



## Subsistencia y movilidad de los grupos cazadores-recolectores complejos de la margen izquierda del bajo río Uruguay analizada a través de isótopos estables

Daniel Loponte\*, Andrés Gascue\*\*, Noelia Bortolotto\*\*, Mirian Carbonera\*\*\*,  
Alejandro Ferrari\*\*\*\* y Alejandro Acosta\*

\*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. 3 de febrero 1378 (C1426BJN). Buenos Aires, daniel.loponete@inapl.gob.ar. acostaalejandroalberto@gmail.com

\*\*Universidad de la República. Centro Universitario Regional Este, andresgascue@gmail.com. noeliabortolotto@gmail.com

\*\*\*Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Chapecó, mirianc@unochapeco.edu.br

\*\*\*\*Museo Nacional de Antropología. Montevideo.

Recibido el 9 de marzo de 2022, aceptado para su publicación el 23 de junio de 2022.

<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.7234143>

### Palabras clave:

isótopos estables;  
cazadores-recolectores;  
Sudamérica;  
río Uruguay.

### Keywords:

stable isotopes;  
hunter-gatherers;  
South America;  
Uruguay River.

### RESUMEN

En este trabajo presentamos los valores isotópicos ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{18}\text{O}$ ) de once individuos recuperados en los sitios arqueológicos Cañada Saldaña, Yaguareté y El Cerro (margen izquierda del curso inferior del río Uruguay), cuyos contextos fueron generados por grupos de cazadores-recolectores complejos del Holoceno Tardío. Asimismo, incluimos los resultados isotópicos de dos cánidos domésticos y de las principales presas. Los valores obtenidos muestran que los humanos desarrollaron dietas monoisotópicas  $\text{C}_3$ , con un aporte marginal de alimentos  $\text{C}_4$ , los cuales estuvieron alojados principalmente en las proteínas. Estos resultados indican que, si estos grupos cultivaron o manipularon maíz, su ingesta fue muy pequeña dado que es isotópicamente indetectable. Los valores de nitrógeno muestran una posición trófica general omnívora, con un importante componente carnívoro, que incluyó el consumo regular de peces fluviales. Este resultado es coherente con la importancia que tienen los peces dentro de los conjuntos arqueofaunísticos. Los cánidos domésticos presentan el mismo patrón fotosintético que los humanos, pero con un nivel trófico algo inferior, exhibiendo una dieta igualmente omnívora, pero con un mayor componente de vegetales, también  $\text{C}_3$ . Las principales presas terrestres herbívoras exhiben dietas monoisotópicas  $\text{C}_3$ , o preponderantemente  $\text{C}_3$ , con valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\Delta^{13}\text{C}$  que son típicos para este gremio. *Myocastor coypus* y *Pterodoras granulosus* presentan un patrón mixto, similar al observado en otros ejemplares de la región, y que parecen haber sido, en alguna medida, parte de los taxones que transfirieron proteínas  $\text{C}_4$  a los humanos. Los resultados del oxígeno-18 señalan que los cazadores-recolectores y las presas principales desarrollaron sus ciclos de vida de manera exclusiva o preponderante en el valle del río Uruguay. No obstante, se identificaron dos humanos con valores atípicos, que, si bien caen dentro del rango esperado para los organismos de la región, se comportan como *outliers* extremos (fuera del rango 3.IQR) en relación con el resto de los humanos. Esto podría reflejar una movilidad más reducida, un estilo de vida particular, o un área de procedencia que no corresponde estrictamente al valle del río Uruguay.

### ABSTRACT

In this work we present the isotopic values ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ) of eleven individuals and different animal species, including domestic canids, recovered from the archaeological sites Cañada Saldaña, Yaguareté and El Cerro (located on the left bank of the lower course of the Uruguay River). These contexts were generated by complex hunter-gatherers of the Late Holocene. The results obtained show that humans had a monoisotopic  $\text{C}_3$  diets, with a marginal contribution of  $\text{C}_4$  foods, which would have been mainly allocated in proteins. These results indicate that if these groups grew or manipulated maize, their intake was so small that it is isotopically undetectable. Nitrogen values show an omnivorous trophic position, but with a high carnivorous component, including regular consumption of freshwater fish, according with the importance of fish within the archaeofaunal assemblages. Domestic canids show the same photosynthetic pattern as humans, but with a slightly lower trophic level, exhibiting an equally omnivorous diet, but with a greater component of vegetables, also  $\text{C}_3$ . The composition of the dogs' diet is similar to that observed in humans recovered from the mounds ("cerritos") located in the east of the Uruguayan plain, opening the possibility that this was the breeding area for these specimens. The main herbivorous terrestrial prey exhibit monoisotopic  $\text{C}_3$  diets, or predominantly  $\text{C}_3$ , with  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\Delta^{13}\text{C}$  values typical for this guild. *Myocastor coypus* (aquatic rodent) and *Pterodoras granulosus* (catfish) present a mixed pattern, similar to that observed in other specimens of these species, and seem to have been to some extent part of the taxa that transferred  $\text{C}_4$  proteins to humans. The oxygen-18 results indicate that humans developed their life cycles exclusively or predominantly in the Uruguay River valley. However, two human samples with atypical values were identified, which, although they fall within the expected range for organisms in the region, behave as extreme outliers (outside the 3.IQR range) in relation to the values obtained. This could reflect reduced mobility, behavioral variability, or individuals that spent most of their life cycle outside the Uruguay River valley.





## 1. Introducción

En este trabajo presentamos los valores isotópicos ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{18}\text{O}$ ) de once individuos pertenecientes a sociedades de cazadores-recolectores complejos recuperados en los sitios arqueológicos Cañada Saldaña, Yaguareté y El Cerro, ubicados en la margen izquierda del río Uruguay en los Departamentos de Soriano y Río Negro (República Oriental del Uruguay) (Figura 1). Los valores isotópicos de los tres individuos que corresponden al sitio El Cerro fueron sucintamente presentados en Gascue et al. (2016a). En esta oportunidad incluimos nuevos datos isotópicos de los mismos, incorporando nuevas muestras de los restantes sitios y discutiendo más detalladamente la dieta y la movilidad de estas sociedades prehistóricas. Todas las muestras analizadas corresponden a la primera mitad del segundo milenio AP (~ 2000 -1500 años AP) y a un pequeño sector de ~45 km lineales a lo largo del curso inferior del río Uruguay. También hemos incorporado los resultados isotópicos de las dietas de las principales especies cazadas, los cuales fueron obtenidos a partir de muestras óseas que en su mayoría proceden del sitio Cañada Saldaña. Asimismo, incluimos los valores isotópicos de dos ejemplares de *C. l. familiaris* recuperados en este sitio y que fueron brevemente presentados en Loponte et al. (2021).

## 2. El paisaje isotópico del oeste de Uruguay

### 2.1. $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$

Las llanuras de Uruguay y el valle del río Uruguay están dominados por pastos  $\text{C}_3$ , ya que la cantidad de meses con condiciones climáticas para el desarrollo de pastos  $\text{C}_4$  es reducida (Powell & Still, 2009; Powell et al., 2012). En el valle del río Uruguay se desarrollan algunas macrófitas  $\text{C}_4$ , que son las mismas que se encuentran en el valle del río Paraná (Marchese et al., 2014). No obstante, estas cubren áreas más reducidas en relación con las macrófitas  $\text{C}_3$ . Por ello, las distintas especies animales que desarrollan sus ciclos de vida en la cuenca del río Uruguay, como así también en la llanura de la República Oriental de Uruguay, presentan dietas monoisotópicas  $\text{C}_3$  o preponderantemente  $\text{C}_3$ . Si bien la mayoría de los peces del sistema fluvial interconectado Uruguay-Paraná también tienen dietas  $\text{C}_3$ , una cantidad reducida de especies poseen un patrón mixto o preponderantemente  $\text{C}_4$ . De la misma manera, *Hydrochoerus hydrochaeris* y *Myocastor coypus* se nutren parcialmente con aquellas macrófitas  $\text{C}_4$ , en su mayoría acuáticas, por lo que presentan valores mixtos que pueden tornarse francamente  $\text{C}_4$  (Bracco et al., 2000; Corriale & Loponte, 2015; Loponte, 2020; Marchese et al., 2014; Ottalagano, 2021; Saigo et al., 2015, este trabajo).

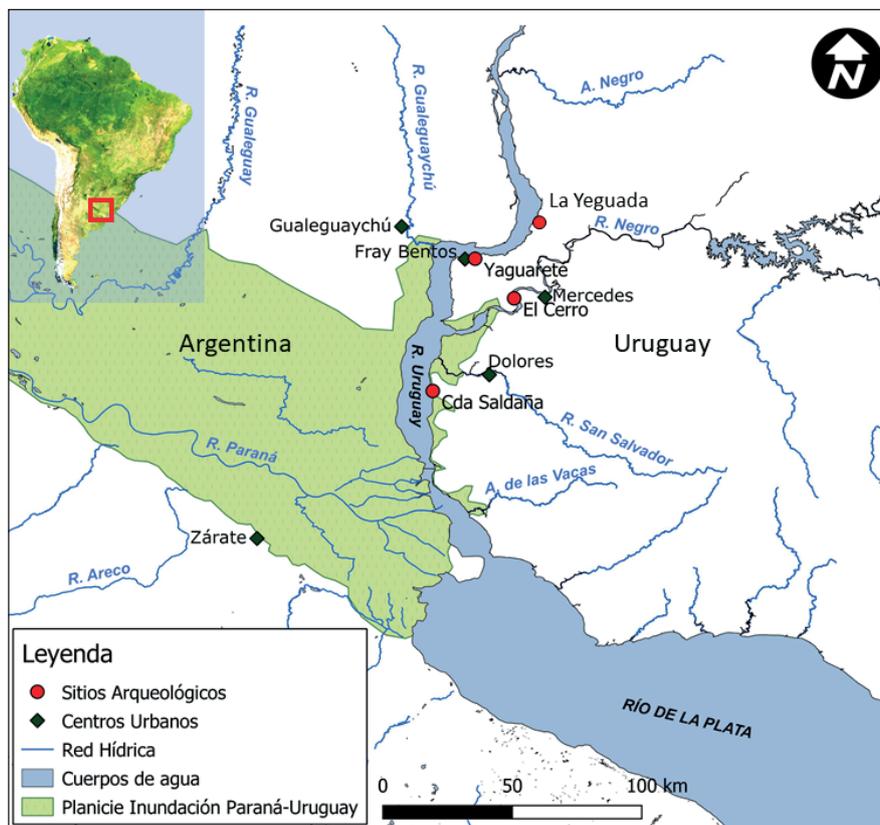


Figura 1. Ubicación de los sitios mencionados en el texto.

Los árboles, arbustos y plantas silvestres que tienen partes comestibles, y que son muy numerosos en la región, también son en su gran mayoría  $C_3$ , en especial aquellas especies que permiten una recolección de frutos en cantidades significativas dentro de espacios relativamente reducidos del paisaje, tales como los talares y los montes que se desarrollan sobre albardones o crestas de regresión (Madanes et al., 2013). Esta amplia oferta de recursos naturales predominantemente  $C_3$ , establecida como mínimo durante el Holoceno tardío, hace que, eventuales valores isotópicos mixtos en los humanos, especialmente en los carbohidratos, se consideren potenciales indicadores de la ingesta de maíz.

En ambientes templados con alta disponibilidad de agua como el humedal del río Uruguay y otros humedales locales asociados, las plantas (fijadoras y no fijadoras directas de  $N_2$ ) tienden a exhibir valores bajos de  $\delta^{15}N$  (Amundson et al., 2003; Craine et al., 2009; Ma et al., 2018). Esta tendencia es válida tanto para especies silvestres (e.g. *Syagrus romanzoffiana*, *Celtis tala*, *Prosopis* sp. fabáceas diversas, *Cucurbita* silvestre, etc.) como cultivadas (e.g. *Phaseolus vulgaris*, *Cucurbita maxima*, *Zea mays*, etc.). Los valores de estas especies y de las plantas en general en estos ambiente templado-húmedos o cálido-húmedos están regularmente por debajo de 4 ‰ (ver un resumen de valores en Loponte 2020, p. 30). Estos bajos valores de  $\delta^{15}N$  están en consonancia con los niveles observados en los herbívoros estrictos del área, que actúan como muestreadores biológicos de una gran parte de la cobertura vegetal y cuyos valores de  $\delta^{15}N$  están en general por debajo de ~ 6 ‰. Estos niveles de nitrógeno-15 son coherentes con un aumento esperado de 3 ‰ entre el tejido óseo de los herbívoros y la dieta (Bocherens & Drucker, 2003; Hedges & Reynard, 2007). En un nivel algo más elevado se encuentran los peces del sistema Paraná-Uruguay, con un promedio de ~ 8 ‰, valor que ciertamente corresponde a un ensamble de especies de peces con diferentes hábitos alimenticios, y que son aquellos que fueron regularmente explotados por las poblaciones prehispánicas de la región (Loponte, 2020, p. 64). Los humanos locales con dietas continentales que no incluyeron peces fluviales, presentan generalmente valores  $\leq 9$  ‰, mientras que aquellos que sí los incorporaron oscilan entre ~ 9 ‰ y ~ 12 ‰, dependiendo de la proporción y tipos de peces consumidos. Los humanos con valores  $> 13$  ‰, en general, parecen presentar algún consumo de recursos marinos (Acosta & Loponte, 2002; Bastos et al., 2014; Bonomo et al., 2014; Bracco et al., 2000; Bracco & Mut, 2022; Colonese et al., 2014; Corriale & Loponte, 2015; Feuillet-Terzaghi & Loponte, 2021; Loponte, 2020; Loponte & Corriale, 2019; Loponte & Carbonera, 2021; Loponte et al., 2016a; Madanes et al., 2010, 2013; Marchese et al., 2004; Mut, 2015; Ottalagano, 2019;

Ottalagano & Loponte, 2017; Rizzo et al., 2016; Saigo et al., 2015). Debe señalarse que algunos individuos locales con dietas 100% continentales y basadas en los peces fluviales han arrojado valores que exceden ligeramente este umbral ubicándose por debajo de 14 ‰. No obstante, esto es poco frecuente (Feuillet-Terzaghi & Loponte, 2021; Loponte, 2020; Ottalagano & Loponte, 2017). Estos rangos más altos de  $\delta^{15}N$  pueden responder a pequeñas variaciones en la proporción de las especies de peces consumidas, ya que, por ejemplo, algunos ictiófagos locales poseen valores de  $\delta^{15}N$  por encima de 9 ‰ (Loponte, 2020, p. 64). Para la zona del Paraná medio, tampoco puede descartarse que una fracción de la cadena trófica tenga niveles de  $\delta^{15}N$  ligeramente más altos que aquella del tramo final de la cuenca, debido a efectos de una mayor aridez circundante (Feuillet & Loponte, 2021; Ottalagano & Loponte, 2017).

## 2.2. $\delta^{18}O$

Las precipitaciones en Uruguay oscilan entre 1000 y 1400 mm anuales. Su distribución es regular a lo largo del año, con una ligera concentración en los meses estivales en el sector norte del país (Barreiro et al., 2019). El vapor de agua proviene en gran medida de la actividad del monzón sudamericano de verano, especialmente entre los meses de septiembre y abril, mientras que, durante los meses de mayo a septiembre, es preponderantemente de origen extra tropical. Esto último es el resultado de ciclones migratorios a lo largo de la costa del sudeste sudamericano, que generan un frente de convergencia compuesto por agua que procede directamente del Océano Atlántico. Por lo tanto, este vapor de agua posee una menor cantidad de episodios de fraccionamiento comparado con la humedad que proviene de la Zona de Convergencia Intertropical (Cruz et al., 2006). En un trabajo inicial, se obtuvieron valores promedio de  $-1,5 \pm 0,3$  ‰ (V-PDB) en los carbonatos de la apatita ósea de humanos que vivieron en el alto valle del río Uruguay (estado de Santa Catarina) y en el norte del estado de Rio Grande do Sul (Loponte et al., 2016a). Esto permitió considerar a la región al este del valle del río Uruguay como una ecozona particular del oxígeno-18, diferenciada del valle del Paraná (Loponte et al., 2016a). Un análisis estadístico posterior permitió estimar un rango de valores para los organismos homeotérmicos de aquella ecozona, incluyendo el valle del río Uruguay, que oscilaría aproximadamente entre  $-2,5$  ‰ y  $-0,5$  ‰ (V-PDB) en el oxígeno obtenido del carbonato de la apatita (Loponte & Ottalagano 2022) (ver también Carbonera et al., 2022, en este volumen)<sup>1</sup> y que, para aquellos mamíferos del

<sup>1</sup> Este rango de valores tiene algunas excepciones según el área de esta vasta región. Entre ellas, el Planalto catarinense - riograndense,



interior de la llanura, el umbral superior de este rango podría alcanzar valores algo más elevados y tal vez ligeramente positivos.

