



## La subsistencia humana en el sudeste del Espinal (Argentina) durante el Holoceno tardío: una aproximación basada en la aplicación de un modelo de mezcla isotópica bayesiano

Luciana Catella\*, Natalia S. Morales\*\*, Fernando W. P. Oliva\*\*\* y Gustavo Barrientos\*\*\*\*

\* División Antropología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque s/n, 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina, catellaluciana@hotmail.com

\*\* División Antropología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque s/n, 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina, moralesnatalia@live.com

\*\*\* Centro de Estudios Arqueológicos Regionales (CEAR), Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario. Entre Ríos 758, 2000, Rosario, Entre Ríos, Argentina, fwpoliva@gmail.com

\*\*\*\* División Antropología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque s/n, 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, gustavbarrie@yahoo.com.ar

Recibido el 9 de marzo de 2022, aceptado para su publicación el 11 de junio de 2022.

<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.7233976>

### Palabras clave:

actividades de subsistencia;  
isótopos estables;  
modelo de mezcla Bayesiano;  
ecorregión del Espinal;  
Holoceno tardío final.

### Keywords:

subsistence activities;  
stable isotopes;  
Bayesian mixing model;  
espinal ecoregion;  
final late Holocene.

### RESUMEN

El Espinal constituye un ámbito transicional constituido por un mosaico de bosques xerófilos espinosos y estepas herbáceas y arbustivas, que rodea a los pastizales pampeanos y los separa de los bosques xerófilos y caducifolios del Monte y del Chaco Seco y Húmedo. Esta formación vegetal ha experimentado cambios a través del tiempo en su extensión abarcando, en el pasado tanto remoto como reciente, zonas hoy dominadas por otras formaciones, como es el caso de los pastizales de la llanura pampeana. La división más austral del Espinal es el llamado "Distrito del Caldén", del cual el área de estudio abordada en este trabajo constituye su porción más oriental, asociada tanto al curso inferior del río Colorado como al litoral atlántico al sur de Bahía Blanca y al sistema serrano de Ventania (provincia de Buenos Aires), al norte. Esta área ha sido investigada arqueológicamente, de manera sostenida y por diferentes equipos, durante los últimos 35 años. Uno de los aspectos más abordados ha sido el de la subsistencia, ya sea desde un punto de vista zooarqueológico como bioarqueológico, tecnológico y, más recientemente, isotópico. A pesar de los notables avances en estos aspectos, la partición porcentual de la subsistencia en sus tres componentes básicos, i.e. caza, recolección y pesca, aún no ha sido abordada en profundidad. En este contexto, el objetivo de este trabajo es analizar la información isotópica (isótopos estables del C y N) disponible para el Holoceno tardío final (ca 1000-300 años AP) y procesarla mediante el uso de un modelo de mezcla isotópica bayesiano (programa FRUITS 3.0 Beta). Para ello se emplearon tres *proxies* ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) y seis fuentes (cinco por corrida): Vegetales  $\text{C}_3$ , Vegetales  $\text{C}_4$ , Vertebrados Terrestres, Mamíferos Marinos, Peces de Agua Dulce y Peces Marinos. Los resultados obtenidos indican que la subsistencia estuvo probablemente dominada por los productos de la recolección (mediana= 47,44%), seguidos por los de la pesca (mediana= 27,56%) y, en último término, los de la caza (mediana= 24,90%). Estos resultados presentan aspectos tanto compatibles con las interpretaciones previas acerca de las paleodietas del área, como novedosos o no anticipados en función del conocimiento existente del registro arqueológico regional. Sin embargo, globalmente se ajustan a un conjunto de expectativas derivadas del análisis de los patrones de variación identificados a nivel del registro etnográfico en relación con un conjunto de variables ambientales.

### ABSTRACT

The *Espinal* constitutes a transitional area made up of a mosaic of thorny xerophilous forests and herbaceous and shrubby steppes, which surrounds the Pampas grasslands and separates them from the xerophilous and deciduous forests of the Monte and Dry and Humid Chaco. This plant formation has undergone changes over time in its extension, encompassing, in both the remote and recent past, areas today dominated by other formations, such as the grasslands of the Pampas plain. The southernmost division of the *Espinal* is the so-called "Caldén District", of which the study area addressed in this paper constitutes its easternmost portion, associated with both the lower course of the Colorado River and the Atlantic coast south of Bahía Blanca and the mountain system of Ventania (province of Buenos Aires), to the north. This area has been archaeologically investigated, in a sustained way and by different teams, during the last 35 years. One of the most addressed aspects has been that of subsistence, whether from a zooarchaeological, bioarchaeological, technological and, more recently, isotopic point of view. Despite the notable advances in these aspects, the percentage partition of subsistence into its three basic components, i.e. hunting, gathering and fishing, has not yet been addressed in depth. In this context, the objective of this work is to analyze the isotopic information (stable C and N isotopes) available for the final late Holocene (ca. 1000-300 years BP) and process it through the use of a Bayesian isotopic mixture model (program FRUITS 3.0 Beta). For this, three proxies ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{collagen}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatite}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) and six sources (five per run) were used:  $\text{C}_3$  Vegetables,  $\text{C}_4$  Vegetables, Terrestrial Vertebrates, Marine Mammals, Freshwater Fish and Marine Fish. The results obtained indicate that subsistence was likely dominated by harvesting products (median= 47.44%), followed by fishing (median= 27.56%) and, lastly, hunting products (median= 24.90%). These results present aspects that are both compatible with previous interpretations about the paleodiets of the area, and novel or not anticipated based on the existing knowledge of the regional archaeological record. However, globally, they conform to a set of expectations derived from the analysis of the variation patterns identified at the level of the ethnographic record in relation to a set of environmental variables.





## 1. Introducción

En las Tierras Bajas Meridionales de Sudamérica (*sensu* Meggers & Evans, 1977), específicamente en la zona centro-oriental de Argentina, existe un ámbito transicional conformado por un mosaico de bosques xerófilos espinosos y estepas herbáceas y arbustivas que rodea, por el norte, oeste y sudoeste, a los pastizales pampeanos (Arturi, 2006; Bruniard, 1997). A lo largo del tiempo, dicho ámbito ha recibido diferentes denominaciones, la más reciente de las cuales es “Ecorregión del Espinal” (Burkart et al., 1999; Matteucci, 2012) (Figura 1).

de atributos estructurales que influyen sobre su función (Danz et al., 2013). Por este motivo, es esperable que constituyan hábitats muy requeridos por las poblaciones humanas, ofreciendo múltiples opciones para la subsistencia (Rhoades, 1974, 1978; Yesner, 1980), particularmente cuando ésta debe diversificarse o intensificarse ante eventuales aumentos demográficos (Smith et al., 2014).

Para el sudeste del sector bonaerense del Espinal (*i.e.* Distrito del Caldén; Cabrera 1953) –tanto en su ámbito de distribución actual como pasado–, el conocimiento acerca de la dieta humana durante el Holoceno tardío final (*ca.* 1000-300 años AP) proviene de estudios

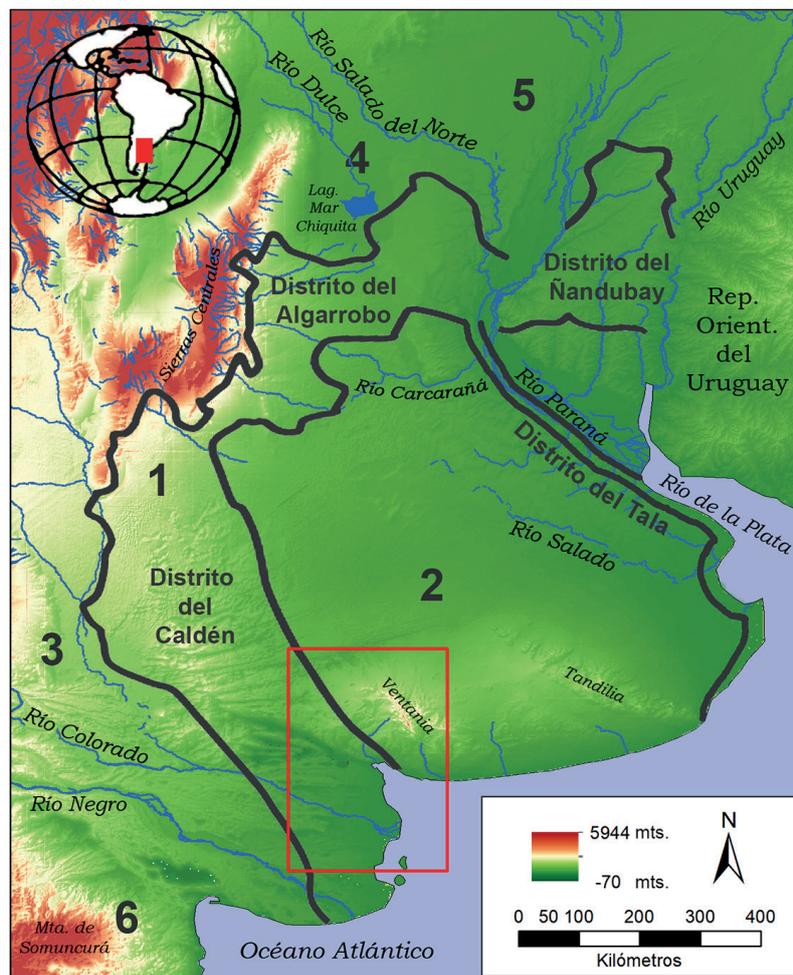


Figura 1. La Ecorregión del Espinal en el contexto de las Tierras Bajas Meridionales (Meggers & Evans, 1977). (1) Espinal, con sus diferentes distritos; (2) Pampa; (3) Monte; (4) Chaco Seco; (5) Chaco Húmedo; (6) Estepa Patagónica (Burkart et al., 1999). El recuadro rojo indica el área considerada en este trabajo.

El Espinal puede considerarse un ecotono o región de transición (Lewis & Collantes, 1973) entre las ecorregiones Pampa, Monte, Chaco Seco y Chaco Húmedo (Burkart et al., 1999). Los ecotonos, en tanto zonas de integración, suelen ser áreas de gran riqueza biológica tanto en términos de diversidad como de densidad (Smith, 1974), con una considerable variedad

bioarqueológicos, zooarqueológicos, artefactuales y químicos, incluyendo el análisis de ácidos grasos sobre cerámica y de isótopos estables del C y N en huesos humanos y faunísticos (*v.g.* Alcaráz, 2017; Álvarez & Salemme, 2015; Barrientos, 1997; Catella, 2014; Flensburg, 2013; Flensburg et al., 2020; L'Heureux, 2002; Martínez et al., 2009; Morales, 2022; Scabuzzo et al.,

2016; Stoessel & Alcaráz, 2017; Stoessel et al., 2015). Sin embargo, a pesar de los notorios avances realizados en relación con este problema, la contribución diferencial probable (medida en términos porcentuales) de cada una de las tres principales actividades de subsistencia implementadas por cazadores-recolectores (*i.e.* caza, recolección y pesca), continúa siendo desconocida.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es presentar nuevos datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en muestras humanas, integrar la información isotópica disponible para el Holoceno tardío final del Distrito del Caldén y analizarla mediante diferentes recursos analíticos. En particular, se intentará establecer la partición porcentual de la subsistencia de los grupos humanos que habitaron el área en momentos tardíos, mediante el uso de un modelo de mezcla isotópica bayesiano implementado por el programa FRUITS 3.0 Beta (Fernandes et al., 2014). Se espera, de este modo, contribuir a la discusión regional acerca del modo de vida de los cazadores-recolectores tardíos en esta área ecotonal en la transición pampeano-patagónica.

## 2. El caso de estudio

### 2.1. La Ecorregión del Espinal: caracterización geográfica y ambiental del sector bonaerense del Distrito del Caldén

En el contexto de la Llanura Chaco-Pampeana (Chebli et al., 1999; Pisano & Pommarés, 2017), el Espinal es una ecorregión<sup>1</sup> que se despliega como un amplio arco de bosques que rodea por el norte, oeste y sur a la Ecorregión Pampa, la cual comprende el más extenso ecosistema de praderas o pastizales de la Argentina (Matteucci, 2012). El Espinal está integrado por un mosaico de diferentes fisonomías (Bruniard, 1997), en el cual se alterna el bosque xerófilo espinoso con gran predominio de leguminosas (*v.g.* *Prosopis*, *Acacia*), cuyos árboles se distribuyen entre abundantes arbustos achaparrados, matas duras y cactáceas (Frenguelli, 1941).

En el interior del Espinal, entendido como una provincia fitogeográfica, Cabrera (1953) identificó cuatro divisiones o distritos: "Distrito del Ñandubay" (parte de las provincias de Corrientes, Entre Ríos y este de Santa Fe), "Distrito del Algarrobo" (oeste de Santa Fe y centro de Córdoba), "Distrito del Caldén" (sur de San Luis, centro de La Pampa y sur de Buenos Aires) y "Distrito del Tala" (sur de Santa Fe y este de Buenos Aires). En este trabajo nos enfocaremos en el Distrito del

Caldén, por lo que profundizaremos en su descripción. Este distrito, actualmente en marcada y sostenida disminución en su extensión por el avance de la frontera agrícola-ganadera y sus efectos derivados (*i.e.* incendios, desmontes y desarrollo urbano) (Arturi, 2006; Lell, 2005; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2007a), conforma una faja de ancho variable, con un máximo de alrededor de 150 km (Lell, 2005). Discurre sobre una superficie fuertemente ondulada por la presencia de viejos cordones de médanos, fijados por una vegetación de hierbas y arbustos xerófilos y psamófilos, con matorrales o estepas halófitas sobre suelos salobres (Anderson et al., 1970; Cano & Movia, 1967, Frenguelli, 1941). Actualmente se extiende desde el centro-este de la provincia de San Luis, pasando por el sur de Córdoba y por la parte media de La Pampa, hasta llegar al río Colorado y, de allí, a la costa atlántica bonaerense (Lell, 2005). Las condiciones climáticas aquí son más rigurosas que las de los otros distritos del Espinal, con menores niveles de humedad y con inviernos más inclementes y veranos menos cálidos y más cortos (Frenguelli, 1941).

La formación vegetal que lo integra se caracteriza por presentar: 1) un estrato arbóreo caducifolio y xerófilo, cuya especie dominante es el caldén (*Prosopis caldenia*), que forma bosques puros ("caldenales") o en asociación con leguminosas y otras familias de leñosas; 2) un estrato arbustivo, no siempre presente, y 3) un estrato herbáceo, compuesto mayormente por gramíneas (Chebez & Gasparri, 2010; Lell, 2005; Poduje, 1987; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2007a). Las cactáceas son escasas (Cabrera, 1953). Al sudeste del distrito, el caldenal se presenta como individuos aislados en las pendientes y formando bosques en las depresiones (Roberto et al., 2005). El fuerte gradiente de precipitaciones, de este a oeste, determina que los bosques de caldén del sector oriental tengan menos arbustos que los del sector occidental y mayor cantidad de herbáceas y gramíneas palatables (Cano, 1980). De acuerdo con los mapas publicados por Epstein et al. (2002), elaborados a partir de modelos de regresión y datos climáticos, la abundancia actual de pastos  $C_3$  en esta área no es mayor al 20%, mientras que la de los pastos  $C_4$  varía entre un 30% y un 50% (el porcentaje restante corresponde a arbustos). Asimismo, el isopaisaje de valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de vegetación publicado por Powell & Still (2009), construido a partir de un algoritmo que realiza los cálculos a partir de mapas de la fracción de cobertura vegetal y una base de datos climáticos, indica la presencia en el área de cantidades variables de vegetales  $C_3$  y  $C_4$ .

