor  $\delta^{13}\text{C}$  estimado para los recursos de la zona sería -27.2 ‰ (el valor  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  promedio para la mamíferos terrestres es -22.1 ‰  $\pm$  1.5 ‰).

Dentro de la serie de fauna analizada por Loponte (2008), un espécimen de *M. coypus* presenta los valores menos negativos de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ , que el autor interpreta como causa del consumo de plantas acuáticas, algunas de las cuales son de tipo  $\text{C}_4$ . En el caso de la muestra de nutrias uruguaya, sorprendentemente son éstas (las nutrias) las que presentan los valores más negativos (junto con una de las muestras de venado). Asimismo, los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  que Loponte (2008) presenta para cérvidos, son también más positivos que las muestras uruguayas. A pesar de ser ambientes geográficamente cercanos y similares ecológicamente, estos datos sugieren que existen diferencias a nivel microecológico.

### **Patrones paleodietarios. Composición de la dieta humana**

Los resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  en colágeno no difieren significativamente de los presentados en trabajos anteriores para la zona este. El valor promedio de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  es un valor muy empobrecido, característico de una dieta basada íntegramente en recursos de tipo  $\text{C}_3$ . Incluso en comparación con datos de otros grupos caracterizados como cazadores recolectores de ambientes terrestres los valores para esta serie resultan bastante extremos. Por ejemplo, el valor medio  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  de los individuos recuperados en el sitio Arroyo Seco 2 en la Pampa argentina es de -18.2 ‰  $\pm$  0.8 ‰ (Barrientos 1999), y para el conjunto de datos existente de cazadores recolectores del Delta del Paraná el promedio es -19.2 ‰  $\pm$  1.0 ‰ (Loponte y Kozameh 2009; Loponte 2008; Loponte et al. 2011). En vista del análisis anterior con respecto a los valores de fauna local, que también son más negativos con respecto a otras zonas ecológicamente similares, es posible que los valores empobrecidos de  $\delta^{13}\text{C}$  en colágeno en humanos sean un reflejo de la ecología isotópica de esta micro-región.

El individuo de La Coronilla es la excepción del conjunto analizado. El valor de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  se encuentra muy enriquecido con respecto a las muestras de cerritos. Este valor tan elevado es característico de poblaciones con un consumo importante de alimentos vegetales  $\text{C}_4$ , o del consumo de recursos costeros. Tanto por la cronología, como por el contexto en el que fue recuperado este fragmento de fémur, el escenario más plausible es el segundo. Los otros datos isotópicos apoyan esta hipótesis, en particular la lectura de  $\delta^{15}\text{N}$ , como se verá más adelante.

Un modelo comúnmente utilizado en arqueología es el espaciamento  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno-apatita}}$  para conocer las proporciones de componentes proteicos y no proteicos de la dieta (Ambrose et al. 1997). Sin embargo, una de las asunciones del modelo son los factores de fraccionamiento: +5 ‰ para colágeno y +9.4 ‰ para apatita. En una dieta monoisotópica, si la diferencia entre el valor de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  y la dieta es 5 ‰ y la diferencia entre  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  y la dieta es 9.4 ‰, la diferencia entre ambas fracciones será 4.4 ‰. Este valor variará según los componentes  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  o marinos de la dieta. Las muestras de cerritos muestran valores inusualmente altos para el espaciamento  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno-apatita}}$ . Según Ambrose et al. (1997) esto indica que la

proteína tiene valores  $\delta^{13}\text{C}$  más negativos que la dieta total, y agrega que el patrón es característico de dietas con proteína  $\text{C}_3$  y energía  $\text{C}_4$ .

Los valores obtenidos para  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  resultan más enriquecidos que lo esperado para dietas típicas de cazadores recolectores continentales que suelen presentar el patrón aquí observado en colágeno. Esta aparente inconsistencia entre los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  colágeno y apatita son los que generan el alto valor de espaciamento entre ambas fracciones. Los valores de apatita indican el consumo de alimentos no proteicos enriquecidos en  $\delta^{13}\text{C}$  de mecanismo fotosintético  $\text{C}_4$ .

Los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  para los individuos de cerritos dejan en claro que los recursos consumidos eran continentales y dejan de lado las hipótesis del consumo de proteína marina como parte de la dieta *sensu* Dennell (1979). La presencia en el registro arqueológico de fauna marina podría explicarse por un consumo excepcional y esporádico de estos recursos, sin tener la abundancia y regularidad como para registrar una señal isotópica. El consumo de recursos marinos podría haber tenido otras significancias culturales, o simplemente de tipo oportunista, pero su significado no era de tipo ecológico (explicado en términos de retorno energético, Pintos 2000).