### 3. Los contextos arqueológicos de las muestras analizadas

Para poder interpretar de una manera más adecuada los datos isotópicos que presentaremos en este estudio, incluimos aquí un breve resumen de los contextos analizados.

#### 3.1. Cañada Saldaña

El sitio arqueológico Cañada Saldaña (también conocido como Colonia Concordia o Túmulos de la Concordia) se encuentra en una propiedad privada en las coordenadas UTM 21H 368346 m E y 6282945 m S, sobre un cordón litoral de la planicie de inundación izquierda del curso inferior del río Uruguay, a unos 200 m aproximadamente de la actual línea de costa. El sitio fue excavado por Francisco Oliveras, Antonio Taddei y colaboradores a mediados de la década de 1950 mediante la remoción con palas y picos por lo que el registro presenta un sesgo de integridad.

Cañada Saldaña fue ocupado por grupos de cazadores-recolectores complejos del Holoceno Tardío, quienes dejaron un contexto cerámico que ha sido considerado por Hilbert (1991) como una transición entre la "Cultura Entrerriana" o "Cultura Básica del Litoral" y la "Cultura de los Ribereños Plásticos" postuladas por Serrano (1972), también llamada "Goya-Malabrigo" o "Entidad Goya-Malabrigo" (Ceruti, 2003; Rodríguez, 2001; Rodríguez & Ceruti, 1999). Un reciente análisis de la colección del sitio fue efectuado por Gascue et al. (2022), de donde se extraen los datos que resumimos a continuación. La alfarería de Cañada Saldaña está compuesta básicamente por ollas y escudillas de tamaño pequeño a mediano. Tal como señalara Hilbert, estas vasijas presentan numerosos recursos estilísticos típicos de los contextos conocidos como "Ribereños Plásticos" o "Goya-Malabrigo", entre los cuales se encuentran los apliques de pasta en forma de cordones o tiras lineales, ondulantes o circulares, mamelones en las paredes exteriores o en los bordes de las vasijas, bordes recortados, aplicación de pintura roja con motivos geométricos singulares, fragmentos que parecen corresponder a modelados esquemáticos, una "cabecita de ave" y la presencia de miniaturas (Gascue et

al., 2022; Hilbert, 1991; Loponte & Acosta, 2016; Maruca Sosa, 1957; Ottalagano, 2020; Rodríguez & Ceruti, 1999; Serrano, 1972). La decoración incisa en la cerámica está ejecutada por distintas técnicas, siendo la más común los puntos rítmicos sucesivos conformando líneas y motivos geométricos. Esta técnica, si bien está presente en los contextos tardíos y clásicos "Goya-Malabrigo", no es la que predomina en aquellos conjuntos. La explotación faunística muestra el aprovechamiento del efecto de borde entre la llanura del interior y el humedal del río Uruguay, siendo las especies más explotadas *Ozotoceros bezoarticus* (venado de las pampas) y los peces (*Pterodoras granulosus* y Pimelodidae). *Blastocerus dichotomus* (ciervo de los pantanos) también fue una presa sumamente importante por la gran biomasa que aporta un solo individuo de esta especie. Secundariamente, se explotaron otros *taxa* tales como *Myocastor coypus* (coipo), *Rhea americana* (ñandú) y probablemente, cánidos silvestres (Gascue et al., 2022). También se recuperaron tres ejemplares de *Canis lupus familiaris* que no tienen evidencias de haber sido consumidos (Loponte et al., 2021). Los sistemas esqueléticos de las presas, especialmente los huesos largos de los cérvidos, fueron fracturados en astillas pequeñas, probablemente para ampliar la extracción de nutrientes mediante el hervido. Dentro del conjunto también se identificaron especies faunísticas no locales tales como dos ejemplares de *Lama cf. guanicoe*, otáridos, un artefacto elaborado con una tibia de *Dolichotis cf. patagonum*, una valva de *Eucallista purpurata* y otra de *Glycimeris longior* (Ferrari, 2017; Gascue et al., 2019, 2022). El registro de los pinnípedos en los sitios del área, que no es infrecuente (Acosta & Loponte, 2013), puede explicarse porque aún hoy en día algunos lobos marinos se adentran por el curso inferior del río Uruguay, tratándose generalmente de ejemplares aislados. Por el contrario, los restos de guanaco, mara y moluscos marinos probablemente reflejen complejos procesos de intercambio que terminaban conectando el bajo río Uruguay con la región pampeana y la costa atlántica. El sitio posee, además, una gran cantidad de artefactos óseos. Entre ellos son sumamente abundantes los punzones y las puntas ahuecadas confeccionadas en metapodios de *O. bezoarticus* (Ferrari, 2017; Gascue et al., 2022), cuyo ahuecamiento de las metafisis permitió insertarlas en astiles. El sitio también presenta una abundante colección de artefactos líticos, incluyendo lascas de filo natural, lascas de descortezamiento y núcleos reducidos y/o agotados de caliza silicificada, que es una materia prima casi local (~ 25 km; cf. Bossi et al., 1998; Martínez et al., 2015). Entre los artefactos pulidos se encuentran las denominadas "piedras con hoyuelos" que han sido tradicionalmente relacionadas con el procesamiento de alimentos vegetales, pero

donde los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  están influenciados por la altitud, ya que allí el paisaje alcanza alturas de hasta 1800 m.s.n.m. Una segunda excepción general corresponde a todos aquellos sectores puntualmente deprimidos que presenten drenajes impedidos o sistemas lagunares con una escorrentía baja.

también otras hipótesis han sido postuladas respecto a su uso (Boretto 1970; Bortolotto, 2018; da Silva, 2005). La colección incluye una gran cantidad de manos y pequeños molinos, sugiriendo una significativa incidencia de los alimentos vegetales en la dieta. Entre los artefactos líticos destinados a la caza se encuentran bolas de boleadora y otros esferoides que podrían ser preformas de las primeras. Finalmente, se debe señalar que en Cañada Saldaña se recuperaron aproximadamente 50 inhumaciones que parecen corresponden, en gran medida, a entierros primarios (Farías, 2005; Gascue et al., 2022).

Se disponen de seis fechados radiocarbónicos de este contexto, cuyas edades arrojan un rango entre  $1680 \pm 30$  y  $1840 \pm 100$  años  $^{14}\text{C}$  AP (ver Tabla 1). Las edades calibradas respectivas van desde 1350 hasta 1934 años cal. AP (Tabla 1). Si bien todos los fechados calibrados ( $\pm 2\sigma$ ) se superponen, se observa una gran dispersión entre las edades máximas y mínimas obtenidas (~600 años calendáricos). Esto sucede por el amplio margen de error de los fechados convencionales URU (ver Tabla 1). Por el contrario, los tres fechados AMS presentan un rango más reducido, entre 1448 y 1622 años cal. AP (Tabla 1). Estos resultados sugieren que el contexto de Cañada Saldaña representa una o varias ocupaciones separadas por un corto tiempo arqueológico (ver Figura 2).

### 3.2. El Cerro

Este sitio se ubica en una propiedad privada en las coordenadas UTM 21H 394110 m E y 6319143 m S, sobre un albardón natural sobre la margen derecha del Río Negro, a 30 km aproximadamente de su desembocadura actual en el río Uruguay, y a 20 km en línea recta del mismo (Figura 1). Fue inicialmente excavado por Boretto y colaboradores (Boretto et al., 1973) quienes extrajeron el material en niveles artificiales de 10 cm de potencia. Una revisión reciente

de la colección del sitio fue efectuada por Gascue et al. (2016a), de donde se extraen los datos abajo descriptos. El conjunto general del sitio presenta notables similitudes con aquellas observadas en Cañada Saldaña. La cerámica, que también está compuesta por escudillas y ollas pequeñas y medianas, posee recursos estilísticos similares tales como la utilización de tiras o cordeles de pastas agregadas mediante pastillaje del lado externo, a menudo incisas, con formas circulares u ondulantes, mamelones en los bordes de las vasijas, bordes con siluetas recortadas, fragmentos macizos que sugieren modelados esquemáticos o abstractos (*sensu* Ottalagano y Loponte, 2022) y pintura roja con motivos geométricos característicos. La técnica decorativa incisa más frecuente es el surco rítmico, ejecutado con un intermediario cuadrangular-rectangular lineal, que también es una técnica similar y ampliamente utilizada en los conjuntos Goya-Malabrigo más tardíos (Ottalagano, 2010, 2013; Serrano, 1972). Por todo ello, este sitio ha sido considerado una expresión local y temprana de aquellos contextos (ver un resumen en Gascue et al., 2016a).

La explotación faunística muestra el mismo aprovechamiento del efecto de borde observado en el conjunto de Cañada Saldaña. Tanto *O. bezoarticus* como los Siluriformes constituyen las fracciones más abundantes del registro arqueofaunístico de El Cerro. Se reconocieron también restos de *B. dichotomus*, *R. americana* y *M. coypus* en cantidades menores. Los huesos largos de los cérvidos se encuentran reducidos por fracturas en estado fresco, probablemente con la intención de aumentar la extracción de nutrientes mediante el hervido.

El pequeño conjunto lítico remanente dentro de la colección muestra el empleo de materias primas cuasi locales, especialmente de la caliza silicificada. La colección posee núcleos agotados de esta materia prima, lascas de filo natural, algunas con retoque marginal unifacial, manos de molino, bolas

Capa	Profundidad	Muestra	Método	Edad $^{14}\text{C}$ AP	Código	Edad cal. AP ( $\pm 2\sigma$ )
II	30-40 cm	<i>B. dichotomus</i>	AMS	$1680 \pm 30$	Beta 545467 (1)	1448-1589 (p. 0,93)
Sin datos	Sin datos	<i>H. sapiens</i>	Convencional	$1840 \pm 100$	URU 0096 (2)	1515-1934 (p. 0,97)
Sin datos	Sin datos	<i>H. sapiens</i>	Convencional	$1780 \pm 70$	URU 0107 (2)	1513-1831 (p. 0,99)
Sin datos	Sin datos	Pez indet.	Convencional	$1710 \pm 110$	URU 0172 (3)	1350-1756 (p. 0,94)
Sin datos	Sin datos	<i>C. familiaris</i>	AMS	$1746 \pm 31$	AA-113922 (4)	1537-1653 (p. 0,62)
Sin datos	Sin datos	<i>C. familiaris</i>	AMS	$1714 \pm 29$	AA-113921 (4)	1520-1622 (p. 0,87)

Tabla 1. Fechados radiocarbónicos de Cañada Saldaña. Referencias para los fechados: (1): Gascue et al. (2022). (2): Castillo (2004). 3: Bracco (2009). (4): Loponte et al. (2021). La calibración de las edades radiocarbónicas se realizó mediante el programa Calib. Rev 8.1.0 y la curva SHCal-20 (Hogg et al., 2020).



de boleadoras, esferoides, lenticulares que podrían corresponder a proyectiles de honda, y piedras con hoyuelos.

En el sitio se recuperó una cantidad indeterminada de instrumentos óseos, de los cuales solo dos astillas formatizadas fueron localizadas dentro de la colección. También se extrajo un número desconocido de inhumaciones, de las cuales subsisten tres individuos. Uno de ellos corresponde a un masculino adulto inhumado en posición decúbito dorsal con un ajuar consistente en dos bolas de boleadora, un esferoide lenticular, una piedra con hoyuelo y tres ejemplares de *Megalobulimus* sp. Todas las inhumaciones recuperadas parecen corresponder a entierros primarios.

Se disponen de dos fechados de este sitio, ambos obtenidos en dos de las inhumaciones señaladas anteriormente. El primero arrojó una edad de  $1910 \pm 50$  años  $^{14}\text{C}$  AP (URU 0311) y el segundo  $1857 \pm 49$  años  $^{14}\text{C}$  AP (AA-104442). Las edades calibradas ( $\pm 2\sigma$ ) se superponen cronológicamente (Tabla 2 y Figura 2).

Algunos de ellos muestran el típico punto de incisión con forma rectangular o lineal ya observado en las colecciones de los sitios anteriores, especialmente en la colección de El Cerro. También se reconocen labios con crestas modeladas, que son comunes tanto a El Cerro como a Cañada Saldaña. El conjunto lítico está conformado mayoritariamente por núcleos y lascas de caliza silicificada. Los núcleos muestran un proceso intensivo de reducción, algunos de ellos por técnica bipolar. Un fechado obtenido sobre el esqueleto recuperado por Boretto y colaboradores arrojó una edad de  $1791 \pm 50$  años  $^{14}\text{C}$  AP (AA-104423) (Gascue et al., 2016b), cuya edad calibrada ( $\pm 2\sigma$ ) cubre un rango entre 1557 y 1749 años AP (p. 0,9; Calib Rev 8.1.0; curva de calibración SHCal-20; cf. Hogg et al., 2020). Este fechado se superpone con aquellos obtenidos para Cañada Saldaña y El Cerro, con los cuales comparte un estilo tecnológico similar en la cerámica.

Especie	Individuo	Muestra	Método	Edad $^{14}\text{C}$ AP	Código	Edad cal. AP ( $\pm 2\sigma$ )
<i>H.sapiens</i>	2B1*	Sin datos	Convencional	$1910 \pm 50$	URU 0311	1700-1927 (p. 0,99)
<i>H.sapiens</i>	2I*	Costilla	AMS	$1857 \pm 49$	AA-104442	1610-1837 (p. 0,96)

Tabla 2. Fechados disponibles para el sitio El Cerro. La calibración de las edades radiocarbónicas fue efectuada mediante el programa Calib Rev. 8.1.0. Curva de calibración SHCal-20 (Hogg et al., 2020). \*Para más detalles de los individuos fechados ver Castillo (2004) y Gascue et al. (2016a).

### 3.3. Yaguareté

El sitio Yaguareté se ubica en la desembocadura del arroyo homónimo con el río Uruguay, en el Departamento de Río Negro, en las coordenadas UTM 21H381125 m E6334411 m S. Si bien este punto se ubica en la ribera izquierda del arroyo, el sitio se extiende en ambos márgenes. Yaguareté fue reportado inicialmente por Boretto et al. (1973) quienes lo adscriben a la "tradición tupiguaraní". La colección obtenida en este sitio por aquellos investigadores incluye un esqueleto incompleto de un individuo adulto, sin determinación de sexo, que fue originalmente depositado en el Museo Municipal de Historia Natural del Río Negro. Un reciente reanálisis de la colección cerámica de superficie permitió identificar que ~ 30 % del conjunto ( $n = 229$ ) corresponde a alfarería manufacturada por los grupos cazadores-recolectores locales que ocuparon el sitio de manera previa a la ocupación guaraní (Gascue et al., 2016b). Estos fragmentos pertenecen a escudillas de tamaño pequeño a mediano, de los cuales aproximadamente 25 % están decorados con pintura roja y por incisión mediante surco rítmico.

### 3.4. La Yeguada

En este trabajo también hemos incluido dos muestras de fauna recuperadas en el sitio la Yeguada, ubicado en la margen del río Uruguay a 25 km hacia el norte del sitio Yaguareté. Dos fechados radiocarbónicos de este contexto arrojaron edades de  $560 \pm 70$  y  $510 \pm 45$  años  $^{14}\text{C}$  AP (Castillo, 2000, 2004). Estas edades calibradas tienen un rango entre 1389 y 1454 EC (Loponte et al., 2016b).

