

ARTICLE

# Estudio del nicho isotópico de cazadores-recolectores del centro-oeste de Santa Cruz, Argentina, durante el Holoceno tardío

Cecilia Chaile  y Augusto Tessone

CONICET, Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS), Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina  
**Autor de contacto:** Cecilia Chaile, email: [cchaile@ingeis.uba.com](mailto:cchaile@ingeis.uba.com)

(Received 20 January 2021; revised 14 June 2022; accepted 12 October 2022)

## Resumen

Este estudio contribuye al entendimiento de la interrelación entre cambio ambiental, modificaciones en las estrategias de subsistencia y movilidad de grupos cazadores-recolectores, y la incorporación de nuevas tecnologías de captura y procesamiento de recursos durante el Holoceno tardío en el centro-oeste de Santa Cruz, Patagonia meridional, Argentina. Se presentan valores inéditos de  $\delta^{13}\text{C}$  sobre apatita y valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  sobre colágeno de 42 individuos recuperados en estructuras de entierros con diferentes cronologías. Se utilizó el concepto de nicho isotópico para entender las continuidades y/o cambios de la dieta cazadora-recolectora. Se evaluó si hubo variaciones temporales y sexuales entre los nichos isotópicos de los individuos con patrones diferentes de organización social y económica en momentos previos y posteriores a los 900 años aP. Los resultados indican cambios en la dieta en los últimos 1.000 años, lo que se plasmó en valores más bajos en  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$  de los individuos enterrados en los *chenques* tardíos y, en particular, en las mujeres. De esta manera, la información paleodietaria apoya la hipótesis de modificaciones en el nicho isotópico a través del tiempo.

## Abstract

This study contributes to the understanding of the interrelationship between environmental change, modifications in the subsistence and mobility strategies of hunter-gatherer groups, and the incorporation of new technologies for resource capture and processing during the late Holocene in southern Patagonia. We present unpublished  $\delta^{13}\text{C}$  values on apatite and  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  values on collagen from 42 individuals recovered in central-western Santa Cruz, Argentina. The individuals were recovered from burial structures with different chronologies during the Late Holocene. The concept of isotopic niche was used to understand the continuities and/or changes in the hunter-gatherer diet. The aim was to evaluate whether there were temporal and sexual variations between the isotopic niches of individuals who present different patterns of social and economic organization at times before and after 900 years BP. The results indicate that there was a change in their diet in the last 1,000 years, which was reflected in lower values in  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$  of individuals, particularly women, buried in late *chenques*. Thus, the paleodietary information analyzed and presented here supports the hypothesis of isotopic niche modifications through time.

**Palabras clave:** dieta; isótopos estables; subsistencia; tecnología; Patagonia

**Keywords:** diets; stable isotopes; subsistence; technology; Patagonia

Este trabajo busca contribuir al entendimiento de la interrelación entre cambio ambiental, modificaciones en las estrategias de subsistencia y movilidad de grupos cazadores-recolectores, y la incorporación de nuevas tecnologías de captura y procesamiento de recursos durante el Holoceno tardío (sensu Walker et al. 2012) en el centro-oeste de Santa Cruz (COSC), Argentina. En este contexto se espera una variación en la dieta de estas poblaciones para finales del Holoceno tardío como

resultado de modificaciones e innovaciones tecnológicas y, por lo tanto, se plantea que dichas variaciones pueden ser registradas a través del estudio de los isótopos estables en restos humanos. Para ello se utiliza el concepto de nicho isotópico que permite evaluar la amplitud y el solapamiento de los nichos entre grupos humanos previos y posteriores a estos acontecimientos (Jackson et al. 2011; Newsome et al. 2007).