Los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  en apatita se muestran en promedio enriquecidos con respecto a la fracción colágeno y presentan mayor dispersión. Entre las muestras de cerritos, 4 presentan valores que reflejan un evidente enriquecimiento que solo podría ser causa del consumo de energía  $\text{C}_4$ , estas muestras son CHB, CH13, CG9 y CG10. Estas dos últimas pertenecen al sitio CG14E01 y se han adjudicado contextualmente al período post-colonial. El esqueleto que presenta el mayor valor en el conjunto estudiado (-8.6 ‰) proviene de CH2D01 excavación B. Las muestras con valores más empobrecidos son CH12, CH15, CH19 y CH20, con valores menores a -10 ‰. Todas ellas provienen del sitio CH2D01-A. Resulta interesante señalar que los esqueletos más antiguos según la cronología que se tiene hasta el momento son CH19 y CH20 y ambos presentan los valores de apatita más empobrecidos de todo el conjunto analizado.

Gil et al. (2010) establece “umbrales heurísticos” para definir dietas ricas en recursos  $\text{C}_4$ ,  $\text{C}_3$  y mixtas. Para  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  establece un rango de -7 ‰ a -10 ‰ para las dietas mixtas, donde valores mayores a -7 ‰ corresponden a dietas con predominio de  $\text{C}_4$  y menores a -10 ‰ predominio de  $\text{C}_3$ . No debemos olvidar, sin embargo que estos puntos de corte son arbitrarios y su ajuste depende a su vez de la ecología isotópica regional. En el caso del este, donde la fauna refleja una ecología con valores de  $\delta^{13}\text{C}$  muy negativos, este enriquecimiento parece ser aún más significativo, e incluso las muestras que se encuentran en el umbral caracterizado como predominantemente  $\text{C}_3$ , en el contexto resultan más enriquecidas que lo esperado para este tipo de dieta.

### **Integrando variables isotópicas. ¿Economía mixta?**

El modelo multivariado permitió analizar las 3 variables isotópicas en conjunto y con referencia a poblaciones con dietas arqueológicamente bien definidas. Los resultados de este análisis, junto con los del modelo bivariado de regresión, terminan de demostrar la presencia de algún alimento de tipo  $\text{C}_4$  en la dieta de los individuos de cerritos.

En el primero de estos modelos, todos los individuos fueron asignados al grupo 4, caracterizado por una dieta mixta, donde la relación de recursos en la dieta total es de 70% alimentos C<sub>3</sub> y 30% alimentos C<sub>4</sub>, con un consumo de proteína C<sub>3</sub> mayor al 65%. Las probabilidades de pertenencia a este grupo son sin embargo heterogéneas (Tabla 5). Los 4 individuos con valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  más altos tienen una probabilidad de pertenencia a este grupo mayor a 99%. Dentro de las otras 4 muestras, CH12 y CH15 son los que tienen probabilidades más altas de pertenecer al grupo 4 (0.84 y 0.79 respectivamente) y, coincidentemente, presentan valores  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  más enriquecidos que los otros dos individuos restantes. Las probabilidades de pertenencia al grupo 4 de CH20 y CH19 son 0.54 y 0.61 respectivamente, por lo que podemos decir que tienen casi la misma probabilidad de pertenecer al grupo 1 caracterizado con una dieta total y proteica 100% C<sub>3</sub> (el segundo grupo más probable de pertenencia es indicado por el análisis, y para todos los individuos de cerritos fue el mismo). Si observamos los valores isotópicos de estos 4 individuos podemos ver que las diferencias entre ellos se dan en los valores de apatita, ya que tanto para  $\delta^{15}\text{N}$  como para  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  los valores presentan muy poca dispersión en general. En la Figura 7 se ven claramente estos dos subgrupos en la muestra de cerritos, donde además puede observarse que toda la muestra se ubica distante al centroide del grupo de pertenencia con respecto a las otras muestras representadas (del trabajo de Froelhe et al. 2012). Los valores isotópicos medios de las muestras asignadas a este *cluster* en Froelhe et al. (2012) son:  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  -18.6 ‰,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  -11.0 ‰ y  $\delta^{15}\text{N}$  11.4 ‰. Los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ , son más elevados que los valores medios para cerritos, lo que estaría causando las mayores distancias observadas para cerritos con respecto al grupo en general. El valor medio de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  sin embargo se encuentra a medio camino entre los dos subgrupos diferenciados en la muestra de cerritos.

Los individuos que tienen fechados directos sobre hueso (CH15, CH19 y CH20 con fechados entre  $1000 \pm 85$  y  $1610 \pm 46$  años <sup>14</sup>C a.P.), y que por lo tanto podemos asignar sin lugar a dudas a un período prehistórico, se encuentran en el subgrupo con los valores más empobrecidos en  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  y para los cuales la probabilidad de pertenencia al grupo 4 no es tan concluyente. CH15 tiene una probabilidad alta (0.79) pero CH19 junto con CH20 son los que tienen la menor probabilidad de todo el conjunto de cerritos (0.69 y 0.54 respectivamente, Tabla 5). Debe señalarse que dentro de los fechados en restos humanos para el este, CH20 es el más temprano. Esto respalda la idea de una tendencia temporal, donde los individuos más tardíos serían aquellos con señales más claras de consumo de alimentos C<sub>4</sub> que se evidencian en los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  en apatita.