Un censo efectuado en el Distrito del Caldén permitió registrar 71 especies de mamíferos (mayormente terrestres), 68 de reptiles, 15 de anfibios y 178 de

<sup>1</sup> Una ecorregión es un área de gran tamaño, relativamente homogénea, en la que hay diferentes comunidades naturales que tienen en común un gran número de especies y condiciones ambientales (Brown et al., 2006, p. 25).



aves, de las cuales 70 son acuáticas, semiacuáticas o periacuáticas (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2007a, 2007b). La fauna terrestre, al noroeste del distrito, es muy similar a la del Chaco, pero con menor diversidad de especies, mientras que al oeste y sur se observa una marcada influencia de la fauna del monte (Barquez et al., 2006; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2007a). La fauna ictícola, principalmente vinculada con el río Colorado, el gran curso de agua alóctono que atraviesa el extremo SE del Distrito del Caldén, pertenece a la provincia Andino Cuyana (López et al., 2008). Los peces marinos del litoral atlántico comprenden diferentes especies de teleosteos y condriictios (Acha et al., 2004; Pasquaud et al., 2008; Piccolo & Perillo, 1997). Mamíferos marinos, principalmente otáridos, pueden encontrarse ocasionalmente sobre la costa atlántica en temporada no reproductiva (Rodríguez & Bastida, 2004).

## 2.2. Variaciones a través del tiempo en la extensión del Espinal

La posición de los límites del Espinal, tanto con la ecorregión Pampa como con las ecorregiones Monte, Chaco Húmedo y Chaco Seco, ha fluctuado a lo largo del tiempo como consecuencia de las oscilaciones climáticas, tanto de corta como de larga duración (Bruniard, 1997; Frenguelli, 1941; Lewis y Collantes, 1973). La Figura 2 representa un intento de reconstrucción de la extensión probable del sector sur del Espinal en momentos históricos recientes (últimos 200 años), a partir de mapas distribucionales publicados en el período 1940-1999 (Burkart et al.,

1999; Cabrera, 1971; Frenguelli, 1941; Lewis & Collantes, 1973; Parodi, 1940; Prieto 1996), complementados con información histórica publicada por Lasalle (1966) y Boyero (1985). Para la misma se georreferenciaron y superpusieron, en un sistema de información geográfica (SIG), los mapas distribucionales extraídos de las fuentes mencionadas (Figura 2a). Mediante operaciones de reclasificación y adición, se obtuvieron tres áreas factibles de ser interpretadas como zonas de diferente probabilidad de presencia del Espinal (Figura 2b): a) el área en la que cinco mapas coinciden fue considerada como una zona de máxima probabilidad de ocurrencia, donde el Espinal se habría encontrado de manera más permanente, con poca o nula influencia de las fluctuaciones climáticas, conformando un área nuclear estable (Zona I); b) el área en donde de dos a cuatro mapas coinciden fue considerada como una zona de probabilidad intermedia, más inestable en cuanto a la disponibilidad y densidad de las especies arbóreas típicas del Espinal, caracterizada actualmente por la presencia de múltiples formaciones relictuales de especies leñosas (Burkart, 1967; Long, 2018) (Zona II); c) el área donde sólo un mapa indica la presencia del Espinal fue considerada como la de mínima probabilidad, conformando un sector hoy desprovisto de vegetación arbórea nativa, más allá de especímenes aislados o pequeños relictos boscosos (v.g. León & Anderson, 1983) (Zona III). Partes de la Zona II y de la Zona III al norte y al este de la Zona I corresponden a lo que, desde un punto de vista arqueológico, Oliva (2006) denominó Área Ecotonal Húmeda-Seca Pampeana (AEHSP).

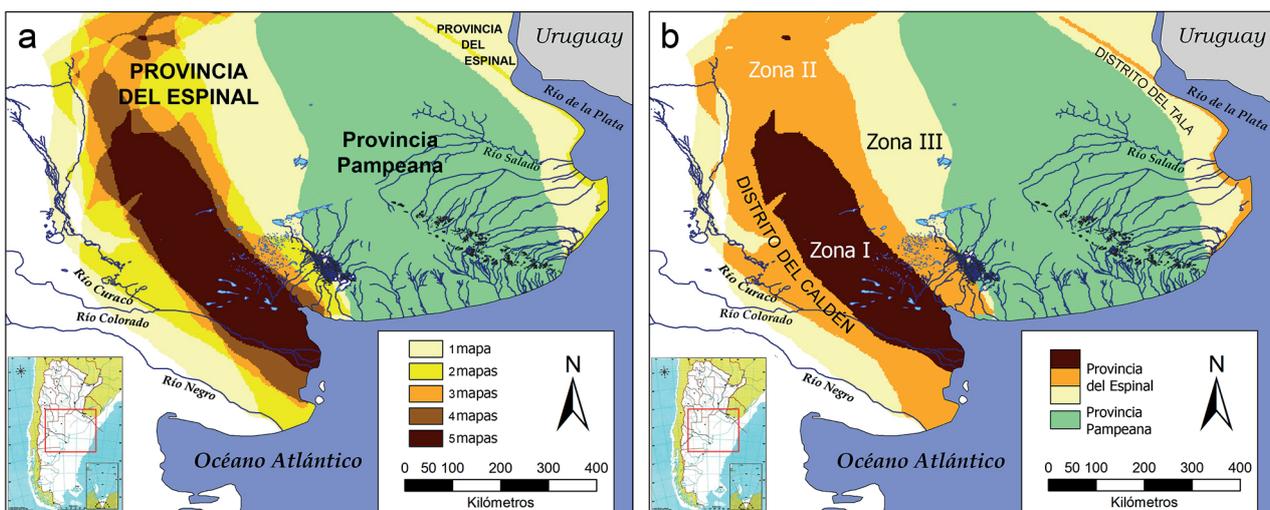


Figura 2. Ecorregión del Espinal: a) superposición en un SIG de cinco mapas distribucionales del Espinal producidos durante el período 1940-1999 (Burkart et al., 1999; Cabrera, 1971; Frenguelli, 1941; Lewis & Collantes, 1973; Parodi, 1940; Prieto, 1996), complementados con información histórica publicada por Lasalle (1966) y Boyero (1985); b) mapa resultante de operaciones de reclasificación y adición de las capas cartográficas mencionadas en a, indicando zonas de diferente probabilidad de presencia del Espinal en el pasado (Zona I= máxima probabilidad; Zona III= mínima probabilidad).

### 2.3. Condiciones climáticas y ambientales actuales en las zonas I y II del Distrito del Caldén

El sector de la Zona II considerado en este acápite, y en el resto del trabajo, es aquel situado al norte de la Zona I, hoy mayormente ocupado por los pastizales pampeanos. La temperatura media anual (TMA) medida en cuatro localidades del área de estudio (Guaminí, Pigué, Bahía Blanca y Carmen de Patagones) es, respectivamente, de 15,5 °C, 14,3 °C, 15,8 °C y 14,2 °C (<https://es.weatherspark.com>), lo cual arroja una media regional de 15 °C. La temperatura efectiva (TE; Bailey, 1960, p. 11, Tabla 3, ecuación 6) estimada para la Zona I del Distrito del Caldén es de 14,8 °C (calculada por los autores a partir de datos meteorológicos provenientes de las localidades de Stroeder y Mayor Buratovich), mientras que para la Zona II es de 14,3 °C (calculada a partir de datos meteorológicos provenientes de las localidades de Puan, Pigüé y Bahía Blanca). La TE proporciona una medida simultánea de la intensidad de la radiación solar, así como de su distribución anual (Bailey, 1960), habiéndose demostrado su correlación con un conjunto de variables que pueden utilizarse para caracterizar aspectos de la organización de las sociedades de cazadores-recolectores a escala global, en particular la subsistencia (Binford 1991a, 1991b, 2001; Johnson 2014).

En la Zona I, las precipitaciones medias anuales varían entre 600 y 400 mm y, en la Zona II, entre 800 y 600 mm (Bianchi & Cravero, 2010) correspondiendo, respectivamente, a las zonas secas y muy secas (S y MS) y húmedas y secas (H y S) de Ferrelly y Aliaga (2016) (período 1960-2010). La Zona I está incluida dentro de los climas “templado de transición”, según la clasificación del Instituto Geográfico Nacional-ANIDA (Bustos et al., 2017) y “de estepa árido y frío”, según la clasificación de Köppen-Geiger para el período 1980-2016 (Beck et al., 2018). Por su parte, la Zona II corresponde, respectivamente, a los climas “templado pampeano” y “templado sin estación seca y veranos calientes” (*hot*) y “templado sin estación seca y veranos cálidos” (*warm*) de las mismas clasificaciones.

La distancia máxima al mar (medida de SE a NO) es 180 km en la Zona I y 330 km en la Zona II, mientras que la altitud máxima en la Zona I es 150 msnm y 810 msnm en la Zona II (medida en ámbitos serranos con una pendiente máxima de 40 grados; las sierras de Ventania alcanzan una altura máxima de 1239 msnm, en el Cerro Tres Picos).

### 2.4. Subsistencia y dieta en el Distrito del Caldén durante el Holoceno tardío final (ca. 1000-300 años AP): antecedentes arqueológicos

Reseñaremos aquí la evidencia física y química

disponible para el sector bonaerense de las Zonas I y II del Distrito del Caldén (Figura 2b).

#### 2.4.1. Zona I:

Las investigaciones más intensivas se desarrollaron en el curso inferior del Río Colorado (Martínez, 2017) y en los alrededores de la Laguna Chasicó (Catella, 2014). Para la primera de las áreas mencionadas, los datos zooarqueológicos existentes –provenientes de sitios con diferente localización geográfica– muestran una subsistencia diversificada, basada en el consumo de fauna terrestre mayor (guanaco, venado, ñandú) y menor (varias especies de roedores y dos de armadillos), de aves (pelecaniformes, caradriformes, anseriformes, paseriformes y, posiblemente, tinamiformes) y de peces, tanto de agua dulce (percas) como marinos (teleósteos y condriictios) (Stoessel & Alcaráz, 2017). Los restos de guanaco de este período, en particular, muestran señales de procesamiento para la extracción de médula ósea (Stoessel, 2014; Stoessel & Alcaráz, 2017). La evidencia del consumo de vegetales es más indirecta y proviene del estudio de ácidos grasos presentes, en pequeña proporción relativa, en tuestos cerámicos (Stoessel et al., 2015), de los análisis de frecuencias de caries en restos humanos (Flensburg 2013) y del análisis formal y valores de frecuencia de artefactos de molienda (Armentano, 2012). Existe evidencia, también, del consumo de bivalvos (almejas) en al menos uno de los sitios del área cercano a la costa atlántica (Martínez et al. 2010). La diversificación en el conjunto de la fauna consumida, en comparación con períodos previos, condujo a postular la existencia en esta área de un proceso de intensificación económica con posterioridad al 1000 AP (Martínez, 2017; Stoessel & Martínez, 2014). En el caso de la Laguna Chasicó, en el único sitio que con alguna confianza puede ser asignado al Holoceno tardío final sobre la base de la presencia de cerámica y de vidrio tallado, la muestra zooarqueológica recuperada es muy pequeña, indicando el consumo de fauna terrestre mayor (guanaco y ñandú). Si bien se recuperó fauna menor espacialmente asociada, no existen evidencias claras acerca de su utilización como recurso alimenticio (Catella, 2014). Aquí también la alta frecuencia de aparición de artefactos de molienda ha sido interpretada como evidencia indirecta del consumo de vegetales (Catella, 2014).

La evidencia isotópica para esta zona (Barrientos et al., 2015; Flensburg et al., 2020; Martínez et al., 2009) muestra un predominio en el consumo de herbívoros terrestres (Barrientos et al., 2015; Flensburg et al., 2020) y peces fluviales (ecosistema C<sub>3</sub>), una mayor ingesta de vegetales (principalmente C<sub>3</sub> y minoritariamente C<sub>4</sub> o CAM), y una menor contribución de recursos marinos,



en comparación con períodos previos (Flensburg et al., 2020).

#### 2.4.2. Zona II:

La información referida al Holoceno tardío final proviene de sitios localizados en la vertiente sudoccidental de Ventania, en ambientes serranos (Catella, 2014; Morales, 2022; Oliva, 2000), periserranos (Álvarez & Salemme, 2015; Madrid & Politis, 1991; Politis, 1984) y de llanura, localizados éstos en los valles del río Sauce Grande y del arroyo Napostá Grande (Austral & García Cano, 1999; Bayón et al. 2010; Vecchi et al., 2013).

Las arqueofaunas con evidencias de consumo humano recuperadas en los diferentes sectores, muestran una muy baja diversidad taxonómica. En efecto, en todos los sitios con ocupaciones asignables al Holoceno tardío final están presentes los mamíferos terrestres de gran porte, el guanaco y el venado (excepto, este último, en un caso; Vecchi et al., 2013) y, como representantes de mamíferos de menor porte, los armadillos (Álvarez & Salemme, 2015; Bayón et al., 2010; Catella, 2014; Morales 2022; Vecchi et al., 2013). Sólo en un sitio están presentes otras especies con evidencias de consumo, tales como ñandú, mara, zorrino (*Conepatus* sp.) y puma (*Puma concolor*) (Álvarez & Salemme, 2015). Cáscaras de huevo de ñandú aparecen también formando parte de algunos conjuntos arqueofaunísticos (Bayón et al., 2010; Vecchi et al., 2013). La relativa pobreza taxonómica y la escasa representación de fauna menor puede explicarse, en este caso, por cuestiones de mala preservación ósea (Catella, 2014; Morales, 2022) y de muestreo, sobre todo en el caso de colecciones recuperadas durante las décadas de 1970 y 1980 (v.g. Álvarez & Salemme, 2015; Bayón et al., 2010; Vecchi et al., 2013). La evidencia de consumo vegetal, al igual que en la Zona I, es indirecta, proviniendo del estudio comparativo de frecuencias de caries en restos humanos (L'Heureux, 2002) y de la gran cantidad de artefactos de molienda presentes en colecciones locales y recuperados en los sitios o en sus inmediaciones (v.g. Catella, 2014; Vecchi et al., 2013).

La evidencia isotópica disponible para el período (Barrientos et al., 2015; Bayón et al., 2010; Scabuzzo et al., 2016), indica una dieta fundamentalmente terrestre o continental, basada en el consumo de vegetales  $C_3$  y, mayoritariamente, de animales consumidores de dichos vegetales (Barrientos et al., 2015; Scabuzzo et al., 2016). Si bien no puede descartarse el consumo de vegetales  $C_4$  y CAM o de recursos marinos, el aporte de los mismos a la subsistencia ha sido interpretado como marginal (Barrientos et al., 2015).