La investigación se enmarca en un proyecto arqueológico de carácter regional que propone un modelo de poblamiento tardío para el COSC (Goñi 2010; Goñi y Barrientos 2004). Estudios previos han evidenciado fluctuaciones climáticas durante el Holoceno tardío, que tendió hacia una reducción de la humedad en distintas partes de Patagonia (Moy et al. 2009; Stine 1994; Stine y Stine 1990; sin embargo, véase Haberzettl et al. 2005; Ozán et al. 2022; Quade y Kaplan 2017; Ramos et al. 2019). Estas nuevas condiciones climáticas se asociaron con una reducción de la movilidad residencial, que derivó en un incremento demográfico como resultado de la concentración de los grupos humanos en las cuencas de altitud baja, tales como los lagos Salitroso-Posadas y Cardiel (Goñi 2010; Goñi et al. 2019). A su vez, se complementó con un proceso de extensificación a nivel espacial, definido como la introducción de nuevas áreas que previamente no habían sido usadas o que se usaron de manera poco intensiva para la producción y/o extracción de recursos (Binford 2001). En este sentido, se postula que se ampliaron los rangos de acción en términos logísticos y estacionales hacia las mesetas y las cuencas altas, como la meseta del Strobel, Pampa del Asador/Guitarra y las cuencas altas del Parque Nacional Perito Moreno (PNPM). Bajo este marco, combinado con la necesidad de mayores requerimientos alimenticios y la predictibilidad conductual de la principal presa de la región, el guanaco (*Lama guanicoe*), los grupos humanos habrían llegado a una mayor planificación en las actividades relacionadas con la obtención y el procesamiento de recursos. Como resultado, se incorporaron al sistema de la organización social la cerámica, los parapetos, el arco y flecha (Cassiodoro 2011; Flores Coni 2019).

Estos cambios en la movilidad y demografía para fines del Holoceno tardío se plasmaron en el registro bioarqueológico. El aspecto más sobresaliente es que el registro mortuorio de la región presenta una alta concentración de entierros en el Lago Salitroso para este período (Figura 1). Hasta la fecha se han

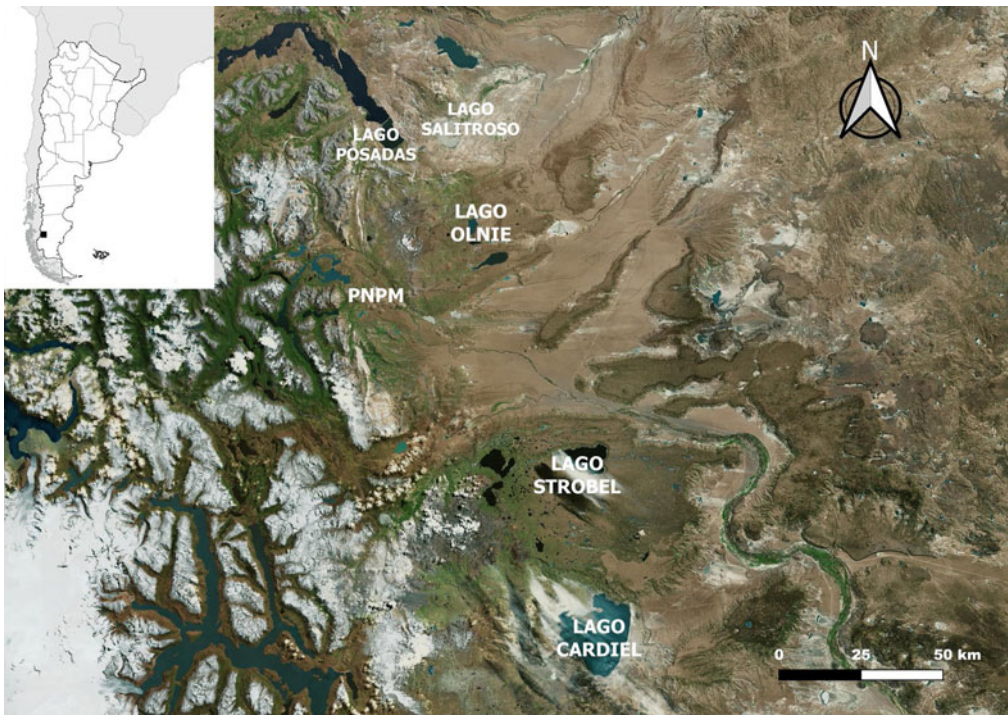


Figura 1. Ubicación de la región de estudio en el centro-oeste de Santa Cruz. (Color en la versión electrónica)