### 3.5. Resumen de los contextos arqueológicos

Los registros de Cañada Saldaña y El Cerro reflejan la explotación del ecotono entre el ambiente fluvial y la llanura pampeana del interior, aprovechando el aumento de la oferta en los recursos debido al efecto de borde. En ambos sitios se observa la explotación de las mismas especies y con frecuencias similares dentro del registro, si bien ambas colecciones presentan un sesgo cuantitativo difícil de precisar. Por otro lado, la gran cantidad de manos y molinos que se recuperaron en el primero de estos sitios, sugiere cierta importancia de los

recursos vegetales en la dieta, si bien no puede excluirse su empleo para generar subproductos derivados de la pesca (e.g. “harina de pescado”), producción que está descrita entre las sociedades locales para el siglo XVI (Schmidl, 1948; Fernández de Oviedo y Valdés, 1944).

Respecto de la movilidad, diversos indicadores de los contextos descritos y que se presentan de manera concurrente, pueden vincularse con una alta estabilidad residencial. Entre ellos:

- 1) La manufactura y uso de recipientes cerámicos con un señalamiento costoso.
- 2) El ingreso completo de las presas de gran tamaño como los cérvidos.
- 3) La alta fragmentación de la diáfisis de las grandes presas, que es una conducta destinada a aumentar la extracción de nutrientes dentro de contextos de baja movilidad.
- 4) El uso exclusivo de rocas locales, pero con núcleos generalmente agotados o próximos a ello.
- 5) La gran cantidad de inhumaciones, que básicamente corresponden a enterratorios primarios, tal como se observa en Cañada Saldaña.

Secundariamente se puede señalar también la gran cantidad de peces del sistema fluvial del río Uruguay, que sugiere capturas sistemáticas desarrolladas a lo largo de un tiempo prolongado y el uso de temperantes provenientes de vasijas previamente fracturadas. Si bien estos dos indicadores también pueden reflejar ocupaciones redundantes y breves, estas dos características asociadas a las anteriores son coherentes para considerar períodos de cierta estabilidad ocupacional.

La similitud del estilo tecnológico de la cerámica en cada depósito en particular y la superposición de los fechados radiocarbónicos para Cañada Saldaña y El Cerro respectivamente, sugieren que los conjuntos representan eventos de descarte únicos y de gran magnitud en cada sitio, o diferentes eventos de ocupación escasamente separados en el tiempo arqueológico. Los descartes en cada uno de estos sitios fueron efectuados por uno o varios grupos humanos que manufacturaban un mismo tipo de cerámica. Para el sitio Yaguareté no disponemos de información equivalente, pero los pocos datos obtenidos sugieren similitudes contextuales con los dos anteriores. Las ocupaciones de estos tres sitios se produjeron dentro de un pequeño rango cronológico, permitiendo en consecuencia, caracterizar los valores isotópicos de las dietas para un estrecho bloque espacio-temporal (Figuras 1 y 2).

## 4. Materiales y métodos

### 4.1. Las muestras óseas

Las muestras humanas de Cañada Saldaña fueron obtenidas de la Colección Oliveras depositada en el Museo Nacional de Antropología de Montevideo. Aquellas que proceden de los sitios Yaguareté y El Cerro provienen de las antiguas colecciones del Museo Municipal de Historia Natural de Río Negro y que hoy están almacenadas en el Museo Arqueológico del Bajo Río Uruguay (Nuevo Berlín). Las identificaciones de sexo y edad de los humanos procedentes de El Cerro

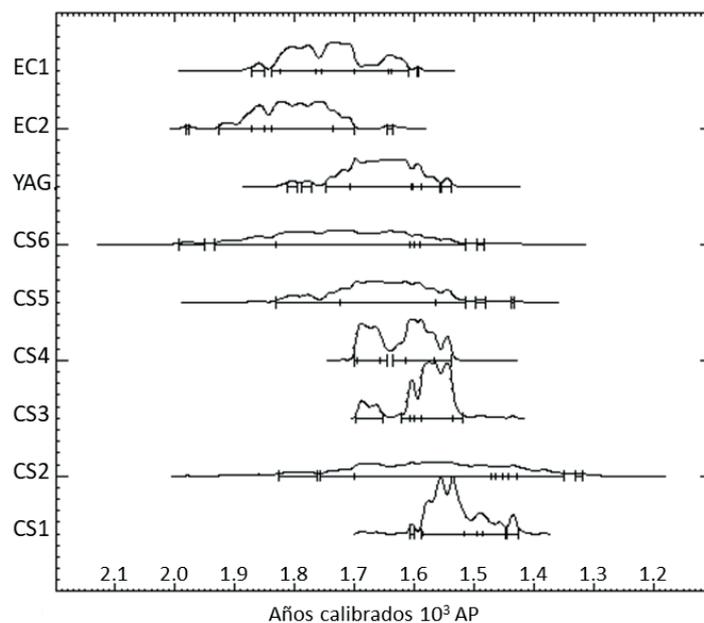


Figura 2. Edades radiocarbónicas calibradas ( $\pm 2s$ ; Calib Rev. 8.1.0. Curva de calibración SHCal-20; Hogg et al., (2020) de los sitios El Cerro (EC), Yaguareté (Yag.) y Cañada Saldaña (CS).



fueron tomadas de Gascue et al. (2016a), mientras que para Cañada Saldaña existe un informe incluido en la tesis doctoral de Farías (2005). Para los restos inventariados bajo el número 47992 de Cañada Saldaña, se ha observado que la caja que los contiene incluye un individuo adulto y otro subadulto (Farías, 2005: 117-118). Las muestras seleccionadas para este estudio corresponden al primero de ellos. Se extrajeron dos pequeños fragmentos óseos de este individuo. El primero del tejido cortical del fémur y el segundo de una costilla, obteniéndose los valores isotópicos de ambos elementos óseos de manera separada. El objetivo es evaluar potenciales diferencias dietarias y de movilidad a lo largo de la vida de este individuo, ya que las costillas promedian los últimos tres a cinco años de vida, mientras que el tejido cortical del fémur más de dos décadas (Cox & Sealy, 1997; Hedges et al., 2007; Lamb et al., 2014; Pollard et al., 2012). En la integración de los resultados de la Sección 5 se utilizarán los valores de la costilla de este individuo. Para el resto de las muestras se seleccionaron en general costillas, y en el caso que estas no estuvieran disponibles, se utilizaron fragmentos de tejido compacto de otros elementos anatómicos (ver Tabla 4).

Los restos óseos humanos y de la fauna de Cañada Saldaña presentan en general una muy buena conservación, con una moda del estado de meteorización entre 0 y 1, una fracción menor (< 10 %) en estadio 2, y una aún menor (< 1 %) en estadio 3 (*sensu* Behrensmeyer & Miller, 2012). Los elementos óseos presentan una graduación de colores crema a amarillos, con un aspecto ligeramente moteado y un leve aumento de su densidad comparado con los mismos huesos de animales contemporáneos, probablemente por la precipitación de óxidos de Sr, Mn y Fe, de manera similar al proceso observado en los huesos recuperados en los depósitos arqueológicos de lado argentino (Loponte, 2008). Los elementos óseos de los humanos provenientes de El Cerro también presentan un buen estado de conservación, con estados de meteorización entre 0 y 1, con diferentes grados de teñido del tejido óseo hacia tonos marrones. El individuo de Yaguareté se encuentra incompleto, con un estado de meteorización intermedio (2-3) y abundantes fracturas en estado seco (Gascue et al., 2016b).

#### 4.2. Análisis isotópicos

Los análisis isotópicos se efectuaron en la universidad de Arizona (Environmental Isotope Laboratory -EIL de ahora en más-). Las muestras fueron limpiadas mecánicamente y luego pulverizadas. El polvo obtenido fue acidificado y enjuagado con agua desionizada y

NaOH en pasos sucesivos hasta obtener la completa desmineralización de las muestras y la eliminación de ácidos húmicos y fúlvicos. Los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  en el colágeno obtenido se midieron mediante un espectrómetro de masa Finnigan Delta PlusXL. Las muestras se combustionaron utilizando un analizador elemental (Costech) acoplado al espectrómetro. Los estándares utilizados fueron IAEA CH-7, NBS-22 y USGS-24 para los valores del C y IAEA-N-1 y IAEA-N-2 para el N. La precisión obtenida es  $\geq \pm 0,08$  para  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\pm 0,2$  para  $\delta^{15}\text{N}$ . Este laboratorio provee códigos generales para cada muestra (*e.g.*, Uruguay 1, Uruguay 2, etc.), por lo que han sido aquí identificados con un número propio para su mejor presentación.

Las muestras presentaron un rendimiento de colágeno superior al 1 %. Todas aquellas muestras que utilizaremos para discutir aspectos paleodietarios arrojaron rendimientos de  $\geq 3\%$  para el C y  $\geq 1\%$  para el N, con alguna excepción que discutiremos en la sección siguiente. La mayoría de las muestras tienen una razón molar C/N entre 2,9 y 3,6, que es el rango generalmente aceptado para el análisis dietario (Ambrose, 1993; DeNiro, 1985; van Klinken, 1999). No obstante, algunas muestras actuales alcanzan un cociente de 3,8 (Harbeck & Grupe, 2009), por lo que el rango molar C/N puede, en principio, ser ampliado. En algunos estudios también se han incorporado muestras con razones entre 2,6 y 4,5, siempre y cuando presenten los restantes parámetros de calidad dentro de márgenes adecuados (rendimiento de colágeno  $\geq 0,5\%$  y de los elementos a ser medidos:  $\geq 3\%$  C y  $\geq 1\%$  N). Estas muestras, además, no deben arrojar resultados erráticos o atípicos (ver discusiones y diferentes posturas al respecto en Ambrose, 1993; Coltrain et al., 2004; DeNiro, 1985; Harbeck & Grupe, 2009; Hedges, 2000; Schoeninger et al., 1999; Schwarcz & Schoeninger, 1991; Talamo et al., 2021; van Klinken, 1999; Willis & Oxenham, 2016).

Los valores de la fracción inorgánica se obtuvieron de los carbonatos que son menos propensos a desencadenar reacciones biológicas durante la estasis depositacional y cuyo C es más sencillo de extraer por lo que es frecuentemente utilizado para estudios isotópicos de la dieta (Bryant et al., 1996; Chenery et al., 2012; Hamre & Daux, 2016; Lee-Thorp, 2002; Neil et al., 2016; Pfister et al., 2019; Sjögren et al., 2016; Zazzo et al., 2004, entre otros). Los carbonatos sí son más propensos a adquirir carbonatos secundarios adsorbidos, pero estos son fácilmente solubilizables con pretratamientos adecuados (ver más abajo). Algunos trabajos emplean espectrometría FTIR para identificar procesos diagenéticos en los cristales de la hidroxiapatita, pero otros estudios sugieren que es un método poco adecuado para evaluar el impacto de la diagénesis en los resultados isotópicos (ver discusiones

y distintas posturas en France et al., 2020; Lee-Thorp, 2002; Lee-Thorp & Sponheimer, 2003; Surovell & Stiner, 2001; Trueman et al., 2008, entre otros). Por el contrario, la conservación de la fracción orgánica, parece ser un buen dato *proxy* relacionado con la integridad de la apatita, ya que las fibras de colágeno parecen impedir en gran medida la recristalización y el intercambio de carbonatos en la fracción inorgánica (Lee-Thorp, 2002; Person et al., 1995, 1996; Sillen & Sealy, 1995; Wright & Schwarcz, 1996). Adicionalmente, los pretratamientos de los carbonatos que se realizan de manera previa a los análisis isotópicos están destinados a eliminar la mayor parte de la contaminación potencial en la apatita, incluyendo aquellos huesos que presentan problemas de conservación en la fracción orgánica (France & Owsley, 2013; Lambert et al., 2012; Lee-Thorp, 2002; Wright & Schwarcz, 1996). Las muestras incluidas en este estudio fueron pretratadas mediante un procedimiento equivalente al descrito por Koch et al. (1997), utilizando NaOCl al 2 % para eliminar la materia orgánica. Luego, las muestras se colocaron en un baño de ácido acético 0,1 M y se enjuagaron tres veces mediante centrifuga con agua destilada. Posteriormente, fueron sometidas a una reacción con ácido fosfórico al vacío a 70 °C en presencia de una lámina de plata para evitar la contaminación con sulfuros (Kohn & Cerling, 1982). El contenido isotópico se midió utilizando un dispositivo de preparación de carbonatos KIEL-III acoplado con un espectrómetro de masa gaseoso (Finnigan MAT-252). Para la calibración de la medición isotópica del C y O se utilizaron los estándares NBS-19 y NBS-18. La precisión analítica obtenida es de  $\pm 0,08$  ‰. Todos los valores isotópicos obtenidos en este estudio están expresados en valores V-PDB (Coplen, 1994).

#### 4.3. Métodos estadísticos

Para evaluar la normalidad de las distribuciones se aplicó el test de Shapiro-Wilks ( $\alpha = 0,05$ ), dado que los tamaños de las muestras son pequeños. Las diferencias y similitudes de las distribuciones de los datos se exploraron mediante *t-Student* o *t-test* (para distribuciones normales). Para aquellas muestras que presentan parámetros de calidad adecuados, calculamos los valores de las funciones discriminantes elaboradas por Froehle et al. (2012). Los subíndices luego del símbolo de la media o mediana señalan la cantidad de muestras consideradas (e.g.  $\bar{x}_7$  = el resultado considera 7 muestras). Se debe prestar atención a este subíndice, ya que algunos promedios y rangos de valores no toman todas las muestras debido a la ausencia de los parámetros adecuados de preservación, o porque son valores atípicos. Estos últimos fueron identificados utilizando los criterios habituales de

detección, empleando los desvíos de la mediana ( $\pm 2MAD$ ;  $\pm 3MAD$ ) y la dispersión intercuartil (1,5 IQR; 3 IQR) (Leys, 2013; Miller, 1991; Tukey, 1977).

## 5. Resultados y discusión

### 5.1. Preservación

Los rendimientos de colágeno fueron en todos los casos superiores a 1%, mientras que los restantes parámetros de calidad (C/N, % C, % N) están dentro de los rangos aceptados para realizar inferencias paleodietarias (Tablas 3 y 4, ver Sección 4 y los comentarios allí vertidos). Hay tres excepciones que corresponden a las muestras EIL 19-19, EIL 24-19 y EIL13-19. Las dos primeras pertenecen a humanos y la tercera a *O. bezoarticus*. Las tres provienen de Cañada Saldaña y todas ellas poseen un bajo contenido de nitrógeno (% N), asociado con un valor proporcionalmente más alto de lo esperable para el carbono (% C). Esto produce una razón C/N elevada, sugiriendo un proceso de degradación del colágeno (pérdida del material original) concomitante con la depositación de C ambiental (cf. van Klinken 1999). Por ello, no las consideraremos para el análisis dietario. Una cuarta muestra, que corresponde a EIL 16-19, también presenta contenidos de C y N ligeramente por debajo de los umbrales aceptados (2,3 % C y 0,6 % N). Sin embargo, el porcentaje de C no está muy alejado de 3 % y la razón molar C/N está dentro del rango utilizado por otros estudios isotópicos (ver Sección 4). El rendimiento de N de esta muestra es 0,6 %, debajo de 1% que se considera como un umbral mínimo, si bien algunos autores han señalado que muestras con rendimientos de N por encima de 0,5 % pueden, eventualmente, utilizarse para evaluar resultados isotópicos (Ambrose, 1990).