### 3. La partición porcentual de la subsistencia en el área de estudio mediante un modelo de mezcla isotópica bayesiano

#### 3.1. Aproximación a la subsistencia mediante el uso de isótopos estables del C y N y modelos de mezcla bayesianos

Los isótopos estables de carbono (C) y nitrógeno (N), expresados como un valor delta ( $\delta$ ) en partes por mil (‰) (Coplen, 2011, p. 2538), proporcionan información sobre la vía fotosintética predominante en un ecosistema ( $\delta^{13}C$ ) y la posición trófica de las especies investigadas ( $\delta^{15}N$ ) (Peterson & Fry, 1987; Post, 2002). Por esta razón, el análisis de isótopos estables se ha convertido en un enfoque popular en diferentes disciplinas, entre ellas la arqueología, para cuantificar la utilización de recursos, las interacciones tróficas y el flujo de energía a través de las redes tróficas (Boecklen et al., 2011). Desde los inicios del método y de sus aplicaciones arqueológicas, las dietas se interpretaron típicamente a partir de los valores isotópicos medidos en los tejidos de los organismos de interés por medio de métodos gráficos o de simulaciones de todas las posibles composiciones dietarias que pueden resultar en los valores isotópicos observados en un consumidor (Brown et al., 2018). A partir del comienzo de la década de 2000 (aunque el primer antecedente se remonta a la década de 1970; i.e. Haines, 1976), comenzaron a popularizarse los denominados modelos de mezcla isotópica, que son modelos analíticos que permiten determinar, matemáticamente, la contribución relativa de diferentes fuentes de alimentos a la dieta de un organismo en particular, basándose en la composición isotópica de los tejidos tanto de los consumidores como de las fuentes (Cheung & Szpak, 2021, p. 1108; Phillips et al., 2014, pp. 823-824). A partir de entonces, los modelos de mezcla han ido creciendo en cuanto a sofisticación, permitiendo actualmente –al implementar métodos de inferencia bayesianos– estimar las distribuciones de probabilidad de las contribuciones de las diferentes fuentes; las nuevas versiones incorporan, además, aspectos tales como la variabilidad individual, factores de discriminación, estructura de varianza jerárquica, covariables y dependencia de la concentración (Brown et al., 2018; Phillips et al., 2014). Estos rasgos los hacen herramientas interpretativas de la información isotópica de gran poder heurístico y de uso creciente dentro de la arqueología (para una revisión reciente, ver Cheung & Szpak, 2021), aunque su aplicación no se encuentra exenta de problemas (Brown et al., 2018; Cheung & Szpak, 2021; Phillips et al., 2014). A este respecto, cabe recordar que dado el gran número de parámetros empleados en los modelos de mezcla bayesianos (v.g.

valores isotópicos de la dieta y concentraciones de nutrientes, nivel trófico y fraccionamiento de tejidos) y la incertidumbre involucrada en casi todos ellos, una amplia gama de resultados son igualmente posibles (Schulting et al., 2022). En este trabajo utilizaremos uno de tales modelos (FRUITS 3.0 Beta; Fernandes et al., 2012) para estimar la partición porcentual de la subsistencia en el Distrito del Caldén y evaluar, así, el grado de ajuste de los resultados a las expectativas derivadas de un conjunto de datos etnográficos transculturales extraídos de Binford (2001).

### 3.2. La partición porcentual de la subsistencia en el Distrito del Caldén durante el Holoceno tardío final

#### 3.2.1. Materiales

En este estudio se incluyeron 46 individuos cronológicamente asignables al Holoceno tardío final, sobre la base de dataciones radiocarbónicas, presencia de deformación tabular erecta planolámbdica (Barrientos, 2001) o información contextual (Tabla 1). Treinta individuos provienen de la Zona I del sector bonaerense del Distrito del Caldén y 16 de la Zona II; en la primera se incluyó un caso procedente de la provincia de Río Negro y, en la segunda, uno de La Pampa, en ambos casos recuperados en sitios muy próximos al límite con la provincia de Buenos Aires. Se registraron los valores publicados de  $\delta^{13}\text{C}$  del colágeno y la apatita y de  $\delta^{15}\text{N}$  del colágeno, así como valores aportados en este trabajo. En aquellos casos en los que no se cuenta con información sobre apatita, el valor fue imputado mediante un procedimiento de regresión de los valores observados de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  sobre los observados de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  (excluyendo *outliers*) y la posterior distribución aleatoria de los valores estimados de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  dentro de bandas de predicción del 68% alrededor de la recta de ajuste.

La base de datos de recursos animales y vegetales potencialmente consumidos fue construida a partir de la información isotópica previamente publicada y de aquella aportada por este trabajo. Se recopilieron 98 valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y 31 valores de  $\delta^{15}\text{N}$  correspondientes tanto a muestras arqueológicas como actuales (Tabla 1 del Anexo I). Para las muestras actuales, se utilizaron los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  corregidos por efecto Suess (+1,5‰) informados por los respectivos autores; se realizó la corrección sólo en el caso de valores no corregidos previamente. En el caso de los vegetales, se agregó la información isotópica ( $\delta^{15}\text{N}$ ) extraída del isopaisaje resultante de cálculos de balance de masa realizados por Bowen y West (2008), cuyo modelo de superficie ráster, en formato Erdas Imagine (.img), fue amablemente proporcionado por estos autores. En los *taxa* con mayor cantidad de valores publicados (guanacos y

vegetales), se diferenciaron entre individuos procedentes de las zonas I y II del Distrito del Caldén. En el caso de los *taxa* para los que no se cuenta con valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  provenientes de cada zona, se utilizó el mismo valor para ambas zonas. Para *taxa* sin valores isotópicos registrados para el área de estudio, o con muy pocos valores, se incorporaron datos muestreados en áreas aledañas.

#### 3.2.2. Métodos

A los fines de estimar la contribución proporcional de los diferentes recursos a la dieta, se analizaron los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  del colágeno ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ ) y la apatita ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ ) y de  $\delta^{15}\text{N}$  del colágeno mediante modelos de mezcla bayesianos. Se utilizó el programa FRUITS (*Food Reconstruction Using Isotopic Transferred Signals*) vers. 3.0 Beta, el cual permite generar modelos que tienen en cuenta los valores isotópicos de los recursos y los consumidores, los factores de discriminación, así como incluir valores de incertidumbre para cada uno de estos casos (Fernandes et al., 2014).

Como paso previo al análisis, y para establecer el grado de diferenciación entre las submuestras de las zonas I y II, se calcularon las estadísticas descriptivas<sup>2</sup> correspondientes y se realizó un diagrama de dispersión bivariado de los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  y el cálculo de las dos funciones discriminantes del modelo de reconstrucción dietaria multivariado de Froehle et al. (2012), que requiere el empleo de los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ . Los resultados obtenidos (Tabla 2; Figuras 3 y 4) muestran un muy bajo grado de diferenciación, en cuanto a magnitud, entre las dos submuestras; ésta se expresa en mayores valores medianos de  $\delta^{13}\text{C}$  para ambas fracciones y de  $\delta^{15}\text{N}$  en la muestra de la Zona I respecto de la de la Zona II. Para el  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ , fracciones para las que se cuenta con información en la totalidad de los individuos analizados, las diferencias son significativas (prueba U de Mann-Whitney;  $p < 0,01$  y  $p < 0,001$ , respectivamente). Ambas submuestras se encuentran incluidas en los *clusters* 1 y 4 del modelo de Froehle et al. (2012) indicando, en el primer caso, una dieta 100%  $\text{C}_3$ , con energía  $\text{C}_3$  y, en el segundo, una dieta con una proporción 70%  $\text{C}_3$ :30%  $\text{C}_4$ , con energía procedente de recursos  $\text{C}_3$  (ver, asimismo, Flensburg et al., 2020, p. 12). La muestra de la Zona II tiende a estar más concentrada dentro del *cluster* 4 y en la zona de superposición entre éste y el *cluster* 1,

<sup>2</sup> Los estadísticos calculados fueron el tamaño muestral válido (n), la mediana, el cuartil inferior y el superior, el rango intercuartil (RI), el valor máximo y mínimo y el sesgo. En este análisis exploratorio de datos (Tukey, 1977) se optó por el uso de estadísticos robustos de tendencia central y dispersión, como la mediana y el RI, para minimizar la influencia de valores extremos (Hoaglin et al., 1983).



Sitio	ID	Zona	C/N	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap.}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col.}}$	$\delta^{15}\text{N}$	Referencias
L. Chasicó 1	LCHA1-D-3	I	3,4	-12,0*	-17,0	11,4	Barrientos et al. (2015)
L. Chasicó 1	LCHA1-D-5	I	3,3	-12,0*	-16,9	11,3	Barrientos et al. (2015)
L. Chasicó 1	LCHA1-D-1	I	3,3	-12,0*	-16,7	11,3	Barrientos et al. (2015)
L. Chasicó 1	LCHA1-D-4	I	3,3	-12,0*	-16,7	11,3	Barrientos et al. (2015)
L. Chasicó 1	LCHA1-D-2	I	3,3	-10,0*	-16,9	11,2	Barrientos et al. (2015)
Don Aldo 1	DA1	I	3,3	-14,2	-19,1	11,1	Flensburg et al. (2020)
El Remo	ER	I	3,2	-14,8	-19,8	11,2	Flensburg et al. (2020)
La Petrona	LP-E1-I1	I	3,2	-11,8	-17,2	12,2	Flensburg et al. (2020)
La Petrona	LP-E1-I2	I	3,3	-12,8	-17,2	11,9	Flensburg et al. (2020)
La Petrona	LP-E2	I	3,3	-13,6	-17,6	11,8	Flensburg et al. (2020)
La Petrona	LP-E3	I	3,2	-13,7	-17,6	11,9	Flensburg et al. (2020)
La Petrona	LP-E4	I	3,2	-14,4	-19,6	12,9	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E3-I1	I	3,3	-12,9	-17,1	12,7	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E1-I2	I	3,3	-12,8	-17,7	12,1	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E4-I3	I	3,3	-13,3	-16,5	10,8	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E4-I4	I	3,5	-8,4	-18,0	13,4	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E8-I17	I	3,2	-13,2	-18,2	11,8	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E10-I5	I	3,3	-14,2	-18,5	12,0	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E10-I6	I	3,4	-11,9	-18,5	13,0	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E9-I7	I	3,3	-12,5	-16,8	12,4	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E9-I8	I	3,3	-13,1	-18,0	12,4	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E9-I9	I	3,4	-12,9	-18,0	12,5	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E8-I10	I	3,3	-12,0	-17,4	12,3	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E8-I11	I	3,4	-11,9	-18,6	13,4	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E8-I12	I	3,2	-11,4	-17,4	12,8	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E7-I13	I	3,4	-8,8	-15,1	11,8	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E4-I14	I	3,3	-9,6	-18,0	11,9	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E2-I15	I	3,2	-10,1	-18,3	12,0	Flensburg et al. (2020)
Paso Alsina 1	PA1-E2-I16	I	3,4	-12,2	-18,6	13,1	Flensburg et al. (2020)
San Antonio 2	SA2	I	3,2	-9,1	-17,0	14,4	Flensburg et al. (2020)
La Tranquera	LTr1	II	n.d.	-10,7	-17,2	13,6	Lucero et al. (2017)
Laguna Barrau 1	LB1	II	3,3	-11,0*	-17,9	11,6	este trabajo
L. Los Chilenos 1	LCH1-1-G-H-1632	II	3,3	-13,0*	-16,7	11,7	Barrientos et al. (2015)
L. Los Chilenos 1	LCH1-1- I-36c	II	3,4	-11,0*	-16,7	11,6	Barrientos et al. (2015)
L. Los Chilenos 1	LCH1-1-M-146	II	3,4	-13,0*	-16,9	11,1	Barrientos et al. (2015)
L. Los Chilenos 1	LCH1-1- G-H-1633	II	3,3	-12,0*	-16,6	11,0	Barrientos et al. (2015)
L. Los Chilenos 1	LCH1-1- L-555/569	II	3,4	-10,0*	-16,4	11,0	Barrientos et al. (2015)
L. Los Chilenos 1	LCH1-1-Sect.C-446	II	3,3	-11,0*	-16,6	10,9	Barrientos et al. (2015)
L. Los Chilenos 1	LCH1-2	II	3,3	-12,0*	-17,5	10,9	Barrientos et al. (2015)
L. Los Chilenos 1	LCH1-3	II	3,4	-13,0*	-17,7	11,1	Barrientos et al. (2015)

L. Los Chilenos 2	LCH2-00-H-31	II	3,4	-13,0*	-17,3	11,4	Barrientos et al. (2015)
Paso Mayor Y1S2	PMY1S2-1	II	n.d.	-14,1	-18,7	11,8	Scabuzzo et al. (2016)
Los Huecos 1	LH1	II	3,3	-11,0*	-17,7	9,5	este trabajo
Península Testón	PT1	II	3,2	-14,0*	-18,8	12,8	este trabajo
San Juan Chico	SJCh1	II	3,4	-10,0*	-16,4	11,7	este trabajo
Ybarra	Yb1	II	3,3	-11,0*	-17,3	11,3	este trabajo

Tabla 1. Muestra analizada. Los asteriscos indican valores imputados.

sugiriendo una mayor incorporación de vegetales C<sub>4</sub> en la dieta. La variación a lo largo de la segunda función discriminante, que se encuentra más influenciada por el δ<sup>15</sup>N (Froehle et al., 2012, p. 352), puede no estar

indicando diferencias en la posición trófica, sino sólo variaciones en el nivel de base isotópica entre ambas zonas (Barrientos et al., 2020), algo que deberá ser investigado con mayor precisión en el futuro.

	n	Mínimo	Máximo	Mediana	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	RI	Sesgo
<b>Zona I</b>								
δ <sup>13</sup> C <sub>apatita</sub>	30	-14,80	-8,37	-12,11	-13,22	-11,82	1,40	0,71
δ <sup>13</sup> C <sub>colágeno</sub>	30	-19,80	-15,10	-17,60	-18,30	-16,98	1,32	-0,01
δ <sup>15</sup> N	30	10,80	14,40	12,00	11,40	12,70	1,30	0,69
<b>Zona II</b>								
δ <sup>13</sup> C <sub>apatita</sub>	16	-14,10	-10,00	-11,50	-13,00	-11,00	2,00	-0,29
δ <sup>13</sup> C <sub>colágeno</sub>	16	-18,80	-16,40	-17,25	-17,70	-16,65	1,05	-0,81
δ <sup>15</sup> N	16	9,50	13,60	11,37	10,97	11,68	0,71	0,54

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de los datos isotópicos provenientes de muestras humanas de las Zonas I y II del Espinal (Distrito del Caldén).

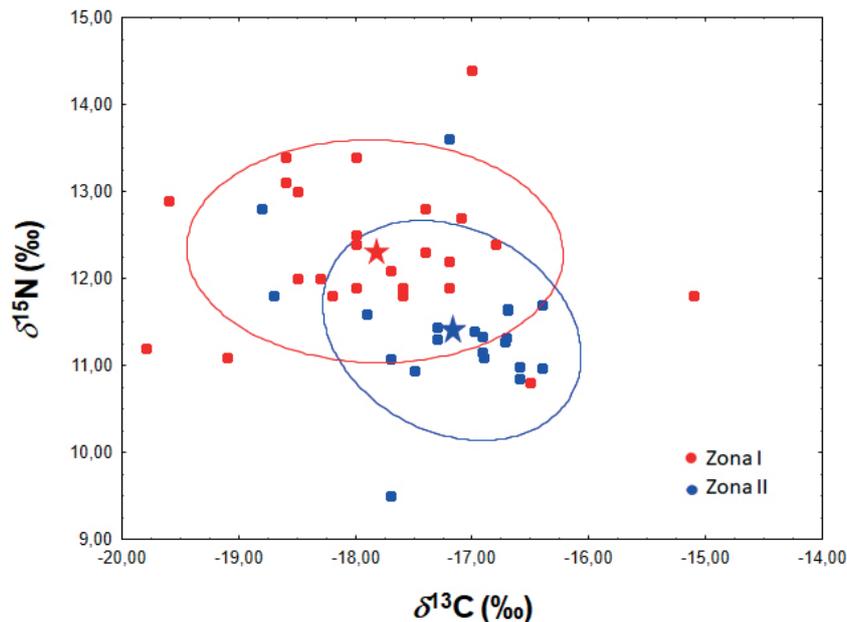


Figura 3. Diagrama de dispersión de los valores de δ<sup>13</sup>C y δ<sup>15</sup>N del colágeno óseo de muestras humanas procedentes de las zonas I y II del Espinal (Distrito del Caldén). Las elipses marcan los límites del 68% de confianza y las estrellas indican los centroides de cada distribución.