analizado 37 estructuras de entierros con presencia de restos humanos, que se diferenciaron en al menos tres modalidades: entierro bajo bloque (EBB) y nichos (ca. 2600-2200 años aP), y chenques. Estos últimos están separados en iniciales (ca. 1600-1200 años aP) y tardíos (ca. 800-350 años aP; García Guraieb et al. 2015; Goñi y Barrientos 2004; Goñi et al. 2000-2002, 2003-2005). Los chenques son estructuras de rocas visibles en el espacio y se encuentran en todo Patagonia meridional en los últimos 2.000 años (García Guraieb et al. 2015; Goñi y Barrientos 2004; Goñi et al. 2019; Zilio 2013). Los restos humanos del Lago Salitroso han sido analizados desde la paleodemografía y paleopatología (García Guraieb 2010; García Guraieb et al. 2015; Guichón Fernández y García Guraieb 2019; Morlesín 2020); desde los estudios de ADN (Arencibia et al. 2019); la tafonomía (Barrientos et al. 2007; Guichón Fernández y García Guraieb 2019), la morfometría y rasgos discretos (Bernal 2008; Pérez et al. 2004), contextos mortuorios (Cassiodoro 2011; Cassiodoro y García Guraieb 2009) y la paleodieta (García Guraieb et al. 2015; Tessone et al. 2015).

Los estudios paleodietarios han señalado que los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  del colágeno no registran diferencias en los últimos 3000 años aP —es decir, la dieta proteica se mantuvo a través del tiempo. No obstante, la dieta energética o total se modificó, ya que los valores  $\delta^{13}\text{C}$  de la apatita se volvieron más negativos a través del tiempo (Cassiodoro et al. 2013). Para entender las continuidades y/o cambios de la dieta cazadora-recolectora, se utiliza el concepto de nicho isotópico (Newsome et al. 2007). Este término es definido como un espacio multivariado con coordenadas que registran tanto los recursos usados (eje escenopoético), como el escenario sobre el cual se desempeñan los actores (eje bionómico) que se representa mediante los isótopos estables (Newsome et al. 2007). Como resultado, el nicho isotópico es una poderosa herramienta para investigar y hacer inferencias sobre aspectos claves de la ecología de un individuo o una comunidad (Newsome et al. 2007).

En este trabajo se presentan valores inéditos de  $\delta^{13}\text{C}$  sobre apatita y valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  sobre colágeno de 42 individuos recuperados en el COSC, los cuales se separaron en grupo temprano (ca. 2600-2200 años aP, EBB y nichos) y tardío (ca. 800-350 años aP, chenques tardíos). El objetivo es corroborar si, efectivamente, estos cambios implicaron modificaciones en el nicho isotópico. Para ello, se utilizaron elipses bayesianas de isótopos estables (SIBER —stable isotope Bayesian ellipse in R, por sus siglas en inglés). Esta herramienta permitirá estimar la amplitud de los nichos y comparar el espacio isotópico utilizado por estos dos grupos, los cuales coinciden con momentos previos y posteriores a la aparición de las nuevas tecnologías y modificaciones socioambientales.

Aunque, anteriormente, se habían abordado las diferencias en la alimentación de acuerdo con las estimaciones etarias de los restos esqueléticos del Lago Salitroso (proceso de lactancia y destete; Tessone et al. 2015), en esta ocasión se abordó la dieta vinculada a la determinación sexual de los individuos. Este análisis se realizó sobre el grupo tardío en la medida que existe una distribución equilibrada de individuos de ambos sexos. Distintas investigaciones etnográficas y arqueológicas han señalado una división sexual del trabajo entre los grupos extractivos, generalmente asociada al hombre cazador y la mujer recolectora, lo cual implicó, en algunas ocasiones, diferencias en la dieta (Aguerre 2000; Berbesque y Marlowe 2009; sin embargo, véase Haas et al. 2020). En el caso de la Patagonia esteparia, la focalización en la caza y consumo del guanaco, que es una fuente de proteína magra, sumada a la baja diversidad en fauna y flora disponible en el ambiente, pudieron haber generado requerimientos dietarios especiales —particularmente en las mujeres, quienes habrían necesitado garantizar el consumo de grasa para el mantenimiento de la fertilidad y, además, como fuente de energía para el embarazo y la lactancia (Frisch 1994). De esta manera, a través del SIBER, se buscó evaluar si hubo diferencias temporales y sexuales entre los nichos isotópicos de los individuos enterrados en chenques tardíos, que no sólo presentaron una nueva forma de entierro, sino que también tenían patrones diferentes de organización social y económica en relación a los momentos previos a los 900 años aP en Patagonia meridional.