### La Coronilla

Los datos para  $\delta^{13}\text{C}$  tanto en la fracción mineral como en la proteica se encuentran muy enriquecidos, aunque es la fracción proteica la que más sobresale con un valor de -13.8 ‰. Si bien la fracción mineral presenta un valor enriquecido (-8.8 ‰) éste se encuentra dentro del rango de las muestras de cerritos (en el extremo superior). El resultado de  $\delta^{15}\text{N}$  17.7 ‰ es un valor extremadamente alto, y solamente puede explicarse por consumo de fauna marina, descartándose la hipótesis de que el

enriquecimiento observado para  $\delta^{13}\text{C}$  pueda ser causado por consumo de alimentos  $\text{C}_4$ . El valor tan enriquecido para  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  se explica porque el consumo de peces y mamíferos marinos son fuentes de proteína, y el colágeno refleja principalmente los componentes proteicos de la dieta (Krueger y Sullivan 1984). En apatita, esperamos entonces ver una señal de los otros componentes de la dieta. El posicionamiento de este individuo al graficar ambas fracciones de  $\delta^{13}\text{C}$  con respecto a las líneas proteicas en el modelo de Froelhe et al. (2010) (Figura 6) muestra que se aproxima más a la línea proteica  $\text{C}_4$ /marina, según lo indicado por los datos de  $\delta^{15}\text{N}$ , y a su vez indica un consumo de recursos  $\text{C}_3$  por su posicionamiento hacia el punto medio entre los extremos de las líneas, probablemente en la forma de recursos vegetales silvestres y caza de animales terrestres. Sin embargo, queda claro que la fuente principal de proteínas provenía de la explotación de recursos oceánicos. La asignación de este individuo con una probabilidad de 100% para el grupo 3 en el modelo multivariado de Froelhe et al. (2012), el cual es el único caracterizado por el consumo de proteína marina confirman estos resultados.

Lamentablemente no contamos con contexto de recuperación para este individuo. La información adicional con la que contamos es la datación radiocarbónica, con un resultado de  $3520 \pm 60$  años a.P. (Bracco 2014 comunicación personal).

El individuo de La Coronilla se enmarca dentro del período árido donde los cuerpos de agua de la región eran de agua salada o salobre. Estos cambios ambientales podrían explicar la marcada diferencia isotópica entre La Coronilla y las muestras de cerritos. El consumo de peces en la magnitud sugerida por el registro arqueofaunístico (Moreno 2014), pero con una composición isotópica correspondiente a la fauna marina, podría haber generado un enriquecimiento tendiente a lo observado para la fracción proteica ( $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ ). De todas formas, si bien esto podría haber influido en gran manera, el enriquecimiento es muy marcado y se debería haber dado un consumo mayor de recursos litorales que en períodos más tardíos.

El individuo de La Coronilla, más allá de las limitaciones dadas por ser un solo individuo y por su contexto recuperacional, plantea la posibilidad de diferentes escenarios. Dos de ellos aparecen como los más probables: 1) más de una población coexistiendo y explotando diferentes ambientes: una de ellas recursos continentales y la otra recursos litorales oceánicos y 2) el aumento de la influencia oceánica en las características ambientales de la región como consecuencia de las condiciones climáticas.

### **Relaciones isotópicas entre la región este (cuenca de la Laguna Merín), oeste (litoral del río Uruguay) y el Delta del Paraná**

El fenómeno arqueológico de estructuras monticulares de origen antrópico tiene una distribución muy extensa a lo largo del continente americano. En Sudamérica meridional, en las llamadas “Tierras Bajas” se encuentran los cerritos de indios característicos del Uruguay, con una gran densidad en el este del territorio y sur de Brasil (donde se conocen como “aterros”), extendiéndose hasta el Delta del Paraná, siendo éste el límite de dispersión. Además de la presencia de montículos estas dos

regiones tienen similitudes tanto ambientales como arqueológicas como el tipo de materiales cerámicos y líticos, restos de fauna y tratamiento de los muertos. Los restos faunísticos recuperados en diferentes sitios de la zona y los datos isotópicos apoyan la hipótesis de un aprovechamiento intensivo del ambiente de humedales (Loponte 2008). Estas estrategias económicas se asemejan a las propuestas para los constructores de cerritos del este uruguayo (del Puerto e Inda 2008; Iriarte et al. 2004; Iriarte 2006; López Mazz y Bracco 1992, 1994).

Los grupos prehistóricos que ocuparon la zona oeste han sido caracterizados como “ceramistas” por la abundancia de restos de estos materiales recuperados en los sitios y por su cronología (Farías 2013). Además en base a las características de estos materiales y bajo un paradigma difusionista, se establecieron nexos culturales con las tradiciones culturales Tupiguaraní (últimos 1000 años hasta período de conquista) y Ribereños Plásticos (desde aproximadamente 2500 años a.P.) (Farías 2013), ambas ampliamente representadas en los contextos cerámicos del Delta Inferior y Superior del Paraná. Los estudios etnohistóricos muestran para la región (Delta del Paraná-litoral del Río Uruguay) una gran heterogeneidad cultural, con interacción entre las distintas parcialidades (chaná-timbú, guenoas, charrúas y guaraníes) (Capdepont 2014). En base a la información arqueológica, esperamos encontrar en el registro isotópico un patrón homogéneo entre las 3 regiones, descartándose los sitios más recientes con evidencias de ocupación guaraní. Las comparaciones isotópicas entre regiones mostraron que las muestras del Litoral del Río Uruguay y las de sitios no guaraníes del Delta del Paraná no son significativamente diferentes entre sí. Esto podría explicarse por similitudes ambientales y culturales. Las ocupaciones humanas para ambas regiones son sincrónicas y más tardías que las registradas para los sitios del este.