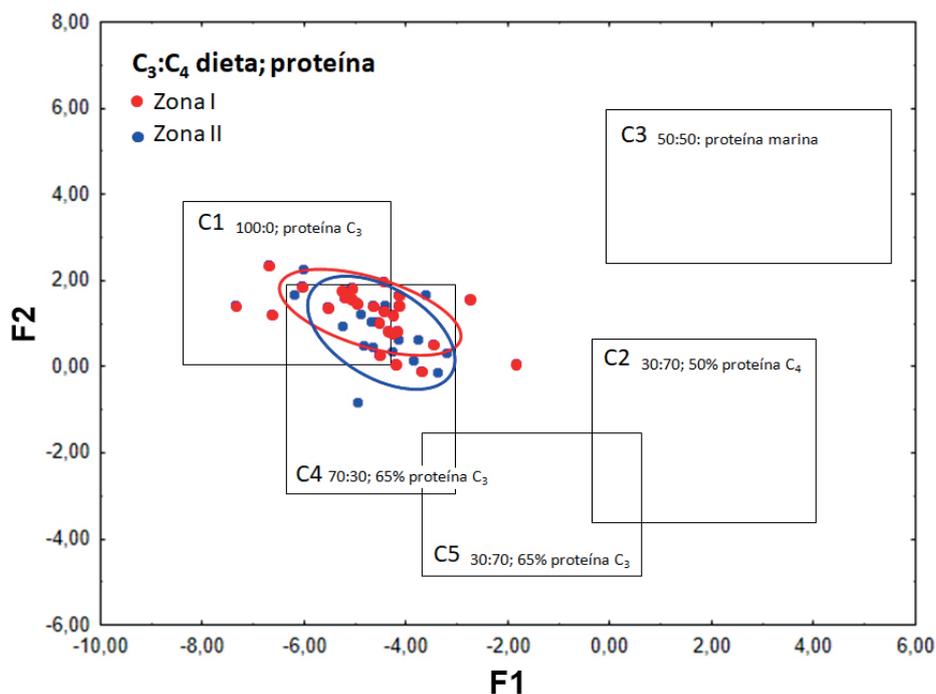


Figura 4. Diagrama de dispersión de los valores de las dos primeras funciones discriminantes calculadas a partir de los datos isotópicos ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) extraídos de muestras humanas de las zonas I y II del Espinal (Distrito del Caldén), de acuerdo con el modelo de Froehle et al. (2012). Las elipses marcan los límites del 68% de confianza.

Para ejecutar la corrida de los datos en FRUITS 3.0 Beta, se seleccionaron los parámetros “modelo ponderado” (*weighted model*) y “dependiente del factor de discriminación”. Para el  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  se utilizó un valor de discriminación de 4,8‰ y un valor de incertidumbre de 0,5‰ (Fernandes, 2016; Fernandes et al., 2015), considerando una contribución del 74%  $\pm$  4% para la fracción proteica de la dieta y del 26%  $\pm$  0,16% para la fracción energética (lípidos + carbohidratos) (Fernandes et al., 2012, 2015). Para el  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  se utilizó un valor de discriminación de 10,1‰, un valor de incertidumbre de 0,5‰ y un aporte equitativo de las fracciones proteína y energía (50%  $\pm$  1%) (Fernandes et al., 2012, 2015). Por último, para el  $\delta^{15}\text{N}$  se empleó un valor de discriminación de 5‰ (ver discusión en Barrientos et al., 2020), un valor de incertidumbre de 0,5‰ y un aporte 100% proteico (Fernandes et al., 2015). Entre los distintos macronutrientes de la dieta, se emplearon los factores de discriminación sugeridos por Fernandes (2016), Fernandes et al. (2015) y Kochi (2017): para vegetales,  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{proteína-vegetal total}} = -2\text{‰}$ ,  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{carbohidrato-vegetal total}} = +0,5\text{‰}$ ; para herbívoros y pinnípedos,  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{proteína-colágeno}} = -2\text{‰}$ ,  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{lípidos-colágeno}} = -8\text{‰}$ ,  $\Delta^{15}\text{N}_{\text{proteína-colágeno}} = +2\text{‰}$ ; para peces,  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{proteína-colágeno}} = -1\text{‰}$ ,  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{lípidos-colágeno}} = -7\text{‰}$ ,  $\Delta^{15}\text{N}_{\text{proteína-colágeno}} = +2\text{‰}$ . Como valor de incertidumbre de los recursos se empleó el desvío estándar obtenido a partir de cada una de las muestras que conforman un grupo, o bien un valor superior a éste. El valor de incertidumbre considerado en las muestras humanas

fue de 0,5‰, propuesto por Fernandes (2016) sobre la base de la variabilidad isotópica observada dentro y entre huesos de un mismo individuo.

Los recursos fueron agrupados de la siguiente manera: 1) Vegetales  $\text{C}_3$ ; 2) Vegetales  $\text{C}_4$  y CAM; 3) Vertebrados Terrestres; 4) Peces de Agua Dulce; 5) Peces Marinos; 6) Mamíferos Marinos (ver Tablas 1-5 del Anexo I). Debido a que los modelos de mezcla bayesianos no arrojan buenos resultados cuando aumentan los recursos (fuentes) a estimar en la dieta, se trabajó en cada corrida del programa con un máximo de 5 fuentes discriminadas por zonas. En un primer análisis, se consideraron Vegetales  $\text{C}_3$ , Vegetales  $\text{C}_4$ , Recursos Continentales (vertebrados terrestres, incluidas aves, y peces de agua dulce), Peces Marinos y Mamíferos Marinos (ver Tablas 2 y 3 del Anexo I). Debido a que los resultados obtenidos no indicaron, en ningún caso, un aporte de Mamíferos Marinos superior al 15%, se realizó un segundo análisis excluyendo esta fuente, diferenciando entre Peces de Agua Dulce y Vertebrados Terrestres (mamíferos y aves) (ver Tablas 4 y 5 del Anexo I). Los valores informados corresponden a las medianas de los valores de salida del programa FRUITS 3.0 Beta (ver Tablas 6 y 7 del Anexo I).

La partición porcentual de la subsistencia se calculó a partir de la sumatoria de los valores de las medianas de los porcentajes correspondientes a cada categoría de recursos o fuentes, del siguiente modo: a) % caza = % Animales Terrestres + % Mamíferos Marinos; b) %

Recolección= % Vegetales C<sub>3</sub> + % Vegetales C<sub>4</sub>; % Pesca= % Peces de Agua Dulce + % Peces Marinos.

### 3.2.3. Resultados

La participación en la dieta de los diferentes recursos considerados es virtualmente la misma en ambas zonas, dado que no se registran diferencias estadísticamente significativas entre los dos conjuntos para ninguna de

las seis categorías de alimentos (prueba U de Mann-Whitney;  $p > 0,05$ ). Por este motivo, los datos pueden ser considerados en conjunto (Tabla 3 y Figura 5).

Los resultados indican que los vegetales C<sub>3</sub> fueron los recursos más consumidos (mediana= 26,2%), aunque los vegetales C<sub>4</sub> tuvieron, también, una alta representación en la dieta (mediana= 19,8%). El tercer recurso en importancia fue el conjunto de los animales terrestres (mediana= 18,7%), seguidos por los peces de agua dulce

	n	Mínimo	Máximo	Mediana	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	RI	Sesgo
<b>Zona I</b>								
% Caza	30	20,51	31,96	26,34	24,14	28,12	3,98	-0,02
% Recol	30	33,89	55,34	43,21	40,25	49,13	8,88	0,23
% Pesca	30	22,90	37,61	30,47	27,50	31,27	3,77	-0,27
<b>Zona II</b>								
% Caza	16	17,93	29,87	24,90	23,99	27,10	3,11	-0,74
% Recol	16	32,88	63,52	47,44	43,49	49,63	6,14	0,24
% Pesca	16	18,56	37,25	27,56	26,24	29,41	3,17	0,16
<b>Conjunto Total</b>								
% Caza	46	17,93	31,96	25,89	24,14	27,93	3,79	-0,15
% Recol	46	32,88	63,52	44,77	40,55	49,13	8,58	0,34
% Pesca	46	18,56	37,61	29,77	26,72	31,15	4,43	-0,19

Tabla 3. Estadísticas descriptivas, para muestras humanas de las Zonas I y II del Espinal (Distrito del Caldén), de la participación porcentual de la subsistencia efectuada a partir de los resultados de FRUITS 3.0 Beta.

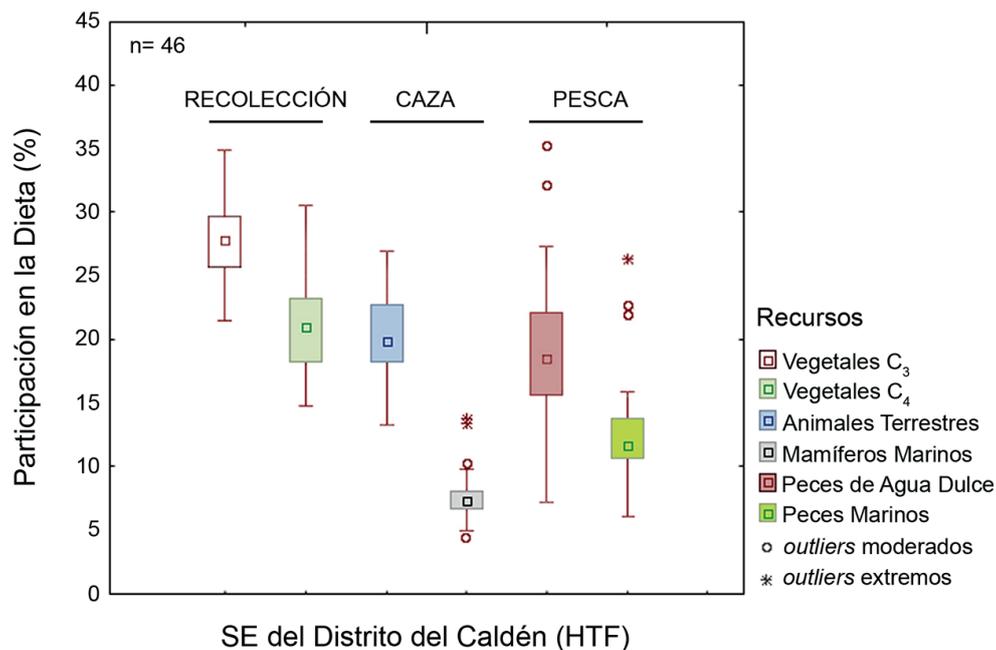


Figura 5. Gráfico de caja y bigotes que representa la distribución, para muestras humanas procedentes del Distrito del Caldén, de los valores porcentuales de la contribución a la dieta de diversas clases de recursos, calculados con el uso de FRUITS 3.0 Beta.



(mediana= 17,4%). Los peces marinos y los mamíferos marinos, finalmente, tuvieron una participación en la dieta de 11,1% y 6,9%, respectivamente, lo que sugiere un uso relativamente habitual pero menor de los ambientes costeros en relación con los del interior.

Con los valores descriptos, puede calcularse la participación porcentual de la subsistencia en el área de estudio, según la cual la recolección habría sido la principal actividad económica (mediana= 44,77%), seguida por la pesca (mediana= 29,77%) y, por último, por la caza (mediana= 25,89%).

#### 4. Discusión

Los resultados derivados del uso de FRUITS 3.0 Beta, sintetizados en la Figura 6, presentan aspectos compatibles con interpretaciones previas acerca de las paleodietas de cada una de las dos zonas del área, algunos en los que difieren parcialmente con aquellas e, incluso, otros que resultan inesperados en función de la información isotópica procesada con otros métodos y del contenido del registro arqueológico regional.

el componente energético de la dieta (Barrientos et al., 2015; Flensburg et al., 2020; Martínez et al., 2009; Scabuzzo et al., 2016). Del mismo modo, el aporte relativamente alto de los vegetales  $C_4$  –superior al 20%– también podía inferirse de las gráficas de las dos primeras funciones discriminantes del modelo de Froehle et al. (2012) (Flensburg et al., 2020 y Figura 4 de este trabajo). Sin embargo, ninguna evidencia permitía deducir la magnitud del aporte vegetal a la dieta de las poblaciones tardías del área.

Otro aspecto sorprendente es la notoriamente baja contribución a la dieta de los herbívoros terrestres (no superior al 20%), incluidos los artiodáctilos (guanaco y venado). En el caso del guanaco, su constante representación en el registro zooarqueológico –según las regiones y áreas, desde el poblamiento inicial hasta momentos históricos– así como también un nutrido conjunto de referencias etnográficas y etnohistóricas que destacan la importancia económica y simbólica de esta especie (ver referencias, entre otros, en Casamiquela, 2000; Nacuzzi, 2007; Prates, 2009), condujeron casi inevitablemente a considerarlo como la base de la

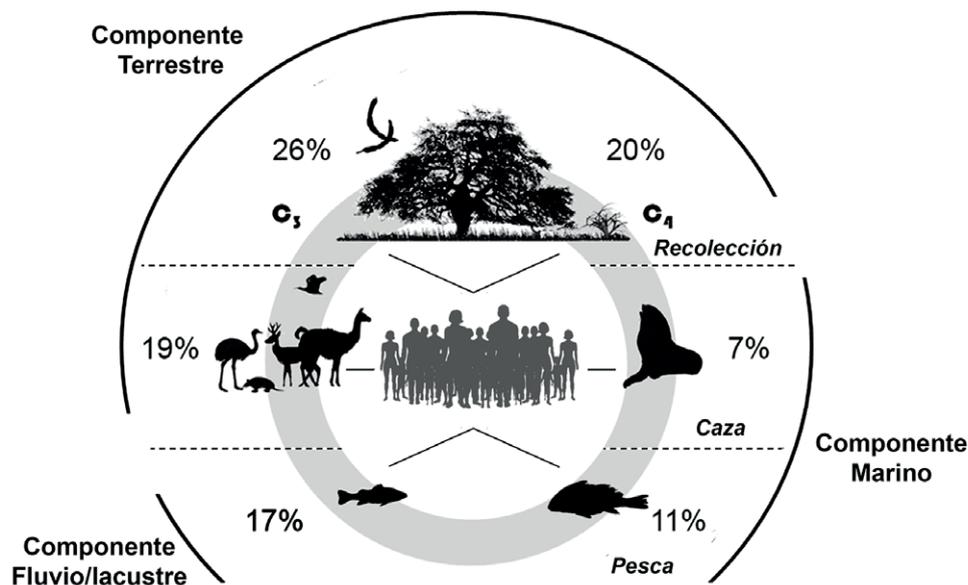


Figura 6. Representación esquemática de la contribución relativa a la dieta humana de los diferentes tipos de recursos (vegetales  $C_3$  y  $C_4$ , animales terrestres, mamíferos marinos, peces de agua dulce, peces marinos).

El hecho más destacado es el carácter cuantitativamente dominante de los recursos vegetales en la dieta de las poblaciones de ambas zonas, que constituirían alrededor de la mitad de los recursos consumidos; éste es un aspecto no anticipado por los estudios isotópicos preexistentes ni por el análisis de la evidencia material. Lo que sí podía inferirse previamente, a partir de los valores de  $\delta^{13}C$  del colágeno, era la dominancia de los vegetales  $C_3$  en

subsistencia en el ámbito pampeano-patagónico (Martínez & Gutiérrez, 2004; Miotti & Salemme, 1999). En el área de estudio, al menos durante el Holoceno tardío final, éste no parece haber sido el caso, lo que debería conducir a replantear las interpretaciones derivadas de la evidencia zooarqueológica. En efecto, el valor relativamente alto de la densidad mineral ósea de los huesos de guanaco, particularmente del esqueleto apendicular (Álvarez et al., 2010; Borella et al., 2007; Cruz

& Elkin, 2003; Elkin, 1995), y el tamaño relativamente grande de los mismos, hace que esta especie tenga una alta visibilidad arqueológica, conduciendo probablemente a su sobrerrepresentación en el registro, en relación con otras especies potencialmente explotadas, y a la consecuente sobreestimación de su contribución a la subsistencia humana.

El relativamente bajo aporte a la dieta de los mamíferos marinos en este período, del orden del 7%, es concordante con las interpretaciones previas, tanto en la Zona I (Flensburg et al., 2020; Martínez et al., 2009) como en la Zona II (Barrientos et al., 2015; Frontini y Bayón, 2017). No ocurre lo mismo con los peces marinos, cuyo consumo había sido propuesto para la zona I, pero no para la Zona II (ver discusión en Frontini y Bayón, 2017). Los valores porcentuales para este recurso, entre 11% y 12%, se ajustan a las interpretaciones de datos isotópicos realizadas por Flensburg et al. (2020) y Martínez et al. (2009) y a las observaciones zooarqueológicas de Stoessel & Alcaráz (2017).