Respecto de la conservación de la fracción inorgánica, se observa una correlación moderada entre los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  (*Spearman*  $r = -0,5$ ,  $p = 0,01$ ). Este resultado podría sugerir alguna ligera depositación de carbonatos exógenos en algunas muestras puntuales, lo cual discutiremos más abajo. No obstante, también debe señalarse aquí que los 23 valores de  $\delta^{13}\text{C}$  obtenidos en la apatita (Tablas 3 y 4) poseen una distribución normal ( $p = 0,13$ ). Este comportamiento es típico de series de datos que reflejan patrones dietarios (Ambrose, 1990; Coltrain et al., 2004; van Klinken, 1999). Dentro del conjunto se identificó un solo *outlier* para los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$ , utilizando el rango más amplio que es provisto por 1.5IQR, que corresponde a *Pterodoras granulosus*, que es una especie con un reconocido patrón dietario particular y que discutiremos con otros datos regionales en la sección 5.2.2. Utilizando el criterio  $\pm 2MAD$ , que es más restrictivo, se detectan otros tres valores atípicos



en la apatita. Uno de ellos corresponde a la muestra EIL 19-19, cuya fracción orgánica está mal preservada y que hemos descartado anteriormente. De las dos restantes, una es EIL 10-19 que corresponde a *Lama* cf. *guanicoe*, que es un taxón no local con un patrón dietario particular y cuyos resultados discutiremos más abajo. El último *outlier* es EIL 14-19, que corresponde a un ejemplar de *O. bezoarticus* y que también analizaremos con mayor detalle en la sección correspondiente.

## 5.2. Valores isotópicos del carbono y nitrógeno

Las Tablas 3 y 4 presentan los resultados isotópicos obtenidos en las muestras faunísticas y humanas respectivamente. Junto con estos últimos incluimos a *C. l. familiaris*, asumiendo que su dieta estuvo en gran medida mediatizada por los humanos con los que convivieron.

### 5.2.1. Humanos y animales domésticos

Excluyendo las muestras humanas descartadas en la sección previa (EIL 19-19 y 24-19) y utilizando los criterios habituales de detección (1.5 IQR,  $\pm 2$ MAD y  $\pm 3$ MAD), no se identificaron valores atípicos entre los resultados de  $\delta^{13}\text{Cco}$  y  $\delta^{13}\text{Cap}$ . Los valores obtenidos se distribuyen de manera normal para ambas fracciones óseas (Shapiro-Wilks en apatita  $p=0,80$ ; colágeno  $p=0,86$  considerando todos los valores de humanos de la Tabla 4, excluyendo EIL 19-19 y EIL 24-19) y con una variabilidad pequeña (CV = 8,5 % y 5,5 % respectivamente). Las muestras humanas reflejan una tendencia monoisotópica  $\text{C}_3$ , tanto en el colágeno ( $\bar{x}_9$  -19,9  $\pm$  1,1 ‰) como en la apatita ( $\bar{x}_9$  = -12,8  $\pm$  1,1 ‰). Como señalamos en la sección 4.1, dentro de este promedio se consideró el valor de la costilla del individuo 47992, excluyendo aquel obtenido en el fémur.

Los resultados para el colágeno se ubican en la línea de proteínas  $\text{C}_3$  (Figura 3), y aún por debajo de la misma, descartando la posibilidad del consumo de alimentos  $\text{C}_4$  de una manera incidente en la dieta, al menos como promedio poblacional. Se ha estimado que las dietas que tienen un 25% de alimentos  $\text{C}_4$  presentan valores de colágeno de alrededor de -17 ‰ (Coltrain & Leavitt, 2002). Dicho umbral es  $\sim 3$  ‰ más alto que el promedio de  $\delta^{13}\text{Cco}$  de los humanos analizados aquí. Por otro lado, en la apatita, se considera como un potencial impacto producto del consumo de carbohidratos  $\text{C}_4$  cuando los valores son superiores a -11 ‰ (cf. Turner et al., 2018), es decir,  $\sim 2$  ‰ por encima de los resultados observados en los humanos incluidos en este estudio.

Trasladando estos resultados al modelo de Froehle et al. (2012), los valores de las funciones F1 y F2 muestran un ligero desplazamiento respecto del centroide

de aquellas dietas que son 100%  $\text{C}_3$  (ver Figura 3), ubicándose de manera relativamente equidistante con el centroide de dietas compuestas por 30% de alimentos  $\text{C}_4$  (cf. Froehle et al., 2012) (Figura 4). De esta manera, y considerando específicamente F1, puede sugerirse que el componente  $\text{C}_4$  de la dieta debió representar una pequeña parte de la ingesta total de la población, probablemente menor al 15% y que, dados los valores de la apatita y colágeno, estos alimentos  $\text{C}_4$  habrían estado alojados preponderantemente en las proteínas. Esta composición dietaria tiene su ejemplo más claro en la muestra EIL 20-19. Este individuo posee el  $\delta^{13}\text{Cco}$  más alto de toda la serie (-18,3 ‰, que igualmente es preponderantemente  $\text{C}_3$ ), asociado con un valor bastante negativo en la apatita (-13,3 ‰). Como veremos en la próxima sección, estas proteínas con valores isotópicos más elevados pueden relacionarse con el consumo de algunas presas que están presentes en el registro faunístico de los sitios, tales como *P. granulatus* y *M. coypus*.

La ausencia en las ingestas de carbohidratos  $\text{C}_4$  como aquellos que se obtienen del maíz, al menos en cantidades isotópicamente detectables, no implica que estos grupos no manipularan este cereal, que se registra en la llanura uruguaya desde por lo menos 2500 años AP (del Puerto, 2015). No obstante, su consumo, si lo hubo, fue marginal. Los granos de maíz están compuestos por  $\sim 73$  % de carbohidratos (Blake, 2015). Por ello, cuando se produce su ingesta aún en cantidades pequeñas, estos impactan primera y ligeramente en la fracción inorgánica (Ambrose & Norr, 1993). Sin embargo, como hemos observado, la apatita presenta un patrón monoisotópico  $\text{C}_3$  en todas las muestras analizadas. Valores equivalentes y tan negativos en la apatita se registran también del lado argentino, especialmente en los humanos recuperados en los contextos más tardíos o clásicos de los conjuntos denominados Goya-Malabrigo o Ribereños Plásticos. Si bien aquí también se han reportado granos de almidón que corresponderían a este cereal (Bonomo et al., 2011a, 2011b), el consumo de maíz es isotópicamente indetectable en aquellos contextos (Loponte, 2020; Ottalagano & Loponte, 2017). Adicionalmente, tampoco se identificaron alimentos  $\text{C}_4$  en los residuos de las vasijas, que tienden a promediar las señales químicas de los alimentos cocinados en ellas (Ottalagano, 2019). Estas dietas basadas en alimentos  $\text{C}_3$  entre los humanos de Cañada Saldaña, también se advierten en los cánidos domésticos recuperados en este sitio (Figuras 3 y 4).

El espaciamiento entre ambas fuentes de carbono en las muestras humanas es  $\bar{x}_9$  7,1  $\pm$  1,6 ‰. Este es un rango típico de la omnivoría local. Los valores muestran una variabilidad individual moderada (CV = 22,1 %), reflejando algunas diferencias en las proporciones de

Taxa	Sitio	Caja	Cód. inventario	Cód. de análisis	Elemento anatómico	Sexo/edad	$\delta^{13}\text{Cap}$ (‰)	$\delta^{13}\text{Cco}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	C(%)	N(%)	C/N
<i>R. americana</i>	Cañada Saldaña	RH/46	38242	EIL 08-19	Tarso-metat.	Adulto/indet.	-13,6	-22,6	9,0	3,9	0,4	4,6	1,6	2,9
<i>R. americana</i>	La Yeguada	SN	SN	EIL-09-19	Falange	Adulto/indet.	-11,9	-21,0	9,1	7,3	-0,2	5,6	1,8	3,1
<i>L. cf. guanicoe</i>	Cañada Saldaña	17/226	35965	EIL 10-19	Metapodio	Adulto/indet.	-9,5	-18,0	8,5	5,4	-1,2	3,6	1,0	3,6
<i>B. dichotomus</i>	Cañada Saldaña	17/223	SN	EIL 11-19	Calcáneo	Adulto/indet.	-12,1	-21,6	9,5	4,3	-0,5	3,5	1,1	3,1
<i>M. coypus</i>	Cañada Saldaña	RH/46	48990	EIL 12-19	Húmero	Adulto/indet.	-10,5	-21,8	11,4	4,9	-3,0	3,9	1,1	3,7
<i>O. bezoarticus</i>	Cañada Saldaña	RH/46	48974	EIL 13-19	Falange	Adulto/indet.	-11,1	-22,1	11,0	4,7	-1,7	3,3	0,5	6,9
<i>O. bezoarticus</i>	Cañada Saldaña	17/223	SN	EIL 14-19	Tibia	Adulto/indet.	-7,2	-20,5	13,3	4,5	-2,3	3,5	1,0	4,1
<i>O. bezoarticus</i>	Cañada Saldaña	RH/46	48932	EIL 15-19	Metatarso	Adulto/indet.	-12,6	-20,3	7,7	3,0	-2,4	5,4	2,0	2,8
<i>P. granulosus</i>	La Yeguada	SN	SN	EIL 16-19	Espina	Adulto/indet.	-6,7	-21,9	15,2	7,9	-2,8	2,3	0,6	4,2

Tabla 3. Valores isotópicos de la fauna procedente de sitios arqueológicos del río Uruguay inferior.



Taxa	Sitio	Caja	Cód. inventario	Cód. de análisis	Elemento anatómico	Sexo-Edad	$\delta^{13}\text{Cap}$ (‰)	$\delta^{13}\text{Cco}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	C(%)	N(%)	C/N	F1	F2
<i>C. l. familiaris</i>	Cañada Saldaña	17/228	49047	EIL 4088	Maxilar	Indet.	-12,1	-19,9	7,8	9,1	-2,3	5,4	1,6	3,5	-7,0	-0,9
<i>C. l. familiaris</i>	Cañada Saldaña	17/228	38339	EIL 4089	Incisivo (1)	Indet.	-13,6	-19,5	5,9	8,9	-1,1	5,5	1,9	2,9	-7,3	-0,4
<i>H. sapiens</i>	Cañada Saldaña	RH/59	47992	EIL 18-19a	Fémur	Adulto/PM	-11,9	-20,6	8,7	12,6	-2,5	4,0	1,0	4,0	-6,7	1,1
				EIL 18-19b	Costilla		-12,6	-20,5	7,9	12,3	-2,5	3,9	1,0	3,9	-7,0	1,2
<i>H. sapiens</i>	Cañada Saldaña	RH/56	37974	EIL 19-19	Costilla	Adulto/Indet.	-9,6	-20,6	11,0	12,5	-3,0	3,0	0,5	5,5		
<i>H. sapiens</i>	Cañada Saldaña	RH/45	37973	EIL 20-19	Costilla	Adulto/PM	-13,3	-18,3	5,1	11,7	-2,1	5,3	1,9	2,9	-5,7	1,3
<i>H. sapiens</i>	Cañada Saldaña	RH/58	37977	EIL 21-19	Costilla	Adulto/PF	-14,8	-19,2	4,4	10,1	-0,6	4,5	1,5	2,9	-7,1	0,9
<i>H. sapiens</i>	Cañada Saldaña	RH/75d	47995	EIL 22-19	Costilla	Subad./Indet.	-13,0	-19,6	6,6	11,4	-2,2	4,7	1,7	2,8	-6,6	0,9
<i>H. sapiens</i>	Cañada Saldaña	RH/51	SN	EIL 23-19	Costilla	Adulto/Indet.	-13,9	-22,1	8,2	4,9	-0,5	5,7	1,7	3,4	-10,1	-3,1
<i>H. sapiens</i>	Cañada Saldaña	RH/50	55961	EIL 24-19	Metacarpo	Adulto/Indet.	-10,7	-20,8	10,1	12,2	-2,4	1,8	0,1	15,1		
<i>H. sapiens</i>	Yaguareté	SN	Esq. 1	EIL 25-19	Fémur	Adulto/Indet.	-11,2	-20,6	9,4	11,3	-2,6	2,9	0,7	3,6	-6,8	0,0
<i>H. sapiens</i>	El Cerro	SN	Ind. 1	EIL 26-19	Costilla	Adulto/Fem.	-12,3	-19,2	6,9	9,8	-1,9	5,7	1,9	3,1	-6,4	-0,3
<i>H. sapiens</i>	El Cerro	SN	Ind. 2	EIL 27-19	Costilla	Adulto/Fem.	-11,9	-19,5	7,6	10,7	-2,1	5,9	1,9	3,1	-6,31	0,04
<i>H. sapiens</i>	El Cerro	SN	Ind. 2B	EIL 28-19	Costilla	Adulto/Masc.	-12,2	-20,2	8,0	11,1	-2,2	4,0	1,2	3,2	-6,83	0,31

Tabla 4. Valores isotópicos de los humanos y de *C. l. familiaris* procedentes de los sitios Cañada Saldaña, El Cerro y Yaguareté. Los valores de F1 y F2 están elaborados según Froehle et al. (2012: 357). Estas funciones fueron calculadas para aquellas muestras con rango C/N 2,8 - 4,0. PM = posible masculino. PF = posible femenino.

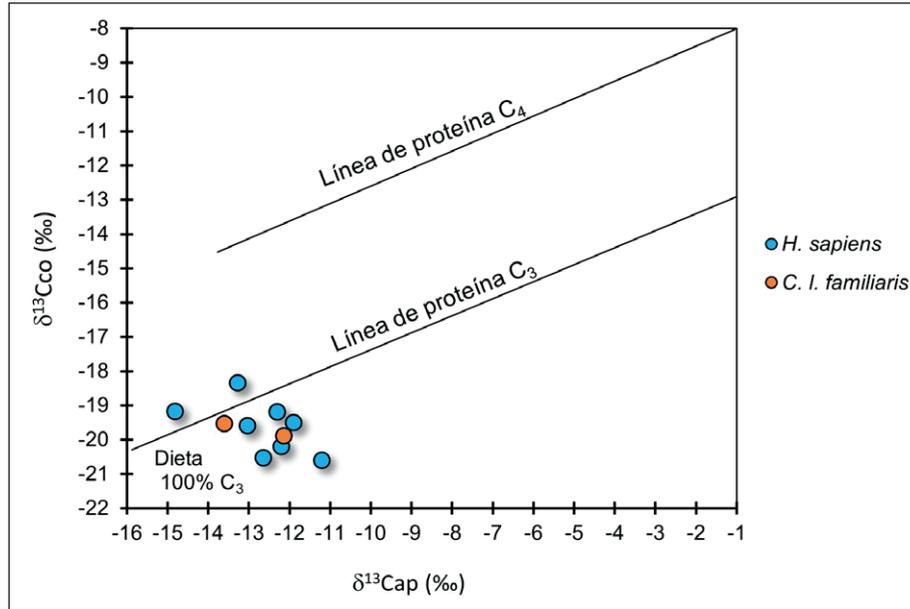


Figura 3. Distribución de los valores  $\delta^{13}C$  de la apatita y del colágeno, ubicados dentro del modelo propuesto por Froehle et al. (2010).

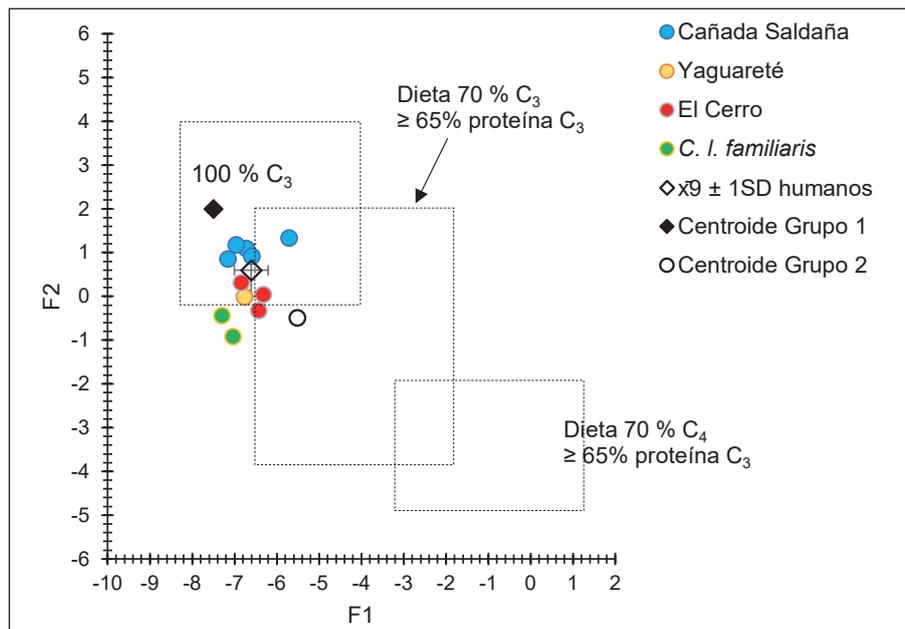


Figura 4. Valores de F1 y F2 según la Tabla 4 (*C. l. familiaris* y *Homo sapiens*) dentro del modelo propuesto por Froehle et al. (2012). El Grupo 1 de esta figura corresponde a dietas 100%  $C_3$ , y el grupo 2 a dietas con 70 % de alimentos  $C_3$ .

alimentos vegetales y animales en las dietas, como así también de las señales bioquímicas asociadas. En este sentido, cabe destacar el espaciamiento más reducido en las muestras EIL 20-19 y 21-19 donde incide un pequeño consumo de proteínas mixtas o  $C_4$ .