La comparación de los isótopos de C en apatita y N pudo realizarse solamente para la muestra de cerritos y el Delta del Paraná ya que no contamos con estos datos para esqueletos del oeste. Los datos de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos regiones, aunque el valor medio para la región este se encuentra más enriquecido (10.6 ‰ y 12.3 ‰ promedios para cerritos - excluyendo a la muestra de La Coronilla- y Delta del Paraná respectivamente). Debido a que las lecturas en apatita nos muestran la composición total de la dieta, estos datos sugieren que los componentes generales de la dieta eran similares, diferenciándose en el componente proteico. El espaciado entre ambas fracciones  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno-apatita}}$  y los datos de  $\delta^{15}\text{N}$  indican que los grupos del Delta del Paraná habrían tenido una dieta con mayor componente de proteína. Si además observamos los valores de  $\delta^{15}\text{N}$ , podemos distinguir claramente dos agrupamientos para el Delta del Paraná. Los individuos del sitio “Los Marinos” del Delta Superior tienen una dieta más carnívora que el resto de los individuos, tanto de los otros sitios del Delta como del este uruguayo. En la descripción del sitio, Loponte y Kozameh (2009) señalan la presencia abundante de cerámica, incluyendo modelados zoomorfos, los que se han adjudicado a la tradición de los Ribereños Plástico o Goya Malabrigo, entre cuyas características se encuentra la pesca como actividad importante para la subsistencia. El sitio se localiza además en una isla (Loponte y Kozameh 2009; Loponte et al. 2011), por lo que es

posible que gran parte de la dieta de estos individuos haya estado compuesta por proteína proveniente de la pesca y caza de animales del ambiente fluvial-lacustre, en proporciones mayores que los individuos de cerritos, quienes tendrían una oferta ambiental más amplia de alimentos vegetales-terrestres. Finalmente, en el análisis realizado bajo el modelo de Froelhe et al. (2010) se aprecia nuevamente la diferencia entre las muestras del Delta y del este donde se destacan por un lado 4 muestras de cerritos con valores más enriquecidos para la dieta total ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ ), frente a la otra parte de la muestra que se diferencia de los individuos del Delta pero por los datos obtenidos para colágeno, con valores más negativos, como se vio anteriormente. Estos 4 individuos que presentan valores más enriquecidos de apatita son los que estarían influyendo en el valor medio de apatita menos negativo que las muestras del Delta, que anteriormente destacamos.

## 5. Conclusiones

En este trabajo se retomó y profundizó la exploración de una línea de evidencia para el estudio de paleodietas en el Uruguay. La adición de nuevas variables isotópicas como los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  medidos en la fracción mineral, y los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  mostraron ser muy útiles, aportando información que queda encubierta al observar solamente los valores para  $\delta^{13}\text{C}$  en la fracción proteica. A ello se sumó el uso de modelos estadísticos para aumentar y precisar las interpretaciones.

Los patrones paleodietarios para la serie compuesta por individuos recuperados en cerritos muestran un consumo de proteínas que es claramente de tipo continental. Esto se evidencia en los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ , sin diferencias significativas entre los individuos que componen la serie. Sin embargo, al analizar la dieta total a través de los resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  en apatita podemos distinguir diferencias dentro de la muestra. Un grupo de 4 individuos tiene valores para la dieta total que evidencian el consumo de alimentos de patrón fotosintético  $\text{C}_4$ . El otro conjunto de individuos, si bien presenta valores para la dieta total que resultan más enriquecidos con relación a lo esperado según la fracción proteica, el consumo de alimentos  $\text{C}_4$  no es tan claro, o se dio en menor proporción.

Las investigaciones arqueobotánicas han señalado la presencia de maíz en la mayoría de los sitios con montículos del este, y en particular para los sitios de los cuales provienen los individuos estudiados (del Puerto e Inda 1999). Las partículas silíceas diagnósticas de *Zea mays* no solo se han detectado en muestras de sedimentos sino también en el interior de ceramios y en instrumentos de molienda. Teniendo en cuenta estas evidencias podemos proponer que la señal isotópica del consumo de  $\text{C}_4$  en la dieta total de algunos de los individuos estudiados pueda deberse al consumo de maíz. Además, los datos cronológicos con los que contamos para la serie estudiada parecen indicar una tendencia temporal, donde este cambio en la dieta se habría dado en tiempos más recientes, hacia el período de contacto. El estudio de otros esqueletos del sitio y la generación de nuevas dataciones directas en hueso sería necesario para confirmar si el patrón de mayor consumo de alimentos  $\text{C}_4$  responde a una tendencia temporal.