La importante contribución a la dieta de los peces de agua dulce propuesta para la Zona I (Flensburg *et al.*, 2020; Martínez et al., 2005, 2009; Stoessel, 2006, 2015, Stoessel & Martínez, 2014, Stoessel & Alcaráz, 2017) se ve, por su parte, apoyada por los resultados de este estudio, que arrojan un valor de 19,4% para esta zona. El valor de 16,9% calculado para la Zona II, sin embargo, resulta sorprendente dado que, hasta el presente, no se había inferido el consumo de este recurso ni sobre una base isotópica ni zooarqueológica. Resulta necesario aquí señalar que existe la posibilidad de que este componente de la dieta esté sobredimensionado, debido a que mamíferos, aves y peces de agua dulce poseen señales isotópicas muy similares, por lo que el modelo de mezcla bayesiano podría no estar diferenciando adecuadamente entre ellos. Sin embargo, lo mismo debería ser cierto para la Zona I, aunque allí los resultados son acordes a lo esperado en relación con la evidencia zooarqueológica. Si el resultado de este estudio, en este punto en particular, es un artefacto de la técnica empleada o un problema tafonómico o de muestreo, son cuestiones que deberán ser resueltas por futuras investigaciones de campo y laboratorio.

Una pregunta que surge es si los resultados aquí presentados son compatibles con los patrones de variación geográfica en la subsistencia de las sociedades de cazadores-recolectores históricamente conocidas, consideradas a escala global. La Tabla 4 muestra las estadísticas descriptivas de una muestra de 31 sociedades del oeste de Estados Unidos (California y Oregon;  $n = 28$ ) y del sur de Australia (Australia Occidental y Victoria;  $n = 3$ ) (Tabla 1 del Anexo II), extraídas de la base de datos de 339 grupos etnográficos publicada por Binford (2001). Los grupos incluidos

habitaron o habitan entornos situados en latitudes medias, a una distancia del mar no mayor a los 250 km, con una altitud máxima de 900 msnm y dentro de la franja de TE comprendida entre los 13 °C y los 15 °C, es decir, condiciones ambientales próximas a las del área de estudio en distintos momentos del Holoceno tardío final (*v.g.* más cálidas durante la Anomalía Climática Medieval y más frías durante la Pequeña Edad del Hielo). La comparación entre las Tablas 3 y 4 permite ver que la variación observada en las muestras arqueológicas se encuentra totalmente subsumida dentro de la variación de la muestra etnográfica (rango intercuartil y rango total), con valores medianos muy próximos entre sí, sobre todo en el caso del % Recolección y del % Pesca. Los diagramas de dispersión ternarios de la Figura 7, muestran la posición de las muestras etnográficas y arqueológicas dentro del espacio triangular bidimensional determinado por los tres grandes componentes de la subsistencia. Los casos etnográficos (Figura 7a) poseen, todos, un valor de % Caza inferior al 40%, con una alta proporción de casos con valores inferiores al 25%. Aproximadamente un tercio de estos grupos exhiben una tendencia a depender mayoritariamente (50% o más) de recursos vegetales y otros, los menos, a depender mayoritariamente de los productos de la pesca, aunque una cierta cantidad de casos presenta valores intermedios para estos dos componentes de la subsistencia. Las muestras arqueológicas (Figura 7b) están incluidas, con excepción de una, dentro del polígono convexo que encierra a todos los casos etnográficos, mayormente distribuidas alrededor de un eje que, partiendo del centro del gráfico –donde la contribución de los tres componentes es la misma (*i.e.* 33,3 %)-, se dirige al vértice donde la contribución de la recolección es la máxima posible (*i.e.* 100%), indicando así el fuerte peso de la recolección en el área de estudio durante el Holoceno tardío final. A modo de resumen, pues, puede decirse que los datos arqueológicos son concordantes con lo que se esperaría de sociedades de cazadores-recolectores que habitan entornos similares a los del área de estudio, en relación con un limitado conjunto de variables ambientales, topográficas, geográficas y geodésicas (*i.e.* TE, altitud, distancia al mar y latitud). Si bien esta concordancia no demuestra la validez de los resultados obtenidos –que, en última instancia deberán ser confirmados mediante más y mejores datos y un mayor refinamiento de la metodología de análisis-, si contribuye a la evaluación de su plausibilidad.

Para finalizar, en relación con el problema de la intensificación económica, podemos decir que los resultados aquí presentados sugieren la probable existencia de dicho proceso no sólo en la Zona I, donde había sido propuesto por Stoessel & Martínez



	n	Mínimo	Máximo	Mediana	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	RI	Sesgo
% Caza	31	5,00	40,00	20,00	10,00	30,00	20,00	0,11
% Recol	31	10,00	65,00	45,00	35,00	50,00	15,00	-0,53
% Pesca	31	0,00	70,00	30,00	25,00	50,00	25,00	0,12

Tabla 4. Estadísticas descriptivas de la partición porcentual de la subsistencia en la muestra etnográfica comparativa.

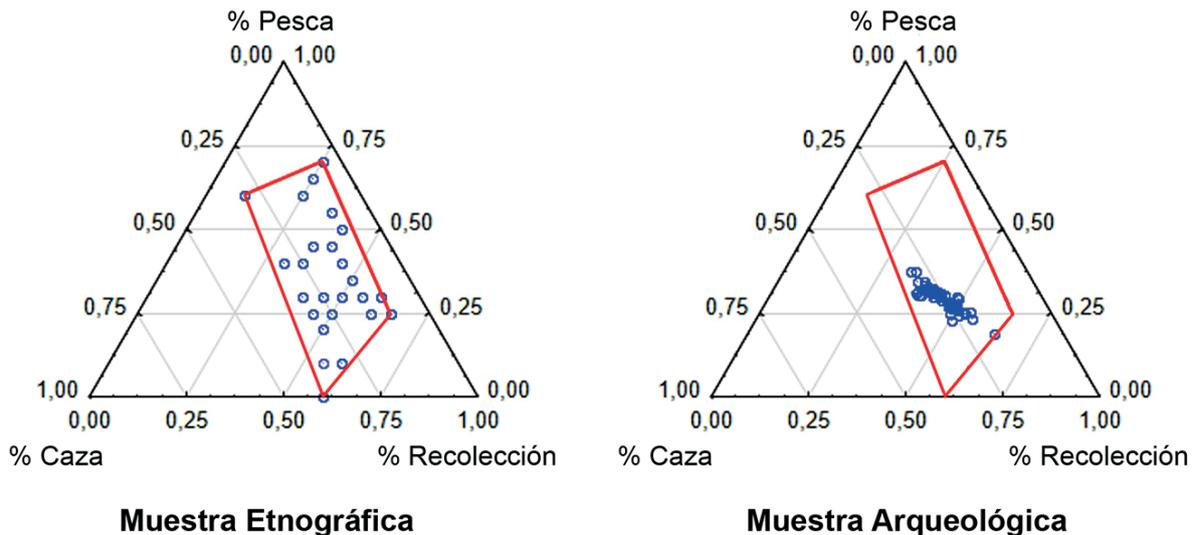


Figura 7. Diagramas de dispersión ternarios que muestran la posición de las muestras etnográficas y arqueológicas dentro del espacio triangular bidimensional determinado por los tres grandes componentes de la subsistencia: caza, recolección y pesca. En rojo, el polígono convexo que encierra la totalidad de los casos etnográficos considerados.

(2014), sino también en la Zona II, donde su ocurrencia se sugirió a partir de evidencia indirecta, de carácter mortuario (entierros secundarios y áreas formales de entierro, como correlatos de menor movilidad residencial y aumento de la densidad demográfica; Barrientos, 1997, 2001) y paleopatológicas (mayor prevalencia de infecciones óseas y patologías orales, como correlatos de mayor densidad poblacional y consumo de carbohidratos vegetales; Barrientos 1997; L'Heureux, 2002). Esto, sumado al relativamente elevado componente ictícola, tanto de agua dulce como salada, sería coincidente con la predicción del modelo de Binford (2001) y Johnson (2014) que establece que, en las zonas con acceso a recursos fluviales y marinos situadas entre el umbral de almacenamiento ( $TE= 15,25^{\circ}C$ ) y el umbral de dependencia sobre recursos vegetales ( $TE= 12,75^{\circ}C$ ), los aumentos en la densidad poblacional serán resueltos mediante un proceso de intensificación económica que implique, además de un incremento en el consumo de vegetales, una mayor dependencia sobre recursos acuáticos (*i.e.* peces marinos y de agua dulce, moluscos y mamíferos marinos).

## 5. Consideraciones finales

Este estudio representa una primera aproximación, en el área de estudio, al problema de la partición porcentual de la subsistencia a partir de datos isotópicos. En este sentido, los resultados deben ser considerados como preliminares y, por lo tanto, sujetos a modificación en la medida en que aumente tanto la cantidad como la calidad de la información de base referida a la composición isotópica de las muestras humanas y a la ecología trófica e isotópica regional. Uno de los aspectos que requiere mayor investigación es el del consumo de peces, tanto de agua dulce como marinos, en las dos zonas del Espinal consideradas en este trabajo. Si bien en la Zona I se ha avanzado más en este aspecto, particularmente desde un punto de vista zooarqueológico, resta aun obtener un mejor muestreo de la variación isotópica del recurso ictícola, en especial de los peces de agua dulce. La parcial superposición de valores, sobre todo en el caso del  $\delta^{15}N$ , entre los peces de agua dulce y recursos terrestres importantes como el guanaco y el venado de las pampas, implica un potencial problema metodológico de discriminación

que deberá ser abordado con mayor profundidad en el futuro. Sin embargo, a pesar de los problemas mencionados, es de destacar que los resultados obtenidos hasta aquí se ajustan razonablemente bien a las expectativas derivadas de los patrones de variación geográficos y climáticos de los cazadores-recolectores contemporáneos o del pasado reciente. Si, como creemos, la subsistencia es el resultado de procesos históricos particulares que operan dentro de un marco en el que las opciones no son ilimitadas sino restringidas y fuertemente condicionadas por factores ambientales y ecológicos, la concordancia observada entre patrones etnográficos y evidencia arqueológica es importante en un sentido fundamental: permite suponer que modificaciones en la información de base y en los criterios metodológicos factibles de ser implementados, probablemente se traducirá en cambios de los resultados a nivel de los detalles pero no de las tendencias principales inferidas para la subsistencia a escala regional. Esta es una proposición que guiará nuestros futuros trabajos sobre este tema.

## 6. Bibliografía

- Acha, E. M., Mianzan, H. W., Guerrero, R. A., Favero, M. & Bava, J. (2004). Marine fronts at the continental shelves of austral South America. Physical and ecological processes. *Journal of Marine Systems*, 44, 83-105.
- Alcaráz, A. P. (2017). *La Fauna Menor de Sitios Arqueológicos del Curso Inferior del río Colorado (Provincia de Buenos Aires): Aspectos Tafonómicos y Subsistencia de Cazadores-Recolectores durante el Holoceno Medio y Tardío*. (Tesis de Doctorado inédita), Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- Álvarez, M. C. & Salemme, M. (2015). Tendencias en la subsistencia en el Holoceno tardío en la Región Pampeana, Argentina: el caso del sitio La Toma (Partido de Coronel Pringles, Provincia de Buenos Aires). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 40(1), 123-148.
- Álvarez, M. C., González, M., Massigoge, A., Kaufmann, C. & Gutiérrez, M. A. (2010). La densidad mineral ósea y la variabilidad ontogénica en guanaco (*Lama guanicoe*). Implicancias para la construcción de marcos de referencia en zooarqueología. En M. A. Gutiérrez, M. De Nigris, P. M. Fernández, M. Giardina, A. Gil, A. Izeta, G. Neme & H. Yacobaccio (Eds.), *Zooarqueología a Principios del Siglo XXI: Aportes Teóricos, Metodológicos y Casos de Estudio* (pp. 95-106). Buenos Aires: Ediciones del Espinillo.
- Anderson, D. L., Del Aguila, J. A. & Bernardon, A. E. (1970). Las formaciones vegetales en la provincia de San Luis. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 7(3), 153-183.
- Armentano, G. (2012). *Arqueología del Curso Inferior del Río Colorado. Estudio Tecnológico de las Colecciones Líticas de Norpatagonia Oriental Durante el Holoceno Tardío. Departamentos de Villarino y Patagones, Provincia de Buenos Aires. Argentina*. (Tesis de Doctorado inédita). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina y Université de Paris Ouest Nanterre- La Défense, Francia.
- Arturi, M. (2006). Situación ambiental en la Ecorregión Espinal. En A.D. Brown & J. Corcuera (Eds.), *Situación Ambiental Argentina 2005* (pp. 240-246). Buenos Aires: Editorial Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Austral, A. & García Cano, J. (1999). Un caso de Arqueología en lagunas pampeanas, el sitio SA29LE, Las Encadenadas en el partido de Saavedra, provincia de Buenos Aires. Aplicación de técnicas de prospección subacuática. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina Tomo III* (pp: 87-94). La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Bailey, H. (1960). A method of determining the warmth and temperateness of climate. *Geografiska Annaler*, 43, 1-16.
- Barberena, R., Zangrando, A., Gil, A., Martínez, G., Politis, G., Borrero, L. & Neme, G. (2009). Guanaco (*Lama guanicoe*) isotopic ecology in southern South America: Spatial and temporal tendencies, and archaeological implications. *Journal of Archaeological Science*, 36, 2666-2675.
- Barquez R. M., Diaz, M. & Ojeda, R. A. (Eds.) (2006). *Los Mamíferos de Argentina, Sistemática y Distribución*. Buenos Aires: SAREM.
- Barrientos, G. (1997). *Nutrición y Dieta de las Poblaciones Aborígenes Prehispánicas del Sudeste de la Región Pampeana*. (Tesis de Doctorado inédita). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Barrientos, G. (1999). Composición isotópica ( $\delta^{13}C$ ) de muestras de restos óseos humanos del sitio Arroyo Seco 2: inferencias paleodietarias. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 24, 81-94.
- Barrientos, G. (2001). Una aproximación bioarqueológica al estudio del poblamiento prehispánico tardío del Sudeste de la Región Pampeana. *Intersecciones en Antropología*, 2, 3-18.
- Barrientos, G., Catella, L. & Oliva, F. (2015). Nuevos datos de isótopos estables del C y N para el sudeste de la Región Pampeana. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos*, 1(1), 96-98.
- Barrientos, G., Catella, L. & Morales, N. (2020). A journey into the landscape of past feeding habits: Mapping geographic variations in the isotope-inferred