Los valores de nitrógeno son relativamente altos, con una distribución normal y escasa variabilidad ( $\bar{x}_8$  11,1  $\pm$  0,8 ‰; CV = 7,5 %). En este promedio hemos excluido además de las muestras señaladas en la sección 5.1,

el valor de nitrógeno-15 de EIL 23-19 ya que arrojó un valor atípico (ver Tabla 4).

Las proteínas ingeridas provienen en gran medida de posiciones tróficas elevadas, sugiriendo que el balance de la omnivoría habría estado regularmente volcado hacia una mayor ingesta de proteínas animales, y especialmente de peces. Esta inferencia no solo surge por la abundante presencia de los peces en los sitios analizados, sino también porque los valores de  $\delta^{15}N$



de los herbívoros locales que fueron efectivamente consumidos, poseen niveles de nitrógeno-15 promedio por debajo de 5 ‰ (ver Tabla 3 y la próxima sección). Por lo tanto, no son lo suficientemente altos como para explicar los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  de los humanos. Si bien no hay un consenso general acerca del factor de enriquecimiento colágeno-colágeno de este isótopo entre las presas y sus predadores, se ha observado que este oscila entre +2,4 y +5,7 ‰, con un promedio de + 3.2 ‰ obtenido en un estudio con un mejor control de los factores incidentes (cf. Bocherens & Drucker, 2003; Hedges & Reynard, 2007; Krajcarz et al., 2018). Este último factor de enriquecimiento promedio sí es consistente con los registros locales de herbívoros y carnívoros terrestres, pero como señalamos anteriormente, no alcanza para explicar el valor obtenido en este estudio para los humanos, salvo que consideremos la ingesta de las especies de peces más representadas en el registro arqueológico regional, que tienen valores de  $\delta^{15}\text{N}$  más altos que los herbívoros terrestres de la región (ver Sección 2.1). Por otro lado, disponemos de datos comparativos regionales, ya que las sociedades con economías basadas en la caza y la recolección que no incluyeron peces de manera regular en sus dietas, tales como los grupos de las Tierras Altas del Planalto brasileño ("Itararé-Taquara"), exhiben un promedio de  $\delta^{15}\text{N}$   $8,6 \pm 0,8$  ‰ (Loponte & Carbonera, 2021). Las poblaciones de los cerritos (llanuras del este de Uruguay), con un consumo variable, pero en general moderado de peces, presentan un ligero incremento respecto a los anteriores, alcanzando un promedio del orden de  $\sim 9,8$  ‰ (Bracco et al., 2000; Mut & Bracco, este volumen). Por el contrario, en aquellos grupos del humedal del Paraná inferior (entre las márgenes de los ríos Uruguay y Paraná), cuyos contextos arqueofaunísticos (en promedio) están en gran medida dominados por restos de peces (Goya-Malabrigo tardío y Grupo Cerámica Lisa), presentan valores de nitrógeno más altos, con promedios que oscilan entre -10,4 ‰ y -12,0 ‰ (Loponte, 2020: 49-50). Estos resultados generales indican una clara relación entre los rangos de los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y la importancia de los peces fluviales en la dieta y refuerzan la hipótesis de un significativo consumo de peces para los individuos analizados aquí.

Por el momento no podemos interpretar los resultados del nitrógeno de la muestra EIL 23-19 que hemos excluido del análisis previo, por tratarse de un valor atípico ( $\delta^{15}\text{N}$  4,9 ‰). Dado que los parámetros de calidad de esta muestra presentan niveles adecuados de preservación, el valor anómalo obtenido podría reflejar un problema analítico de laboratorio, o un individuo con una dieta muy diferenciada, entre otras posibilidades. Para avanzar en su interpretación, se requieren nuevos análisis.

Respecto a la variación de la dieta del individuo 47992, donde se analizaron los valores isotópicos de fémur (EIL 18-19a) y costilla (EIL 18-19b), que son huesos que promedian diferentes rangos temporales de vida (ver Sección 4.1), no se observan diferencias en los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y de  $\delta^{15}\text{N}$ , o están dentro del margen del error analítico ( $\Delta^{13}\text{C} = 0,1$  ‰;  $\Delta^{15}\text{N} = 0,3$  ‰), mientras que en la apatita la diferencia es pequeña ( $\Delta^{13}\text{C} = 0,7$  ‰). Tampoco se registró diferencia en el oxígeno-18 ( $\Delta^{18}\text{O} = 0,0$  ‰), que veremos con más detalle en la próxima sección.

En términos comparativos no se observan diferencias entre los humanos de Cañada Saldaña y los de El Cerro en el colágeno ( $t$ -test,  $p = 0,74$ ) y nitrógeno ( $t$ -test,  $p = 0,24$ ), aunque sí en la apatita ( $t$ -test,  $p = 0,03$ ), pero el valor de significación está muy cerca de  $\alpha$ . Por lo tanto, estas últimas variaciones podrían ser estocásticas, sobre todo considerando el pequeño tamaño de la muestra. Si, por el contrario, representaran una tendencia distinta, esta parece ser exigua.

Los cánidos domésticos no arrojaron diferencias con los humanos en los valores de la apatita ( $t$ -test,  $p = 0,6$ ) o colágeno ( $t$ -test,  $p = 0,7$ ), pero sí en  $\delta^{15}\text{N}$  ( $t$ -test  $p = 0,01$ ), reflejando un mayor énfasis en la ingesta de plantas y/o de proteínas de posiciones tróficas inferiores por parte de los perros (Tabla 4 y Figuras 3 y 4). Estas diferencias entre los cánidos y los humanos también han sido advertidas, de igual manera, en los contextos de la margen derecha del río Uruguay y curso inferior del río Paraná (Loponte et al., 2021).

### 5.2.2. Presas

Las principales presas terrestres (*O. bezoarticus*, *B. dichotomus*, *M. coypus* y *R. americana*), también exhiben dietas monoisotópicas  $C_3$ , tanto en el colágeno ( $\bar{x}_6 - 21,3 \pm 0,9$  ‰) como en la apatita ( $\bar{x}_6 - 11,3 \pm 2,3$  ‰). Entre los valores de la apatita se incluye la muestra EIL 14-19 (*O. bezoarticus*) cuyo valor (-7,2 ‰) es un *outlier* con cualquiera de los tres criterios más comunes de detección ( $\pm 2\text{MAD}$ ,  $\pm 3\text{MAD}$  y  $1.5\text{IQR}$ ). Si se excluye esta muestra, la serie de las presas terrestres arroja un promedio en la apatita aún más negativo ( $\bar{x}_5 - 12,1 \pm 1,3$  ‰). Por el momento no podemos interpretar el valor de la apatita de EIL 14-19, que es atípico para esta especie según los registros que se poseen para el sur de Brasil y para la región pampeana de Argentina (Carbonera et al, 2022; Loponte & Corriale, 2019; Ottalagano, 2019). Dentro de esta tendencia  $C_3$ , se debe destacar el valor más alto obtenido en la apatita de *M. coypus* (-10,5 ‰), lo cual es coherente con resultados obtenidos previamente que muestran la gran amplitud del nicho efectivo de esta especie, cuya dieta incluye alimentos  $C_4$  (Loponte, 2020; Ottalagano, 2021). La

recurrencia de este mamífero dentro de los contextos arqueofaunísticos regionales, parecen explicar, al menos parcialmente, la incorporación de proteínas con valores mixtos en los humanos.

El único pez incluido en este estudio corresponde a *P. granulosus* (omnívoro). Este siluriforme presenta un patrón  $C_3$  en el colágeno y francamente  $C_4$  en la apatita. Resultados similares se obtuvieron en la muestra #20 informada por (Ottalagano, 2021: Tabla 1), que corresponde a un ejemplar procedente del Paraná medio. Un tercer individuo de esta especie, recuperado en un sitio del Paraná inferior, arrojó una dieta mixta en ambas fracciones (Loponte et al., 2016c). Esta variabilidad también parece relacionarse con un nicho efectivo amplio, y, de manera equivalente a lo señalado para el coipo, el armado (y probablemente otros peces) se perfila como una de las presas que transfirieron señales mixtas a los humanos en las proteínas.

Entre los herbívoros terrestres locales (*O. bezoarticus*, *B. dichotomus*, *M. coypus* y *R. americana*) el espaciamento de las fuentes de carbono es  $\bar{x}_3$   $9.3 \pm 1,3$  ‰ (excluyendo aquí a EIL 13-19 y 14-19 por las razones ya expresadas previamente). Este rango es típico para este gremio y área, considerando dietas monoisotópicas o preponderantemente monoisotópicas  $C_3$ . De la misma manera, los valores de  $\delta^{15}N$  de estas presas (excluyendo a EIL-13-19) presentan un promedio y desvío previsible para la herbivoría regional ( $\bar{x}_6$   $4,7 \pm 1,4$  ‰; compárese con otros herbívoros estrictos en Loponte, 2020, p. 29). El único valor obtenido que es relativamente alto para un herbívoro corresponde para la muestra de *R. americana* con código EIL 09-19 ( $\delta^{15}N$  7,3 ‰, Tabla 3). Este valor difiere significativamente del obtenido en el otro ejemplar de esta especie incluido en este estudio y que arrojó un valor típico para la herbivoría del área (EIL 08-19;  $\delta^{15}N$  3,9 ‰; Tabla 3). Estas diferencias podrían reflejar variaciones metabólicas o ambientales. En relación a esta última posibilidad, la muestra con el nitrógeno más alto procede del sitio La Yeguada, formado durante el inicio de la Pequeña Edad de Hielo, donde las llanuras templadas del hemisferio sur fueron impactadas por una mayor aridez, lo cual probablemente influyó en los valores de  $\delta^{15}N$  de las plantas y de la cadena trófica general (Amundson et al., 2003; Craine et al., 2009; del Puerto et al., 2013; Díaz et al., 2016; Gannes et al., 1998; Heaton, 1987; Schwarcz et al., 1999; Sealy et al., 1987; ver diferentes posiciones respecto a los factores que inciden en la elevación del nitrógeno-15 en Waters-Rist & Katzenberg, 2010). Puede incluirse en esta discusión el valor obtenido en una muestra ñandú recuperada del sitio El Espinillo ubicado en el ecotono entre el humedal del Paraná inferior y la Pampa Ondulada, que arrojó

6,5 ‰. Este ejemplar probablemente desarrolló todo su ciclo de vida en el interior de la Pampa Ondulada, que es un ambiente similar a la llanura uruguaya, y cuyo valor de  $^{15}N$  es más próximo a EIL 09-19. Estos resultados, por un lado, muestran un amplio rango de variabilidad para *R. americana*, y por otro, la necesidad de disponer de un muestreo espacio-temporal más adecuado para discutir su dieta.

Dentro de la colección de Cañada Saldaña se encuentran algunas especies no locales. Entre ellas, dos individuos de *Lama* cf. *guanicoe*. Los valores isotópicos de uno de estos ejemplares (Tabla 3) se ubican dentro del rango observado para las muestras procedentes de la Pampa Ondulada para esta especie, incluyendo un valor equivalente de  $\delta^{18}O$  (Tabla 3) (Buc & Loponte, 2016; Loponte & Corriale, 2019; Loponte & Ottalagano, 2022). Estos resultados refuerzan la hipótesis que el hueso analizado corresponde a un guanaco que fue cazado probablemente en las llanuras pampeanas de la margen derecha del río Paraná, y transportado/intercambiado, hasta alcanzar la margen izquierda del río Uruguay.

En términos generales, los valores isotópicos de las presas locales (excluyendo valores atípicos) no presentan diferencias estadísticamente significativas con los humanos de la región en la fracción inorgánica (*t*-test,  $p = 0,3$ ), pero sí en el colágeno (*t*-test,  $p = 0,02$ ), si bien con un valor de significación muy cercano a  $\alpha$ . Por otro lado, es esperable una diferencia de  $\leq 2$  ‰ en la composición isotópica del carbono de los predadores respecto de sus presas (Bocherens & Drucker, 2003; Krajcarz et al., 2018). En la Figura 5 hemos planteado los valores isotópicos de los perros, los humanos y de las principales especies cazadas y consumidas localmente.

### 5.3. Valores isotópicos de $\delta^{18}O$

Las muestras que corresponden a humanos (excluidos EIL 19-19 y 24-19; ver Sección 5.1) tienen un promedio de  $\bar{x}_9$   $-1,9 \pm 0,8$  ‰, con un rango entre  $-2,6$  ‰ y  $-0,5$  ‰ (error analítico  $\sim 0,1$  ‰; ver Sección 4). Tanto el promedio como los valores individuales caen dentro de los umbrales esperados para organismos que desarrollaron sus ciclos de vida desde el valle del río Uruguay hacia el este, estimados entre  $-2,5$  ‰ y  $-0,5$  ‰ (Loponte & Ottalagano, 2022; ver Sección 2.2 y Figura 6). Los valores de  $\delta^{18}O$  tienen una distribución sesgada ( $p = 0,007$ ) debido a la presencia de dos *outliers* (EIL 21-19 y 23-19) cuyos valores son  $-0,6$  ‰ y  $-0,5$  ‰ respectivamente. Es decir, si bien estos dos individuos se ubican dentro del rango esperado para los organismos de esta región, son valores atípicos por comparación con las restantes muestras humanas. Esto sucede porque estas últimas poseen un rango muy estrecho

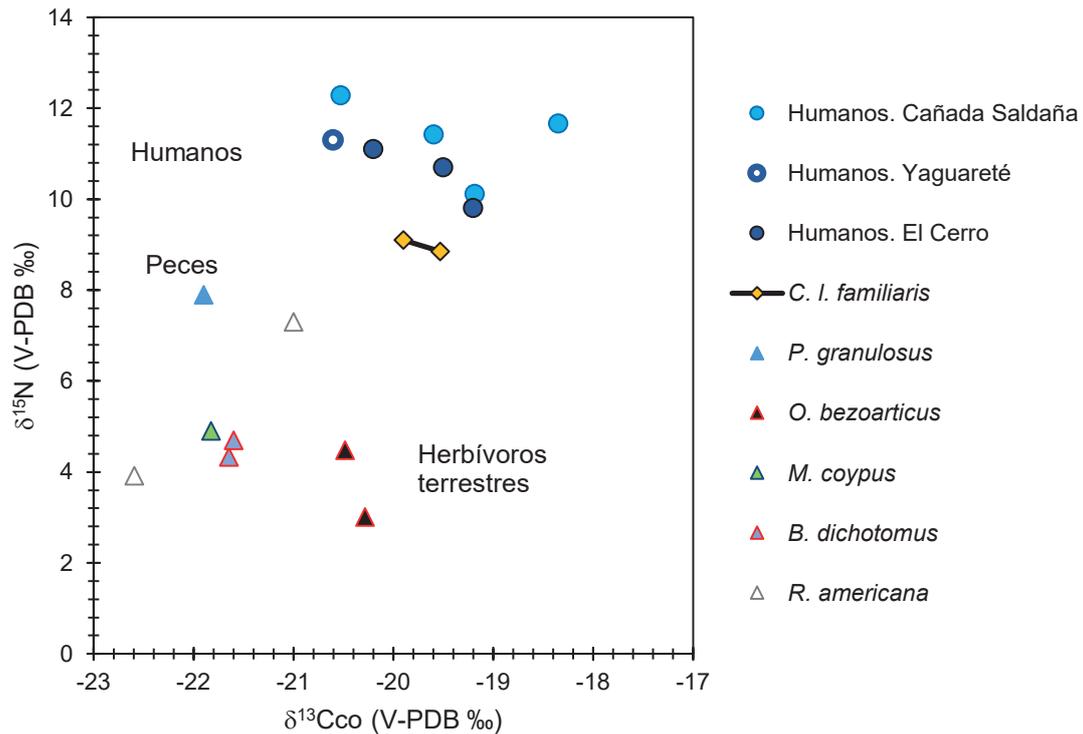


Figura 5. Valores isotópicos de las presas según la Tabla 3, de los cánidos y humanos de la Tabla 4 (para el individuo 47992 se tomó el valor de la costilla). Para *B. dichotomus* se agregaron los valores obtenidos en un ejemplar procedente del sitio Cerro Lutz (código AIE 26923/4; Loponte et al., 2016c, p. 264), que está ubicado en el valle del río Uruguay, en la margen derecha, enfrentado al sitio Cañada Saldaña.