Con respecto a los modelos propuestos para el tipo de subsistencia de los constructores de cerritos, los datos isotópicos muestran evidencia de un tipo de economía mixta en el sentido de práctica de la caza y pesca con incorporación de cultivos, considerando que la señal observada es causada por el consumo de maíz. Sin embargo el consumo de este recurso no habría llegado a tener la importancia económica como la registrada para las poblaciones de horticultores amazónicos correspondientes a la tradición cultural Tupí Guaraní (Loponte 2008). Debe señalarse sin embargo que el registro isotópico tiene limitaciones. Si bien permite detectar el consumo de maíz efectivamente, no es posible distinguir la incidencia del consumo de otros cultivos como calabazas (*cucúrbitas*) y porotos (*phaseolus*), y/o otras plantas obtenidas por manejo o recolección, debido a que presentan el mismo patrón fotosintético (C<sub>3</sub>).

Los datos de fauna en los sitios del este indican que la proteína consumida provenía principalmente del consumo de mamíferos terrestres, aunque también de la pesca. La importancia de los cérvidos y venados en la dieta de los grupos constructores de cerritos ha sido señalada por los estudios de arqueofauna. Moreno (2014) plantea una especialización en la explotación de especies fundamentalmente de pradera lo cual se corresponde con el planteamiento del complejo cérvido como estructurador de la dieta planteado por Pintos (2000). La especialización en la explotación de unas pocas especies que aportan la mayoría de la proteína animal según señala Moreno (2014), se propone como contraria al tipo de economía de “amplio espectro” (López Mazz y Bracco 1994) o de una “economía dúctil” (Bracco 2003). Según el registro arqueofaunístico, este patrón de explotación que gira en torno al consumo de cérvidos, apereá y nutrias, se mantuvo por el período comprendido entre el 3000 a.P. hasta el período de contacto. El mantenimiento del consumo de proteína animal continental se corresponde con lo observado en el registro isotópico, ya que no se detectaron diferencias importantes en los valores de la fracción proteica dentro de la serie estudiada. Si bien algunos individuos presentan evidencia de haber incorporado energía C<sub>4</sub>, el consumo de proteína C<sub>3</sub> se mantuvo.

Con respecto a la composición de la dieta en relación a proporción entre alimentos vegetales y animales, el espaciamiento entre la fracción mineral y orgánica de  $\delta^{13}\text{C}$ , y los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  en colágeno para humanos y fauna arqueológica local parecen indicar que los vegetales formaban una parte importante de la dieta. Los resultados de Sr en restos humanos del este ya habían indicado una dieta rica en vegetales (Bracco et al. 2000). El consumo de cultígenos de patrón fotosintético C<sub>3</sub> identificados en el registro arqueobotánico también deben ser considerados al momento de explicar la importancia de los alimentos vegetales sugerida por los análisis mencionados.

Algunos autores propusieron la explotación estacional de los recursos litorales como parte de la estrategia económica de estos grupos (López Mazz y Bracco 1992; López Mazz 2001; Pintos 2000). Esta explicación ha sido dejada de lado recientemente frente a las pocas evidencias de fauna marina que sustentan este nexo y frente a nuevos modelos explicativos que proponen tipos de asentamiento permanentes o semi

permanentes para los sitios del este (Bracco et al. 2000; Bracco 2006; Iriarte et al. 2004; Iriarte 2006). Los datos generados en este trabajo apoyan estas últimas propuestas, donde el consumo de recursos marinos habría respondido a situaciones puntuales y no serían un componente de peso en la dieta.

El individuo de La Coronilla por otro lado, presenta un patrón isotópico característico de una dieta basada en recursos marinos. Este patrón no se corresponde con una explotación estacional de recursos litorales, sino que estos alimentos habrían sido la base de la dieta, la cual estaba complementada con el consumo de recursos terrestres. Este hallazgo plantea la posibilidad de que grupos con características económicas diferentes habrían sido contemporáneos con los constructores de cerritos para épocas más tempranas. Alternativamente, un ambiente con características continentales más salinas o salobres en un contexto ambiental más seco podría ser otra posible explicación para los valores observados, resultando similares a poblaciones con economías basadas en la explotación de recursos oceánicos.

Las comparaciones regionales indicaron que la dieta de las poblaciones de cerritos difiere tanto de las poblaciones del litoral del río Uruguay como de las del Delta del Paraná. Estas dos últimas sin embargo no son significativamente diferentes. Los resultados observados se basan en escasa información especialmente para la zona oeste del Uruguay. Las diferencias observadas podrían responder a diferencias de la microecología isotópica característica de la región este por un lado y oeste-Delta del Paraná por otro, más que en diferencias en estrategias de subsistencia. Los individuos que presentan una clara diferencia con una dieta significativamente más carnívora son los individuos recuperados del sitio Los Marinos del Delta Superior. Por otro lado el subconjunto de los 4 individuos de cerritos que presentan valores más enriquecidos en  $\delta^{13}\text{C}$  de la fracción mineral estaría indicando una diferencia notable en la composición dietaria total por la incorporación de alimentos de tipo  $\text{C}_4$ , pero no se distinguen del resto para el consumo proteico. Es necesario contar con una base de datos isotópicos más completa para los restos óseos humanos del oeste del Uruguay para profundizar en el conocimiento de la composición dietaria y los patrones de subsistencia de los pobladores de esta región y su relación con las poblaciones de regiones adyacentes.