- trophic position of prehistoric human populations. *Quaternary International*, 548, 13-26. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.01.023>.
- Bayon, C. & Politis, G. (1996). Estado actual de las investigaciones en el Sitio Monte Hermoso 1, provincia de Buenos Aires. *Arqueología*, 6, 83-115.
- Bayón, C., Pupio, A., Frontini, R., Vecchi, R. & Scabuzzo, C. (2010). Localidad arqueológica Paso Mayor: nuevos estudios 40 años después. *Intersecciones en Antropología*, 11(1), 115-128.
- Bayón, C. Frontini, R. & Vecchi, R. (2012). Middle Holocene Settlements on coastal dunes, southwest Buenos Aires Province, Argentina. *Quaternary International*, 256, 54-61.
- Beck, H., Zimmermann, N., McVicar, T., Vergopolan, N., Berg, A. & Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, 5, 180-214. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>.
- Bianchi, A. R & Cravero, S.A.C. (2020). *Atlas climático digital de la República Argentina*. Salta: Ediciones Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria. Recuperado de <http://inta.gob.ar/documentos/atlas-climatico-digital-de-la-republica-argentina-1/>
- Binford, L. R. (1991a). *En Busca del Pasado*. Barcelona: Editorial Crítica
- Binford, L. R. (1991b). There is always more that we need to know. En D. Dillehay & D. Meltzer (Eds.), *The First Americans: Search and Research* (pp. 275-286). Boca Raton: CRC Press.
- Binford, L. R. (2001). *Constructing Frames of Reference: An Analytical Method for Archaeological Theory Building Using Ethnographic and Environmental Data Sets*. Berkeley: University of California Press.
- Boecklen, W. J., Yarnes, C. T., Cook, B. A. & James, A. C. (2011). On the Use of Stable Isotopes in Trophic Ecology. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 42(1), 411-440.
- Bonomo, M. & Leon, C. (2010). Un contexto arqueológico en posición estratigráfica en los médanos litorales. El sitio Alfar (Pdo. Gral. Pueyrredón, Pcia. Bs. As.). En M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Montalvo, C. Aranda & M. Carrera Aizpitarte (Eds.), *Mamül Mapu: pasado y presente desde la arqueología pampeana* (pp. 215-231). Ayacucho: Libros del Espinillo.
- Borella, F., Gutierrez, M. A., Foderé, H. R. & Merlo, J. F. (2007). Estudio de densidad mineral ósea para dos especies de Otáridos frecuentes en el registro arqueofaunístico patagónico (*Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis*). En F. Morello, M. Martinic, A. Prieto & G. Bahamonde (Eds.), *Arqueología de Fuego Patagonia: Levantando Piedras, Desenterrando Huesos... y Develando Arcanos* (pp. 421-426). Punta Arenas: Ediciones CEQUA.
- Boyero, M. A. (1985). *Prosopis Caldenia* Burk, en Argentina. *Actas del Segundo Encuentro Regional CIID América Latina y el Caribe. Forestación en Zonas Áridas y Semiáridas* (pp. 270-323). Santiago de Chile: INFOT.
- Bowen, G. J. & West, J. B. (2008). Isotope Landscapes for Terrestrial Migration Research. *Terrestrial Ecology*, 2, 79-105.
- Brown, A., Martínez Ortíz, U. Acerbi, M. & Corcuera, J. (Eds.) (2006). *La Situación Ambiental Argentina 2005*. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Brown, C. J., Brett, M. T., Adame, M. F., Stewart-Koster, B. & Bunn, S. E. (2018). Quantifying learning in biotracer studies. *Oecologia*, 187, 597-608. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s00442-018-4138-y>.
- Bruniard, E. (Dir.) (1997). *Atlas Geográfico de la Provincia de Corrientes. Tomo I: El Medio Natural*. Serie Geográfica 8. Resistencia: Instituto de Geografía, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste.
- Burkart, R. (1967). Leguminosae. En L. Á. Cabrera (Dir.), *Flora de la Provincia de Buenos Aires* (pp. 394-647). Buenos Aires: INTA.
- Burkart, R., Bárbaro, N., Sánchez, R. O. & Gómez, D. A. (1999). *Eco-regiones de la Argentina*. Buenos Aires: Administración de Parques Nacionales.
- Bustos, M. L., Ferrelli, F. & Piccolo, M. C. (2017). Estudio comparativo de tres modelos climáticos en Argentina. *Anuário do Instituto de Geociências*, 40(1), 34-43.
- Cabrera, Á. L. (1953). Esquema fitogeográfico de la República Argentina. *Revista del Museo de la Ciudad Eva Perón, Botánica*, 8(33), 87-168.
- Cabrera, Á. L. (1971). Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 14(1-2), 1-42.
- Cano, E. (Editor) (1980). *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa. Clima, Geomorfología, Suelo y Vegetación*. Buenos Aires: INTA-Provincia de La Pampa-UNLPam.
- Cano, E. & Movia, C. (1967). *Utilidad de la Fotointerpretación en la Cartografía de Comunidades Vegetales de Bosque de Caldén (Prosopis caldenia Burkart)*. La Vegetación de la República Argentina, Serie Fitogeográfica 8. Buenos Aires: INTA.
- Casamiquela, R. (2000). Temas patagónicos de interés arqueológico. VI. Análisis etnográfico de la morfología del toldo tehuelche y sus derivaciones etnológicas (hacia una 'retro-etnología'). *Intersecciones en Antropología*, 1, 3-33.
- Catella, L. (2014). *Movilidad y Utilización del Ambiente en Poblaciones Cazadoras Recolectoras del Sur de la Región Pampeana: la Cuenca del Arroyo Chasicó como Caso de Estudio*. (Tesis de Doctorado inédita). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Chebez, J. C. & Gasparri, B. (2010). *Ecorregiones de*

- la Argentina VI: El Espinal. El Distrito del Caldén.* Recuperado de <https://www.losquesevan.com/ecorregiones-de-la-argentina-vi-el-espinal.-el-distrito-del-calden.714c>
- Cheung, C., & Szpak, P. (2021). Interpreting Past Human Diets Using Stable Isotope Mixing Models-Best Practices for Data Acquisition. *Journal of Archaeological Method and Theory*, Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10816-021-09514-w>.
- Coplen, T. B. (2011). Guidelines and recommended terms for expression of stable-isotope-ratio and gas-ratio measurement results. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 25(17), 2538-2560.
- Cruz, I. & Elkin, D. (2003). Structural Bone Density of the Lesser Rhea (*Pterocnemia Pennata*) (Aves: Rheidae). Taphonomic and Archaeological Implications. *Journal of Archaeological Science*, 30, 37-44.
- Danz, N. P., Frelich, L. E., Reich, P. B. & Niemi, G. J. (2013). Do vegetation boundaries display smooth or abrupt spatial transitions along environmental gradients? Evidence from the prairie-forest biome boundary of historic Minnesota, USA. *Journal of Vegetation Science*, 24, 1129-1140. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/jvs.12028>.
- Elkin, D. (1995). Structural density of South American Camelid skeletal parts. *International Journal of Osteoarchaeology*, 5, 29-37.
- Epstein, H. E., Gill, R. A., Paruelo, J. M., Lauenroth, W. K., Jia, G. J. & Burke, I. C. (2002). The relative abundance of threeplant functional types in temperate grasslands and shrublands of North and South America: effects of projected climate change. *Journal of Biogeography*, 29, 875-888.
- Favier Dubois, C. M., Borella, F. & Tykot, R. (2010). Explorando tendencias en el uso humano del espacio y los recursos en el litoral rionegrino (Argentina) durante el Holoceno medio y tardío. En M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez & M. E. Mansur (Eds.), *Arqueología de la Patagonia. Una mirada desde el último confín* (pp. 985-998). Ushuaia: Editorial Utopías.
- Fernandes, R. (2016). A simple (R) model to predict the source of dietary carbón individual consumers. *Archaeometry*, 58(3), 500-512.
- Fernandes, R., Nadeau, M-J. & Grootes, P. M. (2012). Macronutrient-based model for dietary carbon routing in bone collagen and bioapatite. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 4, 291-301. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s12520-012-0102-7>.
- Fernandes, R., Grootes, P., Nadeau, M-J., & Nehlich, O. (2015). Quantitative Diet Reconstruction of a Neolithic Population Using a Bayesian Mixing Model (FRUITS): The Case Study of Ostorf (Germany). *American Journal of Physical Anthropology*, 158, 325-340.
- Fernandes, R., Millard, A. R., Brabec, M., Jose´E Nadeau, M. & Grootes, P. (2014). Food Reconstruction Using Isotopic Transferred Signals (FRUITS): A Bayesian Model for Diet Reconstruction. *PLoS ONE*, 9(2), e87436. Recuperado de [doi:10.1371/journal.pone.0087436](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087436).
- Ferrelli, F. & Aliaga, V. S. (2016). Variabilidad de las precipitaciones y sus efectos sobre la respuesta espacio-temporal de cuerpos de agua en la Región Pampeana, Argentina. *Huellas*, 20, 242-246.
- Flensburg, G. (2013). Paleopatologías bucales y tendencias paleodietarias en grupos cazadores-recolectores de la transición pampeano-patagónica oriental, durante el Holoceno tardío. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 38, 199-222.
- Flensburg, G. (2015). Health and disease of hunter-gatherer groups from the eastern Pampa– Patagonia transition (Argentina) during the Late Holocene. *Anthropological Science*, 124(1), 29-44. Recuperado de <https://doi.org/10.1537/ase.151001>.
- Flensburg, G., Martínez, G. & Tessone, A. (2020). Paleodieta en grupos cazadores-recolectores de la transición pampeano-patagónica oriental (Argentina) durante los últimos 6.000 años. *Latin American Antiquity*, 31(1), 1-19. Recuperado de <https://doi.org/10.1017/laq.2019.72>.
- Frenquelli, J. (1941). Rasgos principales de Fitogeografía Argentina. *Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie), Botánica*, 3, 65-181.
- Frontini, R. & Bayon, C. (2017). Use of marine fauna and tool stones in the south of Buenos Aires Province (Argentina) during the Middle and Late Holocene. En M. Mondini, A. S. Muñoz y P. M. Fernández (Eds.), *Zooarchaeology in the Neotropics: Environmental Diversity and Human-Animal Interactions* (p. 25-46). Nueva York: Springer.
- Froehle, A.W., Kellner, C. M. & Schoeninger, M. J. (2012). Multivariate carbon and nitrogen stable isotope model for the reconstruction of prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology*, 147(3), 352-369. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/ajpa.22088>.
- Gómez Otero, J. (2007). Isótopos estables, dieta y uso del espacio en la costa atlántica centro-septentrional y el valle inferior del río Chubut (Patagonia, Argentina). En F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamonde (Eds.), *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos...y develando arcanos* (pp. 151-161). Punta Arenas: Ediciones CEQUA.
- Haines, E. B. (1976). Relation between the stable carbon isotope composition of fiddler crabs, plants, and soils in a salt marsh. *Limnology and Oceanography*, 21, 880-883.



- Hoaglin, D. C., Mosteller, F. & Tukey, J. W. (Editores) (1983). *Understanding Robust and Exploratory Data Analysis*. Nueva York: Wiley.
- Johnson, A. (2014). Exploring Adaptive Variation among Hunter-gatherers with Binford's Frames of Reference. *Journal of Archaeological Research*, 22, 1-42. Recuperado de DOI:10.1007/s10814-013-9068-y.
- Kochi, S. (2017). Paleodietas en cazadores-recolectores del canal Beagle durante el Holoceno tardío. *Intersecciones en Antropología*, 18(3), 329-340.
- L'Heureux, G. L. (2002). Inferencias paleodietarias a partir del análisis de los patrones de desgaste dental y frecuencias de caries en muestras de restos humanos del Holoceno del Sudeste de la Región Pampeana. En D. L. Mazzanti, M. A. Berón & F. W. Oliva (Eds.), *Del Mar a los Salitrales. Diez mil años de Historia Pampeana en el Umbral del Tercer Milenio* (pp. 127-140). Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Lassalle, J. C. (1966). Informaciones descriptivas de los caldenales. *Revista Forestal Argentina*, 10(1), 15-20.
- Lell, J. (2005). El caldenal: una visión panorámica del mismo enfatizando en su uso. En M. F. Arturi, J. L. Frangi & J. F. Goya (Eds.), *Ecología y Manejo de los Bosques de Argentina* (pp. 1-18). La Plata: EDULP, CD-Room. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/15915>.
- León, R. J. C. & Anderson, D. L. (1983). El límite occidental del pastizal pampeano. *Floristisch- soziologischen Arbeitsgemeinschaft. Tuexenia N.S.*, 3, 67-83.
- Lewis, J. P. & Collantes, M. (1973). El espinal periéstepico. *Ciencia e Investigación*, 29, 360-377.
- Long, M. A. (2018). *Especies Comunes y Raras en la Flora de las Sierras Australes Bonaerenses: Causas Históricas, Ecológicas y Ambientales*. (Tesis de Doctorado inédita), Universidad Nacional del Sur, Argentina.
- López, H. L., Menni, R. C., Donato, M. & Miquelarena, A. M. (2008). Biogeographical revision of Argentina (Andean and Neotropical Regions): an analysis using freshwater fishes. *Journal of Biogeography*, 35 (9), 1564-1579.
- Madrid, P. & Politis, G. (1991). Estudios paleoambientales en la región pampeana: un enfoque multidisciplinario. *Actas del XI Congreso de Arqueología Chilena* (pp. 131-153). Santiago de Chile: Museo Nacional de Historia Natural, Sociedad Chileno de Arqueología.
- Martínez, G. (2008-2009). Arqueología del curso inferior del río Colorado: estado actual del conocimiento e implicaciones para la dinámica poblacional de cazadores-recolectores pampeanos-patagónicos. *Cazadores-Recolectores del Cono Sur. Revista de Arqueología*, 3, 73-94.
- Martínez, G. (Editor) (2017). *Arqueología de Cazadores-Recolectores del Curso Inferior del Río Colorado (Provincia de Buenos Aires, Argentina)*. *Aportes al Conocimiento de las Ocupaciones Humanas Pampeano-Patagónicas*. Serie Monográfica. Tandil: INCUAPA-CONICET-UNICEN. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Martínez, G. & Gutiérrez, M. (2004). Tendencias en la explotación humana de la fauna durante el Pleistoceno final y Holoceno en la Región Pampeana (Argentina). En G. Mengoni Goñalons (Ed.), *Zooarchaeology of South America* (pp 81-98). Oxford: BAR International Series.
- Martínez, G. & Martínez, G. A. (2011). Late Holocene Environmental Dynamics in Fluvial and Aeolian Depositional Settings: Archaeological Record Variability at the Lower Basin of the Colorado River (Argentina). *Quaternary International*, 245, 89-102.
- Martínez, G., Zangrando, F. A., & Stoessel, L. (2005). Sitio El Tigre (Pdo. de Patagones, Pcia. de Buenos Aires, Argentina): Evidencias sobre la explotación de peces en el curso inferior del río Colorado e implicaciones para los sistemas de subsistencia. *Magallania*, 33(2), 127-142. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-22442005000200009>.
- Martínez, G., Zangrando, A. F. & Prates, L. (2009). Isotopic Ecology and Human Palaeodiets in the Lower Basin of the Colorado River, Buenos Aires Province, Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology*, 19, 281-296.
- Martínez, G., Armentano, G., Stoessel, L., Martínez, G. A., Alcaráz, A. P., González, N. & Santos, F. (2010). Resultados preliminares de la localidad arqueológica San Antonio (curso inferior del Río Colorado, Pdo. de Villarino, Pcia. de Buenos Aires). En M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Montalvo, C. Aranda & M. Carrera Aizpitarte (Eds.), *Mamül Mapu: Pasado y Presente desde la Arqueología Pampeana*, Tomo II (pp. 85-98). Ayacucho: Editorial Libros del Espinillo.
- Matteucci, S. D. (2012). Capítulo 11: Ecorregión Espinal. En J. Morello, S. D. Matteucci, A. Rodríguez & M. Silva (Eds.) *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos* (pp. 349-390). Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora.
- Meggers, B. & Evans, C. (1977). Lowlands of South America and Antilles. En J. D. Jennings (Ed.), *Ancient Native Americans* (pp. 543-591). San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- Miotti, L. & Salemme, M. (1999). Biodiversity, taxonomic richness and specialists-generalists during Late Pleistocene/Early Holocene times in Pampa and Patagonia (Argentina, Southern South America). *Quaternary International*, 53-54, 53-68. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(98\)00007-X](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(98)00007-X).
- Morales, N. (2022). *La Relación Humanos - Fauna en el Sur del Área Ecotonal Húmedo - Seca Pampeana desde una Perspectiva Zooarqueológica*. (Tesis de Doctorado inédita). Facultad de Ciencias Naturales y Museo,

- Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Nacuzzi, L. R. (2007). Los grupos nómades de la Patagonia y el Chaco en el siglo XVIII: identidades, espacios, movimientos y recursos económicos ante la situación de contacto. Una reflexión comparativa. *Chungará, Revista de Antropología Chilena*, 39(2), 221-234.
- Oliva, F. (2000). Análisis de las localizaciones de los sitios con representaciones rupestres en el sistema de Ventania, Provincia de Buenos Aires. En M. M. Podestá & M. de Hoyos (Eds.), *Arte en las Rocas: Arte Rupestre, Menhires y Piedras de Colores en Argentina* (pp. 143-158). Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- Oliva, F. (2006). Uso y contexto de producción de elementos "simbólicos" del sur y oeste de la provincia de Buenos Aires, República Argentina (Área Ecotonal Húmeda Seca Pampeana). *Revista de la Escuela de Antropología*, 12, 101-116.
- Parodi, L. R. (1940). Los bosques naturales de la Provincia de Buenos Aires. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 7, 79-90.
- Pasquaud, S., Elie, P., Jeantet, C., Billy, I., Martínez, P. & Girardin, M. (2008). A preliminary investigation of the fish food web in the Gironde estuary, France, using dietary and stable isotope analyses. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78, 267-279.
- Peterson, B. J. & Fry, B. (1987). Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18, 293-320.
- Phillips, D. L., Inger, R., S. Bearhop, A. L., Jackson, J. W., Moore, A. C., Parnell, X., Semmens, B. & Ward, E. J. (2014). Best practices for use of stable isotope mixing models in food-web studies. *Canadian Journal of Zoology*, 92(10), 823-835. Recuperado de <https://doi.org/10.1139/cjz-2014-0127>.
- Piccolo, M. C. & Perillo, G. M. E. (1997). Geomorfología e hidrografía de los estuarios. En E. E. Boschi (Ed.), *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. Antecedentes Históricos de las Exploraciones en el Mar y las Características Ambientales* (pp. 133-161). Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).
- Pisano, M. F. & Pommarés, N. (2017). Capítulo VII Región Chaco-Pampeana Depósitos fluvio-lacustres. En E. Fucks & M. F. Pisano (Eds.), *Cuaternario y Geomorfología de Argentina: Distribución y Características de los Principales Depósitos y Rasgos Geomorfológicos* (pp. 110-129). La Plata: EDULP, Universidad Nacional de La Plata.
- Poduje, L. (1987). Bosques Xerófilos de la Región Central Argentina. *Actas de las IV Jornadas Técnicas de Bosques Nativos Degradados* (pp.1-12). Misiones: El Dorado.
- Politis, G. (1984). *Arqueología del Área Interserrana Bonaerense*. (Tesis de Doctorado inédita). Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional La Plata, Argentina.
- Politis, G., Scabuzzo, C. & Tykot, R. H. (2009). An approach to pre-hispanic diets in the pampas during the early /middle Holocene. *International Journal of Osteoarchaeology*, 19, 266-280.
- Post, D. M. (2002). Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology*, 83, 703-718. Recuperado de [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[0703:USITET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[0703:USITET]2.0.CO;2).
- Powell, R. L. & Still, Ch. J. (2009). Biogeography of C3 and C4 vegetation in South America. En J. C. Neves Epiphanyo y L. Soares Galvao (Eds.), *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* (pp. 2935-2942). Sao José dos Campos: INPE, Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Prates, L. R. (2009). El uso de recursos por los cazadores-recolectores posthispanicos de Patagonia continental y su importancia arqueológica. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 34, 201-229.
- Prieto, A. R. (1996). Late Quaternary vegetational and climatic changes in the pampa grassland of Argentina. *Quaternary Research*, 45,73-88.
- Rhoades, R. E. (1974). The ecotone concept in ecology and anthropology. *Papers in Anthropology*, 15, 23-36.
- Rhoades, R. E. (1978). Archaeological Use and Abuse of Ecological Concepts and Studies: The Ecotone Example. *American Antiquity*, 43(4), 608-614. Recuperado de <http://links.jstor.org/sici?sici=0002-7316%28197810%2943%3A4%3C608%3AAUAAOE%3E2.0.CO%3B2-O>.
- Roberto, Z., R., Adema, E. & Rucci, T. (2005). *Relevamiento Fisonómico de la Vegetación del área del Caldenal*. Publicación Técnica N° 60. Anguil, La Pampa: Ediciones INTA.
- Rodríguez, D. & Bastida, R. (2004). Capítulo 36: Lobos Marinos y Focas. En E. E. Boschi & M. B. Cousseau (Eds.), *La Vida entre Mareas: Vegetales y Animales de las Costas de Mar del Plata, Argentina* (pp. 309-322). Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Scabuzzo, C., Frontini, R., Vecchi, R. & Bayón, C. (2016). Isótopos estables y dieta de los cazadores recolectores del sudoeste bonaerense (Argentina). *Chungará, Revista de Antropología Chilena*, 48(3), 383-395.
- Schulting, R. J., MacDonald, R. & Richards, M. P. (2022). FRUITS of the sea? A cautionary tale regarding Bayesian modelling of palaeodiets using stable isotope data. *Quaternary International*. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2022.02.012>.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la



- Nación (2007a). *Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Regional Espinal*. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2007b). *Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos, Segunda Etapa: Inventario de Campo de la Región Espinal Distritos Caldén y Ñandubay*. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- Smith, R. L. (1974). *Ecology and Field Biology*. New York: Harper and Row Publishers.
- Smith, L. M., Garvey, R. & Carlson, E. S. (2014). Hunter-Gatherer Subsistence Variation and Intensification. En C. Smith (Ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology*. New York: Springer. Recuperado de [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2\\_958](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2_958).
- Stoessel, L. (2006). *Análisis Arqueofaunísticos en el Curso Inferior del Río Colorado (Partidos de Villarino y Patagones, Provincia de Buenos Aires). Aportes para la Subsistencia de las Ocupaciones Indígenas del Holoceno Tardío*. (Tesis de Licenciatura inédita). Facultad de Ciencias Sociales de Olavarría, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- Stoessel, L. (2014). Evaluating intensity in the processing of guanaco (*Lama guanicoe*) at the lower basin of the Colorado river (Argentina): fragmentation levels and fracture patterns analysis. *International Journal of Osteoarchaeology*, 24 (1), 51-67.
- Stoessel, L. (2015). Tendencias preliminares sobre el consumo de peces durante el Holoceno medio en el área de transición pampeano-patagónica oriental (pcia. de Buenos Aires). *Archaeofauna. International Journal of Archaeozoology*, 24, 103-117.
- Stoessel, L. & Martínez, G. (2014). El proceso de intensificación en la transición pampeano-patagónica oriental: Discusión y perspectivas comparativas con regiones aledañas. *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 18 (2), 65-94.
- Stoessel, L. & Alcaráz, A. P. (2017). Los conjuntos faunísticos: Subsistencia y Tafonomía. En G. Martínez (Ed.), *Arqueología de Cazadores-Recolectores del Curso Inferior del Río Colorado (Provincia de Buenos Aires, Argentina): Aportes al Conocimiento de las Ocupaciones Humanas Pampeano-Patagónicas* (pp. 100-120). Serie monográfica N° 6. Olavarría: INCUAPA-CONICET. UNICEN.
- Stoessel, L., Martínez, G. & Constenla, D. (2015). Análisis preliminar de ácidos grasos recuperados de cerámicas arqueológicas del curso del Río Colorado (Norpatagonia Oriental): Aportes para la subsistencia de grupos cazadores-recolectores. *Magallania*, 43(1), 231-249. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-22442015000100013>.
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Vecchi, R. J., Frontini, R. & Bayón, M. C. (2013). Paso Vanoli: una instalación del Holoceno tardío en valles fluviales del sudoeste bonaerense. *Revista del Museo de La Plata. Sección Antropología*, 13(87), 77-93. Recuperado de [http://www.fcnym.unlp.edu.ar/uploads/docs/rmlp\\_antro\\_2013\\_t13\\_n87\\_vecchi\\_etal.pdf](http://www.fcnym.unlp.edu.ar/uploads/docs/rmlp_antro_2013_t13_n87_vecchi_etal.pdf).
- Yesner, D. R. (1980). Maritime hunter-gatherers: ecology and prehistory. *Current Anthropology*, 21, 727-750.

**Anexo I**

Zona	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	Taxa	Referencias
<b>Vegetales C<sub>3</sub></b>				
Zona I y Zona II	-23,1		<i>Prosopis alpataco</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-25,6	5,6	<i>Prosopis</i> sp	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-25,9		<i>Prosopis</i> sp	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-24,6		<i>Geoffrea decorticans</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-24,1		<i>Geoffrea decorticans</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-25,0		<i>Schinus fasciculatus</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-25,2		<i>Condalia microphylla</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-23,6		<i>Ephedra</i> sp	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-21,8		<i>Ephedra ochreatea</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-22,2		<i>Ephedra triada</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-25,1		<i>Hoffmanseggia glauca</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-25,3		<i>Habranthus jamesonii</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-27,5		<i>Oxalis lasiopetala</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-25,7		<i>Oxalis lasiopetala</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-25,3		<i>Malvella leprosa</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-25,3		<i>Arjona tuberosa</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-24,0		<i>Limonium brasiliense</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-24,1		<i>Bromus brevis</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-23,9		<i>Stipa</i> sp	Martínez et al. (2009)
<b>Vegetales C<sub>4</sub> y CAM</b>				
Zona I y Zona II	-11,9		<i>Opuntia</i> sp	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-11,8		<i>Portulaca</i> sp	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-14,9		<i>Distichlis scoparia</i>	Martínez et al. (2009)
<b>Vertebrados Terrestres</b>				
Zona I y Zona II	-15,0		Anatidae	Scabuzzo et al. (2016)
Zona I y Zona II	-15,5		<i>Chaetophractus villosus</i>	Scabuzzo et al. (2016)
Zona I y Zona II	-22,3	6,4	<i>Dolichotis patagonum</i>	Flensburg et al. (2020)
Zona I	-20,6	6,9	<i>Lama guanicoe</i>	Flensburg et al. (2020)
Zona I	-18,9	10,8	<i>Lama guanicoe</i>	Flensburg et al. (2018)
Zona I	-18,5	6,2	<i>Lama guanicoe</i>	Flensburg et al. (2020)
Zona I	-18,3	8,4	<i>Lama guanicoe</i>	Flensburg et al. (2020)
Zona I	-18,2	10,1	<i>Lama guanicoe</i>	Flensburg et al. (2018)
Zona I	-18,1	7,5	<i>Lama guanicoe</i>	Flensburg et al. (2020)
Zona I	-19,1		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez et al. (2012)
Zona I	-19,8		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez et al. (2012)
Zona I	-19,4		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez y Martínez (2011)
Zona I	-20,2		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez (2008-2009)
Zona I	-20,1		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez (2008-2009)
Zona I	-19,9		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez (2008-2009)
Zona I	-19,7		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez (2008-2009)
Zona I	-18,9	7,0	<i>Lama guanicoe</i>	este trabajo
Zona I	-19,7		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez y Martínez (2011)



Zona	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	Taxa	Referencias
Zona I	-18,8		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez & Martínez (2011)
Zona I	-23,9		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I	-22,8		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I	-19,9		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I	-17,8		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I	-16,2		<i>Lama guanicoe</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I	-20,9		<i>Lama guanicoe</i>	Stoessel et al. (2008)
Zona II	-18,6		<i>Lama guanicoe</i>	Tomassini et al. (2014)
Zona II	-19,5		<i>Lama guanicoe</i>	Catella (2014)
Zona II	-19,5	5,8	<i>Lama guanicoe</i>	este trabajo
Zona II	-19,0	4,8	<i>Lama guanicoe</i>	este trabajo
Zona II	-18,8		<i>Lama guanicoe</i>	Barrientos (1999)
Zona II	-19,9		<i>Lama guanicoe</i>	Barberena et al. (2009)
Zona II	-22,7		<i>Lama guanicoe</i>	Catella (2014); Oliva (2000)
Zona II	-20,4		<i>Lama guanicoe</i>	Barrientos (1999)
Zona II	-19,6		<i>Lama guanicoe</i>	Barrientos (1999)
Zona II	-17,6		<i>Lama guanicoe</i>	Barrientos (1999)
Zona II	-19,4		<i>Lama guanicoe</i>	Álvarez & Salemme (2015)
Zona II	-19,2		<i>Lama guanicoe</i>	Álvarez & Salemme (2015)
Zona II	-17,7	6,9	<i>Lama guanicoe</i>	este trabajo
Zona II	-16,6		<i>Lama guanicoe</i>	este trabajo
Zona II	-18,4	4,9	<i>Lama guanicoe</i>	Barrientos et al. (2015)
Zona II	-18,8	5,3	<i>Lama guanicoe</i>	Barrientos et al. (2015)
Zona II	-20,0		<i>Lama guanicoe</i>	Frontini et al. (2021)
Zona II	-18,8		<i>Lama guanicoe</i>	Catella (2014)
Zona II	-19,9		<i>Lama guanicoe</i>	Bayón et al. (2010)
Zona II	-19,8		<i>Lama guanicoe</i>	Bayón et al. (2010)
Zona II	-19,5		<i>Lama guanicoe</i>	Bayón et al. (2010); Scabuzzo et al. (2016)
Zona II	-19,5		<i>Lama guanicoe</i>	Vecchi et al. (2013)
Zona II	-18,4		<i>Lama guanicoe</i>	Catella (2014)
Zona I y Zona II	-22,1	5,7	<i>Lagostomus maximus</i>	Flensburg et al. (2020)
Zona I y Zona II	-21,6		<i>Myocastor coypus</i>	Scabuzzo et al. (2016)
Zona I y Zona II	-20,7	5,1	<i>Myocastor coypus</i>	Flensburg et al. (2018)
Zona I y Zona II	-20,1	7,8	<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	Flensburg et al. (2020)
Zona I y Zona II	-20,0		<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	Frontini y Bayón (2015)
Zona I y Zona II	-22,1	6,0	<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-20,1		<i>Rhea americana</i>	Scabuzzo et al. (2016)
Zona I y Zona II	-22,3	4,4	<i>Rhea americana</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-21,1		<i>Rhea americana</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-21,1		<i>Rhea americana</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-21,1	8,2	<i>Rhea americana</i>	Flensburg et al. (2020)
Zona I y Zona II	-20,9	8,7	<i>Rhea americana</i>	Flensburg et al. (2020)
Zona I y Zona II	-21,3	9,5	<i>Rhea americana</i>	Flensburg et al. (2018)
Zona I y Zona II	-20,1	10,8	<i>Zaedyus pichiy</i>	Martínez et al. (2009)

Zona	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	Taxa	Referencias
<b>Peces de Agua Dulce</b>				
Zona I y Zona II	-23,1		<i>Percichthys</i> sp	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-23,2	8,2	<i>Percichthys</i> sp	Gómez Otero (2007)
<b>Mamíferos Marinos</b>				
Zona I y Zona II	-11,1	22,8	<i>Otaria fravescens</i>	Favier Dubois et al. (2010)
Zona I y Zona II	-11,5		Otariidae	Bonomo y Leon (2010)
Zona I y Zona II	-12,3		Otariidae	Bayón et al. (2012)
Zona I y Zona II	-12,0	21,1	Otariidae	Bayón et al. (2007) en Politis et al. (2009)
Zona I y Zona II	-11,5	21,1	Otariidae	Bayón et al. (2007) en Politis et al. (2009)
Zona I y Zona II	-13,7		Otariidae	Bayón et al. (2007) en Politis et al. (2009)
Zona I y Zona II	-12,3		Otariidae	Bayón et al. (2007) en Politis et al. (2009)
<b>Peces Marinos</b>				
Zona I y Zona II	-12,0	15,4	<i>Micropogonia furnieri</i>	Favier Dubois et al. (2010)
Zona I y Zona II	-12,9	17,1	<i>Micropogonia furnieri</i>	Flensburg et al. (2020)
Zona I y Zona II	-19,0	9,3	<i>Micropogonia furnieri</i>	Martínez et al. (2009)
Zona I y Zona II	-12,7		<i>Pogonias cromis</i>	Bayón et al. (2012)
Zona I y Zona II	-20,3	13,7	<i>Genidens barbatus</i>	Martínez et al. (2009)

Tabla 1. Taxa muestreados en estudios de isótopos estables del C y N, cuyos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  fueron utilizados en este trabajo para el modelado mediante FRUITS 3.0 Beta.