(-2,6 ‰ | -1,9 ‰;  $\bar{x}_7 = -2,2 \pm 0,2$  ‰; CV = 10,9 %). Por ello, estas dos muestras atípicas se comportan también como *outliers* extremos, ya que están fuera del rango 3IQR (cf. Tukey, 1977).

Dos explicaciones pueden aplicarse preliminarmente para interpretar la distribución de los dos valores atípicos. La primera es que son variaciones conductuales que podrían reflejar una movilidad reducida, asociado con una variabilidad inmediata en las fuentes de agua, y/o preferencias individuales respecto a la ingesta de agua y de alimentos. En otros contextos arqueológicos sudamericanos, también se han identificado estas variaciones en los valores del oxígeno entre individuos considerados como locales en términos regionales (Knudson, 2009; Turner et al., 2018). La segunda explicación es que estos dos individuos son de la región, pero no exactamente del área del valle del río Uruguay, como sí lo serían los restantes humanos analizados. En la margen derecha de este mismo río también se han registrado algunos valores de  $\delta^{18}O$  atípicos, los cuales corresponden a mujeres. Se ha sugerido que esto podría ser el reflejo de una movilidad más reducida de las mismas y/o representar un patrón de residencia patrilocal (Loponte & Ottalagano, 2022). Uno de los *outliers* (EIL 21-19) está asignado precisamente como un posible femenino, mientras que el otro es

indeterminado. Estudios en desarrollo permitirán avanzar sobre este tópico en particular. Respecto de las mediciones efectuadas en la costilla y el fémur del individuo 47992, no se observan diferencias entre estos elementos óseos (Tabla 4), lo que señalaría cierta estabilidad geográfica a lo largo de la vida del mismo.

Los dos perros analizados también se ubican en el rango esperado para los organismos de la región. Uno de ellos presenta un valor similar a la mediana de los humanos (-2,3 ‰) (Figura 6), mientras que el restante es ligeramente más alto (-1,1 ‰). Este ejemplar también se comporta como un *outlier* comparado con la serie agrupada de los valores humanos. No obstante, si incluimos toda la serie humana (incluyendo los dos valores atípicos EIL 21-19 y 23-19) junto con los perros, el rango 1,5IQR presenta un rango con un umbral superior de -0,7 ‰, es decir, próximo a englobar a todos los humanos y a ambos cánidos. Este comportamiento de los valores del oxígeno refleja, precisamente, una población regional en términos amplios, que caen dentro de los umbrales esperados para la ecozona.

El valor obtenido en el ejemplar de *P. granulosus* ("SN" EIL 16-19  $\delta^{18}O$  -2,8 ‰) es relativamente coherente con los observados en los humanos (sin *outliers*), con una pequeña diferencia que es esperable para los organismos ectotermos como los peces. Por otro lado,

es un dato *proxy* para los valores isotópicos de las aguas del río Uruguay. En este sentido, el valor de este ejemplar es distinto a los observados en individuos de esta misma especie capturados en el valle del Paraná, reflejando las diferentes proporciones de oxígeno-18 que tienen las aguas de ambos ríos (Loponte & Ottalagano, 2022).

Los resultados del oxígeno obtenidos en *O. bezoarticus* (-2,3 ‰ y -2,4 ‰; EIL 14-19 y EIL 15-19 respectivamente; ver Tabla 3) son semejantes a los observados en los humanos, lo que probablemente refleja la explotación de manadas de cérvidos que desarrollaban sus ciclos de vida de manera adyacente al valle del río Uruguay. La tercera muestra de esta especie (EIL 13-19) también presenta un valor similar (-1,7 ‰). Si bien la relación de C/N de la misma es 6,9, la similitud del resultado obtenido con las dos anteriores sugiere que, si bien la diagénesis afectó los valores del colágeno, no habría afectado de una manera significativa a la fracción inorgánica. En este sentido, el valor del C de la apatita también es similar a los otros ejemplares de esta especie (ver Sección 5.2.2).

Los ejemplares de *R. americana* presentan valores altos de  $\delta^{18}\text{O}$  (-0,2 ‰ y 0,4 ‰) (Figura 6) si se comparan con los cérvidos y con la mayor parte de los humanos. Si bien esta ave tiene una temperatura corporal similar a los mamíferos (del Hoyo, 1992) por lo que no debería haber diferencias en el equilibrio termodinámico durante el proceso de precipitación del  $\text{CO}_3$ , esta especie adquiere la mayor parte de su agua corporal a través de los alimentos. Dado que las hojas de los árboles, arbustos y gramíneas tienen valores más altos de  $\delta^{18}\text{O}$  en relación con el agua ambiental (Lai et al., 2008; Ometto et al., 2005), esto podría explicar las diferencias en relación con los mamíferos con los que compartieron el ambiente. Una situación equivalente

se ha observado con muestras de ñandúes comparadas con los mamíferos (guanacos y venados de las pampas) que desarrollaron sus ciclos de vida en la Pampa Ondulada (Loponte & Ottalagano, 2022).

Finalmente, dos muestras merecen ser comentadas separadamente. La primera corresponde a *B. dichotomus* (EIL 11-19) cuyo valor de  $\delta^{18}\text{O}$  es -0,5 ‰. Si bien este valor se encuentra dentro del rango esperado para los mamíferos locales, es algo elevado para un ungulado que interactúa con ambientes tanto de agua libre del valle del Uruguay, como de los esteros y pantanos con agua más o menos estancada. El resultado obtenido sugiere que este ejemplar habría desarrollado la mayor parte de su ciclo de vida en un ambiente de agua con escasa conectividad con los canales de agua libre. Cabe señalar aquí que este valor es idéntico a los dos humanos que se comportan como *outliers* frente al resto de la serie. La segunda muestra corresponde a *M. coypus*, cuyo valor es ligeramente más negativo que el umbral inferior esperado para los mamíferos del río Uruguay. Dado que Cañada Saldaña está prácticamente enfrentado al área de mezcla del río Uruguay y Paraná (Loponte & Ottalagano, 2022), y que esta especie puede desplazarse varios km dentro del ambiente fluvial, no es improbable que este ejemplar este promediando valores isotópicos de ambientes diferentes. Cabe aclarar que la deriva del agua del Paraná hacia el curso inferior del río Uruguay ya estaba activa cuando se ocupó Cañada Saldaña, ya que este es un proceso que comenzó a producirse durante el Holoceno medio y especialmente durante la progradación del Delta (en sentido estricto) ya en el Holoceno tardío (cf. Cavallo et al., 2004, 2005). En la Figura 6 hemos resumido los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  obtenidos en este estudio.

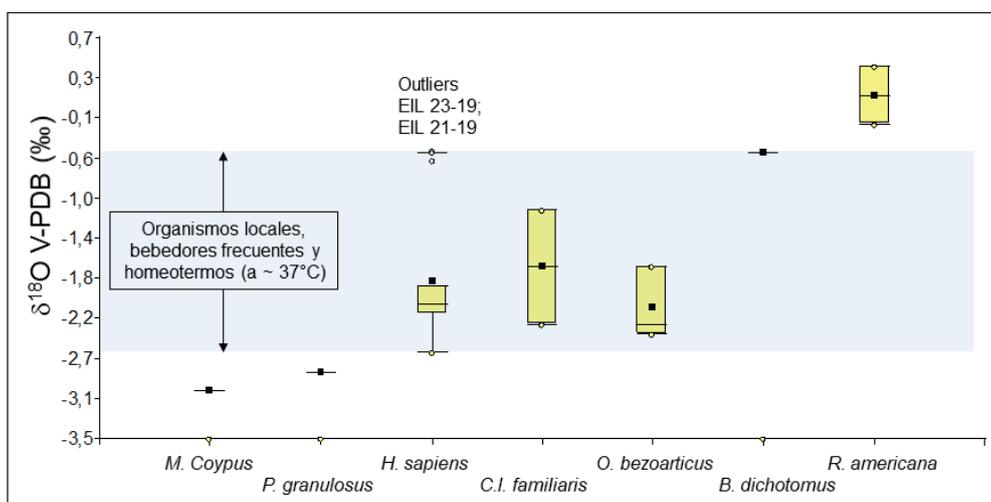


Figura 6. Distribución de los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  de las Tablas 3 y 4 (Q05-Q95). El rango en tono gris corresponde a los valores de  $\delta^{18}\text{O}_{\text{ap-CO}_3}$  propuestos para los organismos locales que son mamíferos y bebedores frecuentes.



## 6. Conclusiones

Los valores isotópicos de los humanos analizados en este estudio muestran el consumo de alimentos animales y vegetales dentro de un patrón  $C_3$  de manera predominante, con muy escasa variabilidad. Esto último sugiere el desarrollo de estrategias de subsistencia estables, dentro de ambientes relativamente predecibles. En términos poblacionales, la ingesta de alimentos  $C_4$  fue pequeña y concentrada básicamente en las proteínas animales, las cuales fueron probablemente transferidas por el consumo de especies tales como *P. granulosus* y *M. coypus*. Son notables los valores muy negativos observados en la hidroxapatita, a pesar de su mayor sensibilidad para detectar consumos pequeños de carbohidratos  $C_4$ . De esta manera, si estas sociedades cultivaron o manipularon maíz, su ingesta ha sido lo suficientemente pequeña como para que sea isotópicamente indetectable, es decir, su consumo estaría obliterado por su escasa significación dietaria. Estos resultados, sumados a otros obtenidos en la llanura del este de Uruguay y en el curso medio e inferior del valle del Paraná y del Uruguay, comienzan a conformar un panorama regional respecto a la posición marginal de este cereal en la dieta de los grupos de cazadores-recolectores complejos de la región. Estudios previos han considerado que estas poblaciones estaban inmersas en un proceso de intensificación en la explotación del ambiente, dentro de una fase de “disponibilidad de plantas cultivadas” (cf. Zvelebil, 1996; ver otras denominaciones en Smith, 2001), pero cuyas economías estaban basadas en la caza, la pesca y la recolección de plantas silvestres (Bracco, 2000; Mut & Bracco, 2022; Feuillet-Terzaghi & Loponte, 2021; Loponte, 2008, 2020; Mut, 2015; Ottalagano & Loponte, 2017). Esta situación parece también reflejarse en el registro analizado en este estudio.

Si bien podemos descartar a las plantas  $C_4$  (como el maíz) como un componente que haya incidido en la dieta, las plantas  $C_3$  fueron incorporadas de una manera significativa en las ingestas. Los vegetales con este último patrón fotosintético fueron señaladas desde los primeros estudios isotópicos de la región, como aquellas que contribuyeron de manera gravitante en las economías prehispánicas locales (Acosta & Loponte, 2002; Bracco et al., 2000; Loponte, 2008). No obstante, los resultados sugieren que estas habrían tenido un papel secundario frente a las proteínas animales. Si bien no puede descartarse que una fracción de las plantas  $C_3$  consumidas hayan sido cultivadas, parece poco probable que especies tales como *Phaseolus vulgaris* y *Cucurbita* sp. que son cultivos habitualmente consociados con el maíz, hayan tenido alguna incidencia gravitante dentro del margen de la dieta vegetal. Además, se debe

considerar la significativa oferta de recursos vegetales silvestres de la región (Madanes et al., 2013).

Los perros, que en algunos contextos arqueológicos presentan los mismos valores isotópicos de las dietas que los humanos (Cannon et al., 1999; Guiry, 2012, 2013; Laffoon et al., 2019; Grandal-d'Anglade et al., 2019, entre otros), en Cañada Saldaña también muestran el mismo patrón monoisotópico  $C_3$ , sin trazas de consumo de maíz. Sin embargo, su nivel trófico es ligeramente más bajo. Una situación similar ha sido observada en los sitios del lado argentino. No es claro aún el motivo de estas diferencias. Los huesos de los mamíferos y de los peces en los sitios de la región donde se han identificado perros, carecen de marcas de carnívoros, sugiriendo que estos no tuvieron acceso a ellos sobre una base regular. No puede descartarse que la ausencia de huesos carroñados por los perros en el registro esté mediatizada por algún proceso cultural, de destrucción diferencial o relacionado con algún aspecto metodológico del análisis arqueológico que sesga su identificación. Por otro lado, los valores de F1 y F2 de los cánidos caen dentro del *cluster* dietario propio de los humanos recuperados en los cerritos del este de Uruguay (Mut & Bracco, 2022, en este volumen). Esto podría representar tan solo un mero evento de equifinalidad, como una relación causal.

Finalmente, los valores de  $\delta^{18}O$  de los humanos son compatibles con los esperados para organismos vinculados de manera estable o recurrente con la ecozona donde se encuentran los sitios analizados. Si bien hemos identificado dos individuos con valores atípicos de  $\delta^{18}O$  en comparación con la mayoría de las restantes muestras, ambos se ubican en el umbral superior del rango esperado para los organismos asociados con el valle del río Uruguay y la llanura adyacente. Estos valores atípicos podrían deberse a conductas individuales particulares (e.g. alimentación o movilidad reducida) que impactaron sus valores de oxígeno-18 y generaron una variación que con el pequeño muestreo actual se presenta como discontinua, como así también representar individuos que, si bien son de la región, no corresponden exactamente al valle del río Uruguay. El aumento del muestreo regional y el análisis de otros marcadores isotópicos permitirá evaluar ambas hipótesis. En este sentido, en este estudio hemos obtenido resultados redundantes en algunos aspectos y una cierta variación en otros, lo cual señala la necesidad de ampliar el muestreo para el bloque analizado y expandirlo en términos espaciales y temporales. Esto nos permitirá explorar, con mejores datos, aspectos profundos de la organización social y económica de los cazadores-recolectores de la región.

## Agradecimientos

A Carina Erchini, directora del Museo Nacional de Antropología, quien nos facilitó el acceso y toma de muestras de la colección Oliveras. A las autoridades de Dirección de Cultura de la Intendencia de Río Negro (Rodolfo Merello, Estela Golovchenko y Karina Sánchez) y de la Liga de Turismo de Nuevo Berlín, que nos brindaron el acceso a las colecciones del Museo Arqueológico del Bajo Río Uruguay, y cuyo análisis aún continúa. A René Boretto y Félix Bernal por la valiosa información aportada durante los trabajos de campo y relevamiento de colecciones. A David Dettman por la discusión de los aspectos metodológicos. A Roberto Bracco y Patricia Mut por las sugerencias brindadas para una versión inicial de este texto. Lo vertido aquí es responsabilidad de los autores.