Retomando el análisis bajo el modelo de Froelhe et al. (2012), las muestras de cerritos fueron clasificadas dentro del grupo donde aproximadamente el 30% de la dieta total corresponde a alimentos  $\text{C}_4$ .

Finalmente, se ha demostrado que las evidencias isotópicas son eficientes para una mejor caracterización de la dieta de poblaciones prehistóricas. A través de la incorporación de nuevas variables isotópicas para análisis con respecto a los trabajos anteriores para esta línea de evidencia en Uruguay, se logró identificar individuos cuya dieta habría sido de tipo mixta, habiendo incorporado alimentos vegetales del grupo funcional  $\text{C}_4$ , que consideramos altamente probable que se trate de maíz. Consideramos necesario ahondar en esta línea de evidencia generando nuevos datos para los esqueletos recuperados en contextos arqueológicos junto con dataciones directas sobre hueso. Queda por explorar en mayor profundidad las relaciones inter-sitio, indagar en posibles patrones alimenticios con diferenciación por estatus, género,

edad, patrones temporales, así como también la construcción de una base de datos para fauna y recursos vegetales para una mejor comprensión isotópica micro-regional.

## Referencias Citadas

Ambrose, S. H., B. M. Butler, D. B. Hanson, R. L. Hunter-Anderson y H. W. Krueger  
1997 Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, western Pacific. *American journal of physical anthropology* 104(3): 343–61.

Ambrose, Stanley H.

1993 Isotopic analysis of paleodiet methodological and interpretative considerations. En *Investigations of ancient human tissue*, editado por Mary K. Sandford, pp. 59–130. Gordon & Breach Science Publishers, Langhorne, Pennsylvania.

Ambrose, Stanley H. y Lynette 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 *Prehistoric Human Bone, Archaeology at the Molecular Level*, editado por Joseph B. Lambert y Gisela Grupe, pp. 1–37. Springer Verlag, Berlin.

Barrientos, Gustavo

1999 Composición isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$ ) de muestras de restos óseos humanos del sitio Arroyo Seco 2 (Provincia de Buenos Aires): inferencias paleodietarias. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 24: 81–94.

Bracco, Roberto

2003 Aproximación al registro arqueológico del sitio La Esmeralda (“conchero”), desde su dimensión temporal, costa atlántica del Uruguay. *Anales de Arqueología y Etnología* 54-55: 13–28.

2006 Montículos de la Cuenca de la Laguna Merín: Tiempo, Espacio y Sociedad. *Latin American Antiquity* 17(4): 511–540.

Bracco, Roberto, Laura del Puerto y Hugo Inda

2008 Prehistoria y Arqueología de la Cuenca de Laguna Merín. En *Entre la tierra y el agua: arqueología de humedales de Sudamérica*, editado por Daniel Loponte y Alejandro Acosta, pp. 1–59. AINA, Buenos Aires.

Bracco, Roberto, Maria Inés Fregeiro, y Andrea Castillo

1993 Reconstrucción de paleodietas para el “Período Tardío” del sector sur de la Cuenca de la Laguna Merín a partir del análisis de oligoelementos (Zn, Sr) en restos óseos. *VII Reunião Científica da Sociedade de Arqueologia Brasileira*.

Bracco, Roberto, Maria Inés Fregeiro, Héctor Panarello, Rosario Odino, y Beatriz Souto

2000 Dieta, modos de producción de alimentos y complejidad. En *Arqueología de las Tierras Bajas*, editado por Alicia Durán y Roberto Bracco, pp. 227–248. Ministerio de Educación y Cultura, Comisión Nacional de Arqueología, Montevideo.

Cabrera, Leonel

2005 Patrimonio y arqueología en el sur de Brasil y región este de Uruguay: los cerritos de indios. *SALDVIE* 1: 221–254.

Cabrera, Leonel, Alicia Lusiardo, Gonzalo Figueiro, y Mónica Sans  
2014 Señales de muerte violenta en un enterramiento en montículo en el este del Uruguay. En *Indicadores arqueológicos de violencia, guerra y conflicto en Sudamérica*, editado por José María López Mazz y Mónica Berón, pp. 37–54. Ediciones Universitarias, Montevideo.

Cabrera, Leonel y Oscar Marozzi  
2001 Las áreas domésticas de los “constructores de cerritos”: sitio CG14E01. *Arqueología uruguaya hacia el fin del milenio*, Publicación del IX Congreso de Nacional de Arqueología, pp. 55–68. Gráficos del Sur, Montevideo.

Capdepont, Irina  
2014 Ocupaciones humanas en el paisaje del litoral del Río Uruguay. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXXIX*: 95–117.

Capdepont, Irina, y Sebastián Pintos  
2006 Manejo y aprovechamiento del medio por parte de los grupos constructores de montículos: cuenca de la Laguna de Castillos, Rocha - Uruguay. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXXI*: 117–132.