### Bibliografía citada

- Flensburg, G., Martínez, G. & Tessone, A. (2018). First Approach to the Paleodiet of Hunter-Gatherers Through Stable Isotopes ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) in the Eastern Pampa-Patagonia Transition during the Middle Holocene. *Journal of Archaeological Science Reports*, 17,571-580.
- Frontini, R. & Bayón, C. (2015). Consumo de recursos animales de porte menor durante el Holoceno tardío en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. *Archaeofauna*, 24, 271-293.
- Frontini, R., Vecchi, R., Bayón, C. & Fiori, S. (2021). Arqueología de la laguna Sauce Grande (Partido de Monte Hermoso, Provincia de Buenos Aires). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 46(1), 201-234.
- Martínez, G., Martínez, G. A., Santos, F., Stoessel, L., Alcaráz, A. P., Flensburg, G., Bayala, P. & Armentano, G. (2012). Primeros resultados de la Localidad Arqueológica "El Puma" (curso inferior del río Colorado, Pcia. de Buenos Aires). *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 16, 185-205.
- Stoessel, L. Bogan, S., Martínez, G. & Agnolin, F. L. (2008). Implicancias paleoambientales de la presencia del género *ceratophrys* (anura, *ceratophryinae*) en contextos arqueológicos de la transición pampeano-patagónica en el Holoceno tardío (curso inferior del río Colorado, Argentina). *Magallania*, 36(2), 195-203.
- Tomassini, R., Frontini, R. & Bayón, C. (2014). Taphonomic analysis of an assemblage of *Lama guanicoe* (*Artiodactyla*, *Camelidae*) from the Late Holocene (Pampean region, Argentina). *Palaios*, 29,570-577.



## Anexo I

Fuentes	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{13}\text{C}$ incert.	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{15}\text{N}$ incert.
Vegetales $\text{C}_3$	-24,59	1,80	1,63	1,50
Vegetales $\text{C}_4$ y CAM	-12,87	1,80	1,57	1,50
Animales Continentales	-20,08	2,60	7,66	2,10
Peces Marinos	-15,34	2,88	13,88	3,34
Mamíferos Marinos	-12,06	2,10	21,67	2,10

Tabla 2. Valores isotópicos promedio y de incertidumbre, para los recursos agrupados de la Zona I, empleados en la primera corrida de FRUITS 3.0 Beta. Bajo el rótulo "Animales Continentales" se incluyen Vertebrados Terrestres y Peces de Agua Dulce.

## Anexo I

Fuentes	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{13}\text{C}$ incert.	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{15}\text{N}$ incert.
Vegetales $\text{C}_3$	-24,59	1,80	1,18	1,10
Vegetales $\text{C}_4$ y CAM	-12,87	1,80	1,18	1,10
Animales Continentales	-19,88	2,60	6,78	2,10
Peces Marinos	-15,34	2,88	13,88	3,34
Mamíferos Marinos	-12,06	2,10	21,67	2,10

Tabla 3. Valores isotópicos promedio y de incertidumbre, para los recursos agrupados de la Zona II, empleados en la primera corrida de FRUITS 3.0 Beta. Bajo el rótulo "Animales Continentales" se incluyen Vertebrados Terrestres y Peces de Agua Dulce.

## Anexo I

Fuentes	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{13}\text{C}$ incert.	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{15}\text{N}$ incert.
Vegetales $\text{C}_3$	-24,59	1,80	1,63	1,50
Vegetales $\text{C}_4$ y CAM	-12,87	1,80	1,57	1,50
Vertebrados Terrestres	-19,90	2,59	7,60	1,87
Peces Marinos	-15,34	2,88	13,88	3,34
Peces de Agua Dulce	-23,14	0,50	8,19	1,87

Tabla 4. Valores isotópicos promedio y de incertidumbre, para los recursos agrupados de la Zona I, empleados en la segunda corrida de FRUITS 3.0 Beta.

**Anexo I**

Fuentes	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{13}\text{C}$ incert.	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{15}\text{N}$ incert.
Vegetales C <sub>3</sub>	-24,59	1,80	1,18	1,10
Vegetales C <sub>4</sub> y CAM	-12,87	1,80	1,18	1,10
Vertebrados Terrestres	-19,72	1,72	6,69	1,91
Peces Marinos	-15,34	2,88	13,88	3,34
Peces de Agua Dulce	-23,15	0,50	8,19	1,87

Tabla 5. Valores isotópicos promedio y de incertidumbre, para los recursos agrupados de la Zona II, empleados en la segunda corrida de FRUITS 3.0 Beta.

**Anexo I**

ID	Zona	Mediana Vegetales C3	Mediana Vegetales C4 y CAM	Mediana Vertebrados Terrestres	Mediana Peces Marinos	Mediana Mamíferos Marinos
LCHA1-D-3	I	0,418	0,160	0,205	0,106	0,078
LCHA1-D-5	I	0,434	0,149	0,196	0,108	0,081
LCHA1-D-1	I	0,413	0,162	0,209	0,109	0,079
LCHA1-D-4	I	0,435	0,164	0,178	0,104	0,082
LCHA1-D-2	I	0,376	0,247	0,145	0,111	0,081
DA1	I	0,566	0,050	0,208	0,081	0,066
ER	I	0,545	0,037	0,284	0,049	0,059
LP-E1-I1	I	0,424	0,129	0,199	0,117	0,099
LP-E1-I2	I	0,432	0,106	0,226	0,114	0,087
LP-E2	I	0,467	0,081	0,237	0,101	0,078
LP-E3	I	0,466	0,071	0,248	0,095	0,083
LP-E4	I	0,436	0,034	0,353	0,072	0,076
PA1-E3-I1	I	0,349	0,065	0,271	0,169	0,105
PA1-E1-I2	I	0,444	0,083	0,229	0,121	0,080
PA1-E4-I3	I	0,475	0,131	0,202	0,090	0,068
PA1-E4-I4	I	0,221	0,214	0,223	0,158	0,104
PA1-E8-I17	I	0,488	0,068	0,224	0,102	0,082
PA1-E10-I5	I	0,470	0,049	0,295	0,082	0,076
PA1-E10-I6	I	0,426	0,083	0,235	0,122	0,107
PA1-E9-I7	I	0,393	0,117	0,235	0,123	0,098
PA1-E9-I8	I	0,440	0,068	0,261	0,104	0,089
PA1-E9-I9	I	0,446	0,076	0,239	0,107	0,095
PA1-E8-I10	I	0,414	0,111	0,207	0,119	0,097
PA1-E8-I11	I	0,369	0,067	0,335	0,117	0,101
PA1-E8-I12	I	0,387	0,123	0,210	0,131	0,109
PA1-E7-I13	I	0,227	0,356	0,172	0,117	0,095
PA1-E4-I14	I	0,386	0,196	0,160	0,112	0,092
PA1-E2-I15	I	0,420	0,164	0,147	0,129	0,091
PA1-E2-I16	I	0,418	0,073	0,249	0,114	0,104
SA2	I	0,235	0,183	0,216	0,197	0,135



ID	Zona	Mediana Vegetales C3	Mediana Vegetales C4 y CAM	Mediana Vertebrados Terrestres	Mediana Peces Marinos	Mediana Mamíferos Marinos
LTr1	II	0,313	0,120	0,234	0,161	0,130
LCH1-1-G-H-1632	II	0,404	0,106	0,253	0,116	0,086
LCH1-1- I-36c	II	0,366	0,185	0,196	0,130	0,091
LCH1-1-M-146	II	0,453	0,111	0,214	0,106	0,082
LCH1-1- G-H-1633	II	0,414	0,171	0,202	0,104	0,080
LCH1-1- L-555/569	II	0,354	0,265	0,152	0,111	0,084
LCH1-1-Sect.C-446	II	0,387	0,215	0,186	0,099	0,080
LCH1-2	II	0,458	0,136	0,185	0,099	0,083
LCH1-3	II	0,494	0,078	0,204	0,091	0,085
LCH2-00-H-31	II	0,448	0,091	0,235	0,112	0,081
PMY1S2-1	II	0,479	0,045	0,284	0,086	0,079
LB1	II	0,398	0,143	0,210	0,123	0,086
LH1	II	0,481	0,208	0,141	0,077	0,058
PT1	II	0,409	0,037	0,335	0,100	0,090
SJCh1	II	0,315	0,237	0,180	0,136	0,096
Yb1	II	0,397	0,176	0,196	0,111	0,086

Tabla 6. Probabilidad mediana por individuo de incorporación de los grupos de recursos empleados en la primera corrida de FRUITS 3.0 BETA

#### Anexo I

ID	Zona	Mediana Vegetales C3	Mediana Vegetales C4 y CAM	Mediana Vertebrados Terrestres	Mediana Peces Marinos	Mediana Peces de Agua Dulce
LCHA1-D-3	I	0,239	0,225	0,173	0,115	0,177
LCHA1-D-5	I	0,241	0,231	0,167	0,114	0,174
LCHA1-D-1	I	0,246	0,230	0,163	0,116	0,168
LCHA1-D-4	I	0,232	0,237	0,161	0,118	0,174
LCHA1-D-2	I	0,219	0,309	0,144	0,122	0,131
DA1	I	0,371	0,083	0,180	0,077	0,226
ER	I	0,387	0,057	0,167	0,067	0,270
LP-E1-I1	I	0,182	0,214	0,189	0,137	0,203
LP-E1-I2	I	0,227	0,182	0,206	0,118	0,202
LP-E2	I	0,258	0,139	0,199	0,111	0,222
LP-E3	I	0,245	0,133	0,213	0,107	0,226
LP-E4	I	0,245	0,058	0,208	0,087	0,333
PA1-E3-I1	I	0,182	0,159	0,215	0,154	0,224
PA1-E1-I2	I	0,239	0,159	0,189	0,125	0,213
PA1-E4-I3	I	0,282	0,198	0,179	0,097	0,168
PA1-E4-I4	I	0,156	0,190	0,108	0,389	0,075
PA1-E8-I17	I	0,278	0,136	0,200	0,105	0,214
PA1-E10-I5	I	0,279	0,090	0,202	0,096	0,267
PA1-E10-I6	I	0,208	0,139	0,233	0,169	0,179
PA1-E9-I7	I	0,180	0,192	0,213	0,145	0,194

ID	Zona	Mediana Vegetales C3	Mediana Vegetales C4 y CAM	Mediana Vertebrados Terrestres	Mediana Peces Marinos	Mediana Peces de Agua Dulce
PA1-E9-I8	I	0,229	0,128	0,197	0,125	0,245
PA1-E9-I9	I	0,215	0,143	0,211	0,131	0,230
PA1-E8-I10	I	0,209	0,191	0,186	0,152	0,196
PA1-E8-I11	I	0,190	0,126	0,230	0,173	0,194
PA1-E8-I12	I	0,169	0,196	0,188	0,184	0,183
PA1-E7-I13	I	0,107	0,402	0,141	0,170	0,110
PA1-E4-I14	I	0,236	0,246	0,145	0,195	0,096
PA1-E2-I15	I	0,252	0,212	0,170	0,185	0,104
PA1-E2-I16	I	0,211	0,119	0,232	0,165	0,194
SA2	I	0,117	0,206	0,138	0,364	0,100
LTr1	II	0,136	0,178	0,183	0,274	0,148
LCH1-1-G-H-1632	II	0,202	0,176	0,212	0,128	0,205
LCH1-1- I-36c	II	0,174	0,253	0,189	0,152	0,163
LCH1-1-M-146	II	0,244	0,182	0,206	0,106	0,185
LCH1-1- G-H-1633	II	0,231	0,234	0,187	0,117	0,166
LCH1-1- L-555/569	II	0,181	0,319	0,158	0,136	0,134
LCH1-1-Sect.C-446	II	0,201	0,284	0,176	0,114	0,153
LCH1-2	II	0,265	0,202	0,173	0,111	0,179
LCH1-3	II	0,271	0,160	0,188	0,103	0,203
LCH2-00-H-31	II	0,247	0,156	0,206	0,121	0,196
PMY1S2-1	II	0,264	0,086	0,214	0,093	0,274
LB1	II	0,231	0,206	0,192	0,149	0,145
LH1	II	0,350	0,259	0,138	0,083	0,112
PT1	II	0,198	0,076	0,211	0,113	0,337
SJCh1	II	0,153	0,297	0,168	0,170	0,137
Yb1	II	0,209	0,241	0,189	0,138	0,152

Tabla 7. Probabilidad mediana por individuo de incorporación de los grupos de recursos empleados en la segunda corrida de FRUITS 3.0 BETA.



## Anexo II

Sociedad	Localización	Latitud (°dec.)	TE	Elev. (msnm)	Dist. al Mar (km)	% Caza	% Recol	% Pesca
Nomlaki	California (E.E.U.U.)	40,00	14,85	38	96	30	60	10
Mineng	W. Australia (Au.)	-34,95	14,84	51	2	30	40	30
Foothill-Yokuts	California (E.E.U.U.)	37,44	14,77	70	200	25	50	25
Patwin	California (E.E.U.U.)	39,08	14,77	38	109	30	50	20
Kawaiisu-Shoshoni	California (E.E.U.U.)	35,37	14,62	229	220	40	60	0
Gabrielino	California (E.E.U.U.)	34,00	14,61	37	35	10	40	50
Monache	California (E.E.U.U.)	36,60	14,59	34	235	30	50	20
Eastern-Pomo	California (E.E.U.U.)	39,03	14,52	171	61	15	60	25
Clear Lake-Pomo	California (E.E.U.U.)	39,12	14,49	762	65	10	65	25
Wintu	California (E.E.U.U.)	40,90	14,49	351	123	25	35	40
Chumash	California (E.E.U.U.)	34,63	14,39	608	7	5	25	70
Chimariko	California (E.E.U.U.)	40,85	14,37	427	48	30	30	40
Nisenan	California (E.E.U.U.)	39,03	14,37	191	209	30	50	20
Pomo-Southern	California (E.E.U.U.)	38,54	14,21	171	6	15	45	40
Sinkyone	California (E.E.U.U.)	40,10	14,21	76	20	15	40	45
Bunurong	Victoria (Au.)	-38,93	14,12	76	17	25	35	40
Miwok-Coast	California (E.E.U.U.)	38,24	13,82	210	15	10	40	50
Mattole	California (E.E.U.U.)	40,17	13,79	450	15	10	40	50
Miwok-Lake	California (E.E.U.U.)	38,79	13,77	502	70	10	60	30
Yuki-Proper	California (E.E.U.U.)	39,70	13,76	305	60	15	50	35
Wappo	California (E.E.U.U.)	38,59	13,73	457	75	15	55	30
Pomo-Northern	California (E.E.U.U.)	39,34	13,71	171	30	20	50	30
Yana	California (E.E.U.U.)	40,38	13,60	427	177	25	45	30
Miwok	California (E.E.U.U.)	38,00	13,55	445	74	35	55	10
Tekelma	Oregon (E.E.U.U.)	42,44	13,55	829	103	20	35	45
Yuki-Coast	California (E.E.U.U.)	39,64	13,53	76	5	15	25	60
Kurnai	Victoria (Au.)	37,59	13,51	22	140	30	45	25
Tolowa	California (E.E.U.U.)	41,87	13,35	191	18	10	25	65
Shasta	California (E.E.U.U.)	41,62	13,32	427	110	25	45	30
Hupa	California (E.E.U.U.)	40,93	13,10	427	120	10	35	55
Tututni	Oregon (E.E.U.U.)	42,61	13,01	191	36	30	10	60

Tabla 1. Sociedades etnográficas que habitaron o habitan entornos situados en latitudes medias, a una distancia del mar no mayor a los 250 km, con una altitud máxima de 900 msnm y dentro de la franja de temperatura efectiva (TE) comprendida entre los 13 °C y los 15 °C (datos extraídos de Binford, 2001).