## Referencias

- Acosta, A. & Loponte, D. (2002). Presas y predadores: avances en la composición isotópica de la dieta de los grupos prehispánicos del sector centro-oriental de la Región Pampeana. *Arqueología*, 2, 105-134.
- Acosta, A. & Loponte, D. (2013). Registro de pinnípedos en contextos arqueofaunísticos de cazadores-recolectores del nordeste de la provincia de Buenos Aires. *Arqueología*, 19(2), 363-369.
- Ambrose, S. H. (1993). Isotopic analysis of paleodiets: Methodological and interpretive considerations. En M. K. Sandford (Ed.), *Investigations of ancient human tissue: Chemical analysis in anthropology* (pp. 59-129). Langhorne, PA: Gordon and Breach Science Publishers.
- Ambrose, S. H. & Norr, L. (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. B. Lambert & L. Grupe (Eds.), *Prehistoric human bone. Archaeology at the molecular level* (pp. 1-37). Berlin Heidelberg: Verlag Springer.
- Amestoy, F. & Fabiano, G. (1992). Distribución espacio-temporal, estructura poblacional y reproducción del armado común, *Pterodoras granulosus* (Pisces, Doradidae), en el Río de la Plata medio e inferior y en el río Uruguay inferior. *Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay, Serie Técnico-Científica*, 1, 1-12.
- Amundson, R., Austin, A., Schuur, E., Yoo, K., Matzek, V., Kendall, C., Uebersax, A., Brenner, D. & Baisden, W. T. (2003). Global patterns of the isotopic composition of soil and plant nitrogen. *Glob. Biogeochem. Cycles*, 17, 1031.
- Bastos, M. Q. R., Lessa, A., Rodrigues-Carvalho, C., Tykot, R. H. & Santos, R. V. (2014). Análise de isotopos de carbono e nitrogênio: a dieta antes e apos a presença de cerâmica no sítio Forte Marechal Luz. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 24, 137-151.
- Barreiro, M., Arizmendi, F. & Trinchin, R. (2019). *Variabilidad observada del clima en Uruguay. Departamento de Ciencias de la Atmósfera*. Instituto de Física, Facultad de Ciencias. Universidad de la República. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/2020-08/Producto%202.pdf>.
- Behrensmeyer, A. K. & Miller, J. H. (2012). Building links between ecology and palaeontology using taphonomic studies of recent vertebrate communities. En J. Louys (Ed.), *Palaeontology in Ecology and Conservation* (pp. 69-91). New York: Springer.
- Blake, M. (2015). *Maize for the Gods: Unearthing the 9,000-Year History of Corn*. Los Ángeles: Universidad de California.
- Bocherens, H. & Drucker, D. (2003). Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen: case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems. *Int. J. Osteoarchaeol.*, 13, 46-53.
- Bonomo, M., Aceituno Bocanegra, F. J., Politis, G. & Pochettino, M. L. (2011a). Pre-Hispanic horticulture in the Parana Delta (Argentina): archaeological and historical evidence. *World Archaeol.*, 43(4), 554-575.
- Bonomo, M., Colobig, M., Passeggi, M. E., Zucol, A. & Brea, M. (2011b). Multidisciplinary studies at Cerro Tapera Vázquez site, Pre-Delta National Park, Argentina: the archaeological, sedimentological and paleobotanical evidence. *Quat. Int.*, 245(1), 48-61.
- Bonomo, M., Scabuzzo, C., Politis, G. & Zucol, A. (2017). Stable carbon and nitrogen isotope studies in the Paraná River Delta (Argentina): an approach to prehispanic diets. *Lat. Amer. Antiquity*, 28 (1), 105-126.
- Boretto, R. (1970). *Recopilación de antecedentes de las piedras con hoyuelos en Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay*. Fray Bentos: Publicaciones del Museo Municipal de Historia Natural de Río Negro.
- Boretto, R., Bernal, R., Schmitz, P. I. & Basile Becker, I. E. (1973). Arqueología del Departamento de Río Negro (R. O. del Uruguay). Esquema Tentativo de una Secuencia Cronológica para Sitios del Río Uruguay y Río Negro. *Actas del I Congreso Nacional de Arqueología. II Encuentro de Arqueología del Interior* (sin paginar). Museo Municipal de Historia Natural de Río Negro, Fray Bentos (sin paginación).
- Bortolotto, N. (2018). *Análisis tecno-morfológico de piedras con hoyuelos recuperadas en el sitio La Yeguada, Nuevo Berlín*. Departamento de Río Negro, Uruguay. Tesis de Licenciatura. Montevideo: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad de la República.



- Bossi, J., Ferrando, L., Montaña, J., Campal, N., Morales, H., Gancio, F., Schipilov, A., Piñeiro, G. & Sprechman, P. (1998). *Geocarta. Carta geológica del Uruguay - 1:500.000 (Versión 1.01)*. Montevideo: Geoeditores S.R.L.
- Bracco, R. (2009). *Diagnóstico Arqueológico Punta Gorda*. Informe inédito, Comisión de Patrimonio Cultural de la Nación, Montevideo.
- Bracco, R., Fregeiro, M. I., Panarello, H., Odino, R. & Souto, B. (2000). Dieta, modos de producción de alimentos y complejidad. Comparación de la dieta de los "constructores de cerritos" del Este de la República Oriental del Uruguay con otras regiones del mismo territorio. En A. Durán & R. Bracco (Eds.), *Arqueología de las Tierras Bajas* (pp. 227-248). Montevideo: MEC.
- Bryant, J. D., Koch, P. L., Froelich, P. N., Showers, W. J. & Genna, B. J. (1996). Oxygen isotope partitioning between phosphate and carbonate in mammalian apatite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60, 5145-5148.
- Buc, N. & Loponte, D. (2016). Bone tools reflecting animal exploitation. The case of *Lama guanicoe* in the lower Paraná basin. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología. Series Especiales*, 3, 23-53.
- Cannon, A., Schwarcz, H. P. & Knyf, M. (1999). Marine based Subsistence Trends and the Stable Isotope Analysis of dog Bones from Namu, British Columbia. *Journal of Archaeological Science*, 26, 399-407.
- Carbonera, M., Schneider, F., Gancedo, N. & Loponte, D. 2022. Estudos isotópicos da dieta Guarani e sua cadeia trófica associada na bacia do rio Taquarí, Rio Grande do Sul. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos*. En prensa.
- Castillo, A. (200). Arqueología del Oeste de la República Oriental del Uruguay, Departamento de Río Negro. *Revista do CEPA*, 24(31), 71-94.
- Castillo, A. (2004). Excavaciones y museo: profundizando en el conocimiento de los grupos ceramistas del litoral (Río Negro, Uruguay). En L. Beovide, I. Barretto & C. Curbelo (Eds.), *La Arqueología uruguaya ante los desafíos del nuevo siglo* (publicación en CD), Asociación Uruguaya de Arqueología, Montevideo.
- Cavallotto, J. L., Violante, R. A. & Parker, G. (2004). Sea level fluctuation during the last 8600 yrs in the Río de la Plata (Argentina). *Quaternary International*, 114(1), 155-165.
- Cavallotto, J. L., Violante, R. A. & Colombo, F. (2005). Evolución y cambios ambientales de la llanura costera de la cabecera del Río de la Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60 (2), 353-367.
- Ceruti, C. 2003 Entidades culturales presentes en la cuenca del Paraná Medio (margen entrerriana). *Mundo de Antes* 3, 111-135.
- Chenery, C., Pashley, V., Lamb, A. L., Sloane, H. J. & Evans, J. A. (2012). The oxygen isotope relationship between the phosphate and structural carbonate fractions of human bioapatite. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 26, 309-319.
- Colonese, A. C., Collins, M., Lucquin, A., Eustace, M., Hancock, Y., Ponzoni, R. A. R., Mora, A., Smith, C., DeBlasis, P., Figuti, L., Wesolowski, V., Plens, C. R., Eggers, S., Farias, D. S. E., Gledhill, A. & Craig, O. E. (2014). Long-term resilience of Late Holocene coastal subsistence system in southeastern South America. *PLoS ONE*, 9(4), e93854.
- Coplen, T. B. (1994). Reporting of stable hydrogen, carbon, and oxygen isotopic abundances. *Pure and Applied Chemistry*, 66, 273-276.
- Coltrain, J. B. & Leavitt, S. (2002). Climate and diet in Fremont prehistory: economic variability and abandonment of maize agriculture in the Great Salt Lake basin. *Am. Antiq.*, 67, 453-485.
- Coltrain, J. B., Harris, J. M., Cerling, T. E., Ehleringer, J. R., Dearing, M., Ward, J. & Allen, J. (2004). Rancho La Brea stable isotope biogeochemistry and its implications for the palaeoecology of late Pleistocene coastal California. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 205, 199-219.
- Cox, G. & Sealy, J. (1997). Investigating identity and life histories: isotopic analysis and historical documentation of slave skeletons found on the Cape Town foreshore, South Africa. *Int J Hist Archaeol.*, 1, 207-224.
- Craine, J. M. et al. (2009). Global patterns of foliar nitrogen isotopes and their relationships with climate, mycorrhizal fungi, foliar nutrient concentrations, and nitrogen availability. *New Phytol.*, 183, 980-992.
- Cruz, F. W., Burns, S. J., Karmann, I., Sharp, W. D. & Vuille, M. (2006). Reconstruction of Regional Atmospheric Circulation Features During the Late Pleistocene in Subtropical Brazil from Oxygen Isotope Composition of Speleothems. *Earth and Planetary Science Letters*, 248, 495-507.
- Corriale, M. J. & Loponte, D. (2015). Use of stable carbon isotope ratio for foraging behavior analysis of capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from Esteros del Iberá, Argentina. *Mammalian Biology*, 80, 73-80.
- Da Silva Jr., L. C. (2005). Projeto Experimental: A Funcionalidade dos "Quebra-Coquinhos" em Contextos Arqueológicos do Brasil Meridional. *Cadernos do LEPAARQ*, VII (4), 59-86.
- Del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J. (1992). *Handbook of Birds of the World*. Order Struthioniformes. Barcelona: Lynx Editions.
- del Puerto, L. (2015). *Interrelaciones humano-ambientales durante el Holoceno tardío en el este del Uruguay: Cambio climático y dinámica cultural*. Montevideo: Universidad de la República.
- del Puerto L., Bracco R., Inda H., Gutierrez O., Panario D. & Garcia-Rodriguez, F. (2013). Assessing links between

- late Holocene climate change and paleolimnological development of Peña Lagoon using opal phytoliths, physical and geochemical proxies. *Quaternary International*, 287: 89-100.
- DeNiro, M. J. (1985). Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to paleodietary reconstruction. *Nature*, 317, 806-809.
- Díaz, F., Frugone, M., Gutiérrez, R. et al. (2016). Nitrogen cycling in an extreme hyperarid environment inferred from  $\delta^{15}\text{N}$  analyses of plants, soils and herbivore diet. *Sci. Rep.*, 6, 22226.
- Fariás, M. (2005). *El Guaraní Arqueológico Meridional: Entre el Axioma y la Heterodoxia*. Tesis de doctorado inédita. Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- Fernández de Oviedo y Valdés, G. (1944). *Historia General y Natural de las Indias. Islas y Tierra-Firme del Mar Océano*. 7 vol. Asunción del Paraguay: Editorial Guaranía.
- Ferrari, A. (2017). Tecnología ósea al oriente del Bajo río Uruguay: los artefactos óseos aguzados del sitio Cañada Saldaña, Departamento de Soriano, Uruguay. *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología*, 47, 29-48.
- Feuillet Terzaghi, R. & Loponte, D. (2021). The pre-Columbian cemetery Río Salado-Coronda and the low-level food production explored by stable isotopes in the Paraná basin, South America. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 35, 102720.
- France, C. A. M., Sugiyama, N. & Aguayo, E. (2020). Establishing a preservation index for bone, dentin, and enamel bioapatite mineral using ATR-FTIR. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 33, 102551.
- France, C. A. M. & Owsley, D. W. (2013). Stable Carbon and Oxygen Isotope Spacing Between Bone and Tooth Collagen and Hydroxyapatite in Human Archaeological Remains. *Int. J. Osteoarchaeol.* 25, 299-312.
- Froehle, A. W., Kellner, C. M. & Schoeninger, M. J. (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.
- Froehle, A. W., Kellner, C. M. & Schoeninger, M. J. (2012). Multivariate carbon and nitrogen stable isotope model for the reconstruction of prehistoric human diet. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 147, 352-369.
- Gannes, L. Z., Martínez del Río, C. & Koch, P. (1998). Natural Abundance Variations in Stable Isotopes and Their Potential Uses in Animal Physiological Ecology. Comparative Biochemistry and Physiology Part A. Molecular & Integrative Physiology. *Comparative Physiology* 119, 725-737.
- Gascue, A., Loponte, D., Moreno, F., Bortolotto, N., Rodríguez, X., Figueiro, G., Teixeira de Mello, F. & Acosta, A. (2016a). Tecnología, subsistencia y cronología del sitio El Cerro, Departamento de Río Negro, Uruguay. *Anuario de Arqueología*, 8, 113-140.
- Gascue, A., Acosta, A., Bortolotto, N. & Loponte D. (2016b). Viejas muestras, nuevos datos: ocupaciones prehispánicas diacrónicas en el sitio Yaguareté (departamento de Río Negro, Uruguay). *III Jornadas de Actualización de Arqueología Tupiguaraní*, del 19 al 21 de octubre de 2016, Pelotas, Brasil.
- Gascue, A., Scarabino, F., Bortolotto, N., Clavijo, C. & Capdepon I. (2019). El rol de los moluscos en las poblaciones prehispánicas de Uruguay. Comechingonia. *Revista de Arqueología*, 23(1), 115-152.
- Gascue, A., Bortolotto, N., Loponte, D., Acosta, A., Bracco, R., Duarte, C., Noguera, A., Ferrari, A. & Rivas, M. (2022). Nuevos aportes para la arqueología de cazadores-recolectores de las Tierras Bajas de Sudamérica: el sitio Cañada Saldaña (Soriano, Uruguay). Reanálisis de la colección Oliveras y nuevos datos contextuales y cronológicos. *Anuario de Arqueología*. Facultad de Humanidades y Artes. Universidad Nacional de Rosario. En prensa.
- Grandal-d'Anglade, A., Albizuri, S. & Nieto, A. et al. (2019). Dogs and foxes in Early-Middle Bronze Age funerary structures in the northeast of the Iberian Peninsula: human control of canid diet at the sites of Can Roqueta (Barcelona) and Minferri (Lleida). *Archaeol. Anthropol. Sci.*, 11, 3949-3978.
- Guiry, E. J. (2012). Dogs as Analogues in Stable Isotope-Based Human Paleodietary Reconstructions: a Review and Considerations for Future Use. *Journal of Archaeological Method Theory*, 19, 351-376.
- Guiry, E. J. (2013). A Canine Surrogacy Approach to Human Paleodietary Bone Chemistry: Past Development and Future Directions. *Archaeol. Anthropol. Sci.*, 5, 275-286.
- Hamre, S. S. & Daux, S. (2016). Stable oxygen isotope evidence for mobility in medieval and post-medieval Trondheim, Norway. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 8, 416-425.
- Harbeck, M. & Grupe, G. (2009). Experimental Chemical Degradation Compared to Natural Diagenetic Alteration of Collagen: Implications for Collagen Quality Indicators for Stable Isotope Analysis. *Archaeological and Anthropological Science*, 1, 43-57.
- Heaton, T. H. (1987). The  $15\text{N}/14\text{N}$  ratios of plants in South Africa and Namibia: relationship to climate and coastal/saline environments. *Oecologia*, 74, 236-246.
- Hedges, R. E. M. (2000). Appraisal of radiocarbon dating of kiore bones (Pacific rat *Rattus exulans*) in New Zealand. *J. Roy. Soc. New Zealand*, 30, 385-389.