Chisholm, Brian S., D. Erle Nelson, Keith A. Hobson, Henry P. Schwarcz, y Martin Knyf  
1983 Carbon Isotope Measurement Techniques for Bone Collagen: Notes for the Archaeologist. *Journal of Archaeological Science* 10: 355–360.

Cohe, Raúl G., y Alberto Hernandez  
1991 *Paleodieta en el Uruguay indígena*. Departamento de Química del Instituto Uruguayo de Estudios pre-Universitarios, Montevideo.

del Puerto, Laura, y Hugo Inda  
1999 Análisis de silicofitolitos de la matriz sedimentaria del sitio CG14E01, Rocha (Uruguay). *Natura Neotropicalis* 2(32): 101–110.  
2008 Estrategias de Subsistencia y Dinámica Ambiental: Análisis de silicofitolitos en sitios arqueológicos de la Cuenca de la Laguna de Castillos, Rocha, ROU. En *Fitolitos: estado actual de su conocimiento en América del Sur*, editado por Alejandro Zucol, Margarita Osterrieth, y Mariana Brea, pp. 221–236. Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata.

DeNiro, Michael J.  
1985 Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to paleodietary reconstruction. *Nature* 317: 806–809.

- DeNiro, Michael J., y Samuel Epstein  
1981 Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals\*. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45: 341–351.
- Dennell, Robin W.  
1979 Prehistoric Diet and Nutrition: Some Food for Thought. *World Archaeology* 11(2): 121–135.
- Farías, María  
2013 El guaraní arqueológico meridional: hacia una deconstrucción de los datos. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales* 4: 117–126.
- Femenías, Jorge, José María López Mazz, Roberto Bracco, Leonel Cabrera, Carmen Curbelo, Nelsys Fusco, y Martínez Elianne  
1990 Tipos de enterramiento en estructuras monticulares (“cerritos”) en la región de la Cuenca de la Laguna Merín (R. O. U.). *Revista do CEPA* 17(20): 345–355.
- Fregeiro, María Inés  
1996 Dieta en la Prehistoria. Taller arqueología I. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad de la República (inédito). Montevideo.
- Froehle, Andrew W., Corina M. Kellner, y Margaret J. Schoeninger  
2012 Multivariate carbon and nitrogen stable isotope model for the reconstruction of prehistoric human diet. *American journal of physical anthropology* 147(3): 352–369.
- Froehle, Andrew W., Corina M. Kellner, y Margaret J. Schoeninger  
2010 FOCUS: effect of diet and protein source on carbon stable isotope ratios in collagen: follow up to Warinner and Tuross (2009). *Journal of Archaeological Science* 37(10): 2662–2670.
- Gianotti, Camila  
2000 Paisajes monumentales en la región meridional sudamericana. *Gallaecia* 19: 43–72.
- Gianotti, Camila, y José María López Mazz  
2009 Prácticas mortuorias en la localidad arqueológica Rincón de los Indios, Rocha, Uruguay. *Arqueología Prehistórica Uruguay en el siglo XXI*, editado por José María Lopez Mazz y Andrés Gascue, pp. 151–196. Biblioteca Nacional y FHCE, Montevideo.
- Gil, Adolfo F., Gustavo A. Neme, y Robert H. Tykot  
2010 Isótopos estables y consumo de maíz en el centro occidente argentino: tendencias temporales y espaciales. *Chungara* 42(2): 497–514.

Harrison, Roman G., y M. Anne Katzenberg  
2003 Paleodiet studies using stable carbon isotopes from bone apatite and collagen: examples from Southern Ontario and San Nicolas Island, California. *Journal of Anthropological Archaeology* 22(3): 227–244.

Iriarte, José  
2006 Landscape transformation, mounded villages and adopted cultigens: the rise of early Formative communities in south-eastern Uruguay. *World Archaeology* 38(4): 644–663.

Iriarte, José, Irene Holst, Oscar Marozzi, Claudia Listopad, Eduardo Alonso, Andrés Rinderknecht, y Juan Montaña  
2004 Evidence for cultivar adoption and emerging complexity during the mid-Holocene in the La Plata basin. *Nature* 432(7017): 614–7.

Jim, Susan, Stanley H. Ambrose, y Richard P. Evershed  
2004 Stable carbon isotopic evidence for differences in the dietary origin of bone cholesterol, collagen and apatite: implications for their use in palaeodietary reconstruction. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 68(1): 61–72.

Jørkov, Marie Louise S., Jan Heinemeier, y Niels Lynnerup  
2007 Evaluating bone collagen extraction methods for stable isotope analysis in dietary studies. *Journal of Archaeological Science* 34(11): 1824–1829.

Kellner, Corina M., y Margaret J. Schoeninger  
2007 A Simple Carbon Isotope Model for Reconstructing Prehistoric Human Diet. *American Journal of Physical Anthropology* 4(133): 1112–1127.