### Ambiente del área de estudio

El COSC, Patagonia Argentina (Figura 1), se caracteriza por ser un ambiente frío con marcada estacionalidad y precipitaciones anuales menores a 200 mm (Oliva et al. 2001). Estas condiciones generan desafíos a la supervivencia debido a la baja diversidad de recursos vegetales y animales (Goñi 2010). La

comunidad vegetal local consiste en una estepa herbácea y de arbustos bajos. Entre las plantas consumibles se hallan las que tienen órganos de almacenamiento subterráneos comestibles (*Azorella*, *Oxalis*, *Bolax* spp.), que están ampliamente distribuidas por Patagonia y son reservorio de agua, carbohidratos y proteínas (Ochoa y Ladio 2011, 2015). Otros recursos vegetales consumibles son frutos, como los calafates (*Berberis* sp.), molles (*Schinus* sp.), murtilla (*Empetrum rubrum*), entre otros (Ochoa y Ladio 2011; Rapoport y Ladio 1999). En cuanto a la fauna, el choique (*Pterocnemia pennata*) y el guanaco (*Lama guanicoe*) son las especies animales más accesibles y ubicuas (Bonino 2005). Este último fue la presa principal de los cazadores-recolectores durante el Holoceno y se caracteriza por ser una excelente fuente de proteínas magras.

De acuerdo con la información paleoambiental de la región, existieron cambios climáticos durante el Holoceno. La dirección e intensidad de los vientos del oeste influyen fuertemente en el clima patagónico, principalmente en las precipitaciones (Gilli et al. 2001). Hace 2.500 años, los vientos del oeste cambiaron y provocaron fluctuaciones en la distribución de los recursos hídricos producto de una reducción de la humedad a una escala regional (Ariztegui et al. 2014; Gilli et al. 2005; Horta et al. 2017; Stine y Stine 1990). Investigaciones en el Lago Viedma señalan que para estas fechas el nivel del lago bajó hasta los 266 m snm (Horta et al. 2022). Esto habría habilitado nuevos espacios de circulación para las poblaciones del pasado, aunque hay registros que difieren de esta propuesta (Haberzettl et al. 2005; Ozán et al. 2022; Quade y Kaplan 2017; Ramos et al. 2019). En cuanto a la vegetación, información palinológica del Lago Los Flamencos señala el establecimiento de una estepa arbustiva en el área del Lago Pueyrredón, similar a la actual a partir de los últimos 3500 años aP (Marcos et al. 2021).

### Antecedentes tecnológicos

Durante el Holoceno tardío, las nuevas condiciones ambientales regionales, los cambios en las estrategias de movilidad y una nueva configuración demográfica recrudecieron la necesidad de mejorar el aprovechamiento de la poca grasa del guanaco. Como resultado, estos hechos habrían conllevado cambios en el aspecto tecnológico de las sociedades (Cassiodoro 2011). Por un lado, los cambios en las estrategias tecnológicas vinculadas con la obtención de los recursos estarían relacionados con el desarrollo de técnicas de caza planificadas y la incorporación de nuevas modalidades de propulsión de proyectiles. Así, se habrían implementado técnicas por interceptación y/o acecho en determinados sectores. Las mesetas fueron sistemáticamente equipadas con estructuras de piedra semicirculares, denominadas parapetos, que habrían funcionado como apostaderos de caza en puntos específicos del paisaje (Cassiodoro 2011; Flores Coni 2019; Gradín 1959-1960). En el análisis de las cronologías calibradas de las estructuras de parapetos y de las de entierros humanos, resulta relevante destacar cómo los fechados se agrupan de igual manera. En ambos casos, se observa una utilización inicial hacia los 2500-2000 años aP, una escasa representación entre los 1500 y 1000 años aP, y una mayor frecuencia en momentos posteriores a los 900 aP (Flores Coni 2019). Asimismo, para los momentos tardíos del Holoceno se registra la incorporación de una tecnología eficiente y confiable para la obtención de presas como es la implementación del arco y flecha (Cassiodoro 2011).

Por otro lado, los cambios en las estrategias tecnológicas vinculadas con el procesamiento de recursos estarían relacionados con la necesidad de contar con un reaseguro contra la escasez en la estación del año más pobre de la región. En determinados momentos del año, los recursos animales tienden a ofrecer menor cantidad de grasas a las poblaciones humanas de Patagonia, de ahí que estas se vean ante la necesidad de optimizar su uso. En condiciones ambientales más secas, estos procesos se podrían haber intensificado. En este sentido, la cerámica pudo haber sido utilizada para facilitar el derretimiento de las grasas animales y, a su vez, para su almacenamiento y posterior consumo (Cassiodoro 2008, 2011; Chaile et al. 2018a; Goñi 2010). Considerando que la incorporación de cerámica mejora el aprovechamiento de proteínas, remueve patógenos y amplía la vida útil de los alimentos (Wandsnider 1997), su utilización en Patagonia a partir de determinado momento del Holoceno tardío debe ser entendida en el marco de nuevas estrategias de subsistencia. En la región de estudio la tecnología cerámica comienza a aparecer en el registro arqueológico alrededor de los 1200 años aP (Gradín y Aguerre 1991), aunque se registra con mayor frecuencia en momentos

posteriores a los 900 aP (Cassiodoro y Tessone 2014; Chaile et al. 2020). La cuenca baja del Lago Salitroso es el sector de la región con mayor cantidad de sitios arqueológicos con cerámica (Cassiodoro 2011; Goñi et al. 2019).

Igualmente, la tecnología de molienda puede constituir un indicador del desarrollo de estrategias que busquen una mayor optimización de los recursos. Fundamentalmente, esta tecnología tiene por objeto resolver problemas vinculados con la alteración de sustancias mediante procesos mecánicos o químicos que tienen lugar cuando entran en contacto dos superficies (Babot 2004). La presencia de artefactos de molienda en alta frecuencia en momentos posteriores a los 1600-1500 años aP no sólo constituye, en los contextos analizados, un indicador del equipamiento de los espacios (Cassiodoro 2005, 2011), sino que también es vinculable con cambios en el procesamiento de recursos (Cassiodoro 2011). Por ejemplo, en otras áreas de la Patagonia, hay información arqueológica e histórica de su uso para la molienda de algarroba (*Prosopis* sp.; Capparelli y Prates 2015; Ciampagna y Capparelli 2012; Prates 2009); también se menciona la recolección de rizomas y tubérculos que eran molidos para obtener la harina, y luego guardarla en ollas (Pigafetta 2001; Vignati 1941). A su vez, de manera complementaria, podrían estar funcionando para la fractura y machacado de huesos (Bourlot 2009). Ambas tecnologías podrían constituir un *tool kit* específico de procesamiento y, probablemente, almacenamiento de recursos necesarios para su mayor aprovechamiento. De esta manera, la tecnología se entiende como parte de una estrategia mayor de resolución de problemas relacionados con el medio físico y social (Binford 1979; Torrence 1989), que habría posibilitado una modificación en la dieta de las personas durante el último tramo del Holoceno tardío en el interior de Patagonia continental.

### Nicho isotópico y SIBER

Los análisis de isótopos estables han permitido discutir diversas temáticas tales como la paleodieta y la movilidad de las sociedades humanas en el pasado, como también la caracterización del paleoambiente que habitaron (Ambrose 1993; Fernández y Panarello 1991; Tieszen 1991). Para ello, se han estudiado diferentes tejidos y materiales según las preguntas y objetivos de los investigadores. En el caso de la paleodieta en arqueología, el tejido más frecuentemente usado es el hueso por ser el de mayor perdurabilidad en el registro, el cual presenta distintas fracciones (Panarello et al. 2010, 2021). Por un lado, se encuentra la fracción orgánica denominada colágeno. En esta fracción, el 75% del carbono es contribuido por la proteína, mientras que el 25% restante es aportado por los lípidos y carbohidratos (Fernandes et al. 2012). Por otro lado, están los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de la fracción inorgánica o apatita que se compone por el aporte similar de los tres macronutrientes: proteínas, lípidos y carbohidratos, reflejando como resultado el valor de la dieta total. En el caso del nitrógeno, que proviene de la proteína, permite diferenciar el posicionamiento trófico del consumidor y se mide a partir del colágeno óseo (Ambrose 1993).

Los análisis de isótopos estables son una herramienta que permite, a través del nicho isotópico, responder cuáles fueron los recursos que usaron los individuos, así como cuál fue el hábitat en el cual estos vivieron (Newsome et al. 2007). Pero para ello, es necesario determinar la amplitud del nicho isotópico y el grado de superposición de los nichos entre los grupos humanos. Por este motivo, se utilizó el programa SIBER 2.1.4, que permite analizar datos de isótopos estables y generar métricas de las dimensiones de los nichos isotópicos.

El área total del polígono (TA —*total area of the convex hull*) representa el área total ocupada por la especie, comunidad y/o grupo. Este se dibuja alrededor de los puntos más externos en la nube de datos, de modo que todos los demás puntos se encuentran dentro del contorno. Por lo tanto, si recogiésemos más muestras, este polígono sólo se mantendría o crecería en tamaño, pero no se reduciría. El resultado es que el tamaño de la muestra influye en los polígonos. A pesar de este problema estadístico, el área total del polígono sigue siendo una forma útil de ayudarnos a visualizar datos bivariados, como los valores de isótopos estables de carbono-nitrógeno (Jackson et al. 2011). Por el contrario, el área de la elipse estándar corregida ( $\text{SEA}_C$ ) no está afectada por el tamaño de la muestra o por datos extremos, y se corresponde con el 40% de los datos de la muestra (Jackson et al. 2011). Se utiliza en este trabajo para calcular el área de solapamiento entre elipses. Por último, para comparar la amplitud del nicho

entre grupos, se genera una estimación bayesiana de la elipse estándar y su área ( $SEA_B$ ). El enfoque bayesiano devuelve una distribución posterior de SEA que refleja la incertidumbre que surge del proceso de muestreo. Las elipses resultantes se pueden comparar cuantitativamente y las diferencias se establecen con referencia a una probabilidad robusta (Jackson et al. 2011).

### Materiales y métodos

En este trabajo se presentan valores inéditos de  $\delta^{13}C$  sobre biopatita de 42 individuos recuperados en el COSC, acompañados de sus valores de  $\delta^{13}C$  y  $\delta^{15}N$  sobre colágeno. Los individuos se distribuyen espacialmente de la siguiente manera: 39 de la cuenca del Lago del Salitroso, uno en el valle del Río Olinie (curso inferior), uno en la cuenca del Lago Pasadas/Pueyrredón y uno en el Parque Nacional Perito Moreno (Figura 1). Asimismo, sólo se consideraron aquellos individuos con estimaciones etarias correspondientes a las categorías de adolescentes y de adultos de ambos sexos. En el caso de la dieta de los subadultos del Lago Salitroso fue analizada en un trabajo previo (Tessone et al. 2015).

La muestra se separó de la siguiente manera: (1) 11 individuos provenientes de EBB y nichos, y (2) 31 individuos hallados en chenques tardíos. Los restos humanos de los chenques iniciales no fueron analizados debido a la escasez de la muestra para este período. Para responder a la problemática de si hubo diferencias en la dieta en función de las determinaciones sexuales, se analizó un total de 21 individuos enterrados en chenques tardíos, 10 de los cuales fueron identificados como masculinos y 11 como femeninos (García Guraieb et al 2015; Tessone et al. 2015).

Se priorizaron las costillas para la extracción del colágeno y la apatita. Se realizó una limpieza mecánica de la muestra y enjuague en baño de ultrasonido con agua desionizada. Para la extracción del colágeno se desmineralizó el hueso en ácido clorhídrico (HCl 2%) durante 72 horas, reemplazando el ácido cada 24 horas. Para eliminar los compuestos postdeposicionales, el material se colocó 24 horas en NaOH antes y después de la desmineralización ósea. Por último, la muestra se enjuagó y secó en una estufa a  $<60^{\circ}C$  (Tykot 2004). Para la extracción de la apatita, se trató la muestra con hipoclorito de sodio al 2% (NaClO) durante 72 horas para disolver la