- Hedges, R. E. M. & Reynard, L. (2007). Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *J. Archaeol. Sci.*, 34, 1240-1251.
- Hedges, R. E., Clement, J. G., Thomas, C. D. L. & O'Connell, T. C. (2007). Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: Modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. *American Journal of Physical Anthropology*, 133, 808-816.
- Hilbert, K. (1991). *Aspectos de la arqueología en el Uruguay*. Verlag Philipp von Zabern. Mainz am Rhein. Die Deutsche Bibliothek, Alemania.
- Hogg, A., Heaton, T., Hua, Q., Palmer, J., Turney, C., Southon, J., Bayliss, A., Blackwell, P., Boswijk, G., Bronk Ramsey, C., Pearson, C., Petchey, F., Reimer, P., Reimer, R. & Wacker, L. (2020). SHCal20 Southern Hemisphere Calibration, 0–55,000 years cal. BP. *Radiocarbon*, 62(4), 759-778.
- Knudson, K. J. (2009). Oxygen isotope analysis in a land of environmental extremes: the complexities of isotopic work in the Andes. *Int. J. Osteoarchaeol.* 19(2), 171-191.
- Koch, P. L., Tuross, N. & Fogel, M. L. (1997). The effects of sample treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbonate in biogenic hydroxylapatite. *Journal of Archaeological Science*, 24, 417-429.
- Kohn, M. & Cerling, T.E. (2002). Stable Isotope Compositions of Biological Apatite. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 48, 455-488.
- Krajcarz, M.T., Krajcarz, M. & Bocherens, H. (2018). Collagen to collagen prey-predator isotopic enrichment ( $\Delta^{13}\text{C}$ ,  $\Delta^{15}\text{N}$ ) in terrestrial mammals – A case study of a subfossil red fox den. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 490, 563-570.
- Laffoon, J. E., Hoogland, M. L., Davie, G. R. & Hofman, C. L. (2019). A Multi-Isotope Investigation of Human and Dog Mobility and Diet in the Pre-Colonial Antilles." *Environmental Archaeology*, 24 (2), 132-148.
- Lai, C. T., Ometto, J. P., Berry, J. A., Martinelli, L. A., Domingues, T. F. & Ehleringer, J. R. (2008). Life form-specific variations in leaf water oxygen-18 enrichment in Amazonian vegetation. *Oecologia*, 157, 197-210.
- Lamb, A. L., Evans, J. E., Buckley, R. & Appleby, J. (2014). Multi-isotope analysis demonstrates significant lifestyle changes in King Richard III. *J. Archaeol. Sci.*, 50, 559-565.
- Lambert, P., Gagnon, C. M., Billman, B. R., Katzenberg, M. A., Carcelén, J. & Tykot, R. H. (2012). Bone chemistry at Cerro Oreja: A stable isotope perspective on the development of a regional economy in the Moche valley, Perú. *Latin American Antiquity*, 23(2), 144-161.
- Lee-Thorp, J. (2002). Two decades of progress towards understanding fossilization processes and isotopic signals in calcified tissue minerals. *Archeometry*, 44(3), 435-446.
- Lee-Thorp, J. A. & Sponheimer, M. (2003). Three case studies used to reassess the reliability of fossil bone and enamel isotope signals for paleodietary studies. *Journal of Anthropological Archaeology*, 22, 208-216.
- Leys, C., Ley, C., Klein, O., Bernard, P. & Licata, L. (2013). Detecting Outliers: Do not use Standard Deviation Around the Mean, use Absolute Deviation Around the Median. *Journal of Experimental Social Psychology*, 49(4), 764-766.
- Loponte, D. (2008). *Arqueología del Humedal del Paraná Inferior (Bajíos Ribereños Meridionales)*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano.
- Loponte, D. (2020). La agricultura prehispánica en el Nordeste argentino analizada a través de los isótopos estables. *Anuario de Arqueología*, 12, 25-64.
- Loponte, D. & Acosta, A. (2016). Los Contextos Goya-Malabrigo del Nordeste Argentino. *Caderno do Ceom*, 29 (45), 125-187.
- Loponte, D. & Carbonera, M. (2021). From the Atlantic coast to the lowland forests: Stable isotope analysis of the diet of forager-horticulturists in southern Brazil. *International Journal of Osteoarchaeology*, 31(6), 1237-1246.
- Loponte, D. & Corriale, M. J. (2019). Patterns of Resource use and Isotopic Niche Overlap among Guanaco (*Lama guanicoe*), Pampas Deer (*Ozotoceros Bezoarticus*) and Marsh Deer (*Blastocercus Dichotomus*) in the Pampas. Ecological, Paleoenvironmental and Archaeological Implications. *Environmental Archaeology*, 25(4), 411-444.
- Loponte, D. & Ottalagano, F. (2022). Hunter-gatherer mobility analysed through  $\delta^{18}\text{O}$  in the patchy environment of the Paraná Valley, South American Lowlands. *Environmental Archaeology*. doi: 10.1080/14614103.2022.2037324
- Loponte, D., Carbonera, M., Corriale, M. J. & Acosta, A. (2016a). Horticulturists and Oxygen Ecozones in the Tropical and Subtropical Forests of Southeast South America. *Environmental Archaeology*, 22(3), 247-267.
- Loponte, D., Ottalagano, F., Bortolotto, N., Gascue, A., Viglioco, D. & Boretto, R. (2016b). Avances en la arqueología del bajo río Uruguay: el sitio La Yeguada, Departamento de Río Negro (Uruguay). *Revista Tesisuras*, 4(1), 8-52.
- Loponte, D., Acosta, A. & Corriale, M. (2016c). Isotopic trends in the diets of hunter-gatherers of the lower Paraná wetland, South America. *J. Archaeol. Sci.: Reports*, 9, 259-274.
- Loponte, D., et al. (2021). The Southernmost Pre-Columbian Dogs in the Americas: Phenotype, Chronology, Diet and Genetics. *Environmental Archaeology*. doi: 10.1080/14614103.2021.1922985.
- Ma, F., Xu, T.T., Li, M., Liu, J. L. & Sun, Z. J. (2018).

- Precipitation is the main factor affecting the variation of foliar nitrogen isotope composition in two leguminous shrub species of northwestern China. *Biol. Lett.* 14: 20180382.
- Madanes, N., Kalesnik, F. & Vargas, D. (2013). Análisis de los recursos vegetales comestibles del macromosaico de humedales del Paraná inferior del Holoceno tardío. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. Series Especiales*, 1 (1), 196-210.
- Madanes, N., Quintana, R., Biondini, M. & Loponte, D. (2010). Relationships between photosynthetic types in the composition of herbivore diets and environment in the Rio de la Plata Basin, Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 83, 309-319.
- Marchese, M. R., Saigo, M., Zilli, F. L., Capello, S., Devercelli, M., Montalto, L., Paporello, G. & Wantzen, K. M. (2014). Food webs of the Paraná River floodplain: Assessing basal sources using stable carbon and nitrogen isotopes. *Limnologica*, 46, 22-30.
- Martínez, S., Veroslavsky, G. & Cabrera, F. (2015). Calizas del Queguay: Un enfoque hacia la arqueología. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos*, 1(2): 1-10.
- Maruca Sosa, R. (1957). *La Nación Charrúa*. Montevideo: Letras.
- Miller, J. (1991). Reaction Time Analysis with Outlier Exclusion: Bias Varies with Sample Size. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43(4), 907-912.
- Mut, P. (2015). Paleodieta de los pobladores prehistóricos del este del Uruguay: Un retrato isotópico. *Anuario de Arqueología*, 147-178.
- Mut, P. & Bracco, R. (2022). Dieta de los constructores de montículos del este de Uruguay, una aproximación biogeoquímica. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos*. En prensa.
- Neil, S., Evans, J., Montgomery, J. & Scarre, C. (2016). Isotopic evidence for residential mobility of farming communities during the transition to agriculture in Britain. *Royal Society Open Science*, 3, 150522. doi.org/10.1098/rsos.150522.
- Ometto, J. P., Flanagan, L. B., Martinelli, L. A. & Ehleringer, J. R. (2005). Oxygen Isotope Ratios of Waters and Respired CO<sub>2</sub> in Amazonian Forest and Pasture Ecosystems. *Ecological Applications*, 15(1), 58-70.
- Ottalagano, F. (2010). Decoración experimental de cerámica aplicada al estudio de las técnicas incisas del área del Paraná. *Intersecciones en Antropología*, 11, 237-247.
- Ottalagano, F. (2013). *Aves simbólicas, estilo e identidad en la arqueología del gran río sudamericano: un estudio contextual del arte cerámico de las sociedades prehispánicas de la cuenca del Paraná medio*. *Arqueología de la Cuenca del Plata*. D. Loponte & A. Acosta (Eds.) Serie Monográfica. Buenos Aires: Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano.
- Ottalagano, F. (2019). Valores de  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  y microrrestos vegetales presentes en residuos de alimentos adheridos en vasijas arqueológicas del sitio La Palmera 2 (noroeste de Entre Ríos, Argentina). *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 23(1), 349-364.
- Ottalagano, F. (2020). Miniatures as Ritual Objects: Exploring the Role of Small-Sized Vessels among the Complex Late Holocene Hunter-Gatherers from the Paraná River Lowlands in South America. *Cambridge Archaeological Journal*, 30(3), 433-450.
- Ottalagano, F. (2021). Isotopic values of faunal resources exploited by the complex hunter-gatherer groups in the Paraná river ecosystem (South America) during the late Holocene. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 35, e102680.
- Ottalagano, F. & Loponte, D. (2017). Stable isotopes and diet in complex hunter-gatherers in Paraná basin, South America. *Archaeological and Anthropological Science*, 9, 865-877.
- Ottalagano, F. & Loponte, D. (2022). Un acercamiento a la estilización y esquematismo de las figuras zoomorfas cerámicas de las Tierras Bajas del Paraná. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 27 (1), 11-28.
- Person, A., Bocherens, H., Saliège, J.-F., Paris, F., Zeitoun, V. & Gérard, M. (1995). Early diagenetic evolution of bone phosphate: An x-ray diffractometry analysis. *Journal of Archaeological Science*, 22, 211-221.
- Person, A., Bocherens, H., Mariotti, A. & Renard, M. (1996). Diagenetic evolution and experimental heating of bone phosphate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 126, 135-149.
- Pfister, L., Grave, C., Beisel, J. N. & McDonnell, J. J. (2019). A global assessment of freshwater mollusk shell oxygen isotope signatures and their relation to precipitation and stream water. *Scientific Reports*, 9, e4312. doi.org/10.1038/s41598-019-40369-0
- Pollard, A.M., Ditchfield, P., Piva, E., Wallis, S., Falys, C. & Ford, S. (2012). Sprouting like cockle amongst the wheat: the St Brice's Day massacre and the isotopic analysis of human bones from Sr Johns College, Oxford. *Oxf. J. Arch.* 31, 83-102.
- Powell, R. & Still, R. (2009). Biogeography of C3 and C4 vegetation in South America. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2935-2942. Natal: INPE.
- Powell, R. L., Yoo, E. H. & Still, C. J. (2012). "Vegetation and Soil Carbon-13 Isoscapes for South America: Integrating Remote Sensing and Ecosystem Isotope Measurements." *Ecosphere* (Washington, DC), 3(11), 109. doi:10.1890/ES12-00162.1.



- Rodríguez, J. (2001). Nordeste prehispánico. En: Berberían, E. & Nielsen, A. (Eds.). *Historia Argentina Prehispánica*, tomo II (pp. 693-736). Córdoba: Editorial Brujas.
- Rodríguez, J. & Ceruti, C. N. (1999). Las tierras bajas del nordeste y litoral mesopotámico. *Nueva Historia de la Nación* (pp. 109-133). Argentina, tomo I. Buenos Aires: Editorial Planeta.
- Rizzo, F., Cardozo, D. & Tapia, A. (2016). Múltiples líneas de evidencias aplicadas al estudio de un individuo prehispánico. Sitio Rancho José (Buenos Aires) *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 18(1), 1-15.
- Saigo, M., Zilli, F. L., Marchese, M. R. & Demonte, D. (2015). Trophic level, food chain length and omnivory in the Paraná River: a food web model approach in a floodplain river system. *Ecological Research*, 30, 843-852.
- Schmidl, U. (1948). *Crónica del Viaje a las Regiones del Plata, Paraguay y Brasil*. Buenos Aires: Editorial Peuser.
- Schwarcz, H. P. & Schoeninger, M. J. (1991). Stable isotope analyses in human nutritional ecology. *American Journal of Physical Anthropology*, 34(13 S), 283-321.
- Schwarcz, H. P., Dupras, T. L. & Fairgrieve, S. I. (1999). <sup>15</sup>N enrichment in the Sahara: in search of a global relationship. *Journal of Archaeological Science*, 26, 629-636.
- Schoeninger, M. J., Moore, K. M., Murray, M. L. & Kingston, J. D. (1989). Detection of bone preservation in archaeological and fossil samples. *Journal of Applied Geochemistry*, 4, 281-292.
- Sealy, J., van der Merwe, N. J., Lee-Thorp, J. A. & Lanham, J. L. (1987). Nitrogen isotope ecology in southern Africa: implications for environmental and dietary tracing. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 51, 2707-2717.
- Serrano, A. (1972). *Líneas fundamentales de la Arqueología del Litoral*. Una tentativa de periodización. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Dirección General de Publicaciones.
- Sillen, A. & Sealy, J. C. (1995). Diagenesis of strontium in fossil bone: A reconsideration of Nelson et al. (1986). *Journal of Archaeological Science*, 22, 313-320.
- Sjögren, K. G., Price, T. D. & Kristiansen, K. (2016). Diet and mobility in the corded Ware of Central Europe. *PLoS One*, 11(5), e-0155083. doi.org/10.1371/journal.pone.0155083.
- Smith, B. D. (2001). Low-level food production. *J. Archaeol. Res.*, 9, 1-43.
- Surovell, T. A. & Stiner, M. C. (2001). Standardizing infra-red measures of bone mineral crystallinity: An experimental approach. *Journal of Archaeological Science*, 28, 633-642.
- Tablado, A., Oldani, N., Ulibarrie, L. & Pignalberi de Asan, C. (1988). Cambios estacionales de la densidad de peces en una laguna del valle aluvial del río Paraná (Argentina). *Revista hydrobiológica tropical*, 21(4), 335-348.
- Talamo, S., Fewlass, H., Maria, R. & Jaouen, K. (2021). "Here we go again": the inspection of collagen extraction protocols for 14C dating and palaeodietary analysis. *Science and technology of archaeological research*, 7(1), 62-77.
- Trueman, C. N., Privat, K. & Field, J. (2008). Why do crystallinity values fail to predict the extent of diagenetic alteration of bone mineral? Beyond documenting diagenesis: The fifth international bone diagenesis workshop. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, 266(3-4), 160-167.
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Massachusetts: Addison-Wesely Publishing Company.
- Turner, B. L., Bélisle, V., Davis, A., Skidmore, M., Juengst, S., Schaefer, B., Covey, R. & Bauer, B. (2018). Diet and Foodways across Five Millennia in the Cusco Region of Peru. *Journal of Archaeological Science*, 98, 137-148.
- Urey, H. C. (1947). "The Thermodynamic Properties of Isotopic Substances. *Journal of the Chemical Society*, p. 562-581. doi:10.1039/jr9470000562
- van Klinken, G. J. (1999). Bone collagen quality indicators for paleodietary and radiocarbon measurements. *Journal of Archaeological Science*, 26, 687-695.
- Waters-Rist, A. L. & Katzenberg, M. A. (2010). The effect of growth on stable nitrogen isotope ratios in subadult bone collagen. *Int. J. Osteoarchaeol.* 20, 172-191.
- Willis, A. & Oxenham, M. (2016). Reconstructing diet at an son and Hoa Diem: Implications for understanding Southeast Asian subsistence patterns. En M. Oxenham & H. R Buckley (Eds.), *The Routledge Handbook of Bioarchaeology in Southeast Asia and the Pacific Islands* (pp. 137-157). London and New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- Wright, L. E. & Schwarcz, H. P. (1996). Infrared and isotopic evidence for diagenesis of bone apatite at dos Pilas, Guatemala: Palaeodietary implications. *Journal of Archaeological Science*, 23, 993-944.
- Zazzo, A. L., Lécuyer, C. & Mariotti, A. (2004). Experimentally-controlled carbon and oxygen isotope exchange between bioapatites and water under inorganic and microbially mediated conditions. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 68, 1-12.
- Zvelebil, M. (1996). The agricultural frontier and the transition to farming in the circum-Baltic region. En: Harris, D. (Ed.), *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia* (pp. 323-345). Washington: Smithsonian Institution Press.