Koch, Paul L., Noreen Tuross, y Marilyn L. Fogel  
1997 The Effects of Sample Treatment and Diagenesis on the Isotopic Integrity of Carbonate in Biogenic Hydroxylapatite. *Journal of Archaeological Science* 24: 417–429.

Krueger, Harold W., y Charles H. Sullivan  
1984 Models for Carbon Isotope Fractionation Between Diet and Bone. En *Stable Isotopes in Nutrition*. American Chemical Society Symposium Series 258, editado por Judith E. Turnland y Phyllis E. Johnson, pp. 205–220. American Chemical Society, Washington, DC.

Lee-Thorp, Julia A., Judith C. Sealy, y Nikolaas J. van der Merwe  
1989 Stable Carbon Isotope Ratio Differences Between Bone Collagen and Bone Apatite, and their Relationship to Diet. *Journal of Archaeological Science* 16: 585–599.

Longin, Robert

1971 New Method of Collagen Extraction for Radiocarbon Dating. *Nature* 230(5291): 241–242.

López Mazz, José María

2000 Trabajos en tierra y complejidad cultural en las tierras bajas del Rincon de los Indios. En *Arqueología de las Tierras Bajas*, editado por Alicia Durán y Roberto Bracco, pp. 271–284. Ministerio de Educación y Cultura, Comisión Nacional de Arqueología, Montevideo.

2001 Las estructuras tumulares (cerritos) del litoral atlántico uruguayo. *Latin American Antiquity* 12(3): 231–255.

Lopez Mazz, José María, y Roberto Bracco

1992 Relación hombre medio ambiente en las poblaciones prehistóricas de la zona este del Uruguay. En *Archaeology and Environment in Latin América*, editado por Omar R. Ortiz Troncoso y Thomas Van der Hammen, pp. 259–282. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

1994 Cazadores-recolectores de la cuenca de la laguna Merín: aproximaciones teóricas y modelos arqueológicos. *Arqueología de Cazadores-Recolectores*. En *Límites, Casos y Aperturas*, editado por José Luis Lanata y Luis Alberto Borrero, pp. 51–64. Arqueología Contemporánea. Edición Especial, Buenos Aires.

Lopez Mazz, José María, y Camila Gianotti

1998 Construcción de espacios ceremoniales públicos entre los pobladores prehistóricos de las Tierras Bajas de Uruguay. El estudio de la organización espacial en la localidad arqueológica Rincón de los Indios. *Revista da Sociedade de Arqueologia Brasileira* 11: 87–106.

2001 Diseño de proyecto y primeros resultados, de las investigaciones realizadas en la localidad arqueológica “Rincón de los Indios.” *Arqueología uruguaya Hacia el fin del milenio*, Publicación del IX Congreso de Nacional de Arqueología, pp. 163 – 174. Gráficos del Sur, Montevideo.

Loponte, Daniel

2008 *Arqueología del Humedal del Paraná Inferior (Bajíos Ribereños meridionales)*. Serie Monográfica Arqueología de la Cuenca del Plata, editado por Alejandro Acosta y Daniel Loponte. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Buenos Aires.

Loponte, Daniel, Alejandro Acosta, Isabel Capparelli, y Maricel Pérez

2011 La arqueología guaraní en el extremo meridional de la cuenca del plata. *Arqueología Tupiguaraní*, editado por Daniel Loponte y Alejandro Acosta, pp. 111–154. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Buenos Aires.

Loponte, Daniel, y Livia Kozameh

2009 Nuevos datos para el conocimiento de las dietas prehispánicas del delta superior. *Comechingonia* 12: 115–118.

Moreno, Federica

2014 La gestión de los recursos animales en la prehistoria del este de Uruguay (4000 años AP - siglo XVI). Tesis doctoral inédita. Programa de doctorado de Arqueología Prehistórica. Departamento de Prehistoria, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Autónoma de Barcelona.

Pate, F. Donald

1994 Bone chemistry and paleodiet. *Journal of Archaeological Method and Theory* 1(2): 161–209.

Pintos, Sebastián

2000 Economía “húmeda” del este del Uruguay: el manejo de recursos faunísticos. *Arqueología de las Tierras Bajas*, editado por Alicia Durán y Roberto Bracco, pp. 249–266. Ministerio de Educación y Cultura, Comisión Nacional de Arqueología, Montevideo.

Schoeninger, Margaret J., y Michael J. DeNiro

1984 Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48(4): 625–639.

Taylor, Royal Ervin

1992 Radiocarbon dating of bone: to collagen and beyond. *Radiocarbon after four decades* pp. 375–402. Springer, New York

Tieszen, Larry L., y Tim Fagre

1993 Effect of Diet Quality and Composition on the Isotopic Composition of Respiratory CO<sub>2</sub>, Bone Collagen, Bioapatite, and Soft Tissues. En *Prehistoric Human Bone, Archaeology at the Molecular Level*, editado por Joseph B. Lambert y Gisela Grupe, pp. 121–155. Heidelberg, Springer Verlag, Berlin.

White, Christine D., y Henry P. Schwarcz

1994 Temporal Trends in Stable Isotopes for Nubian Mummy Tissues. *American journal of physical anthropology* 93: 165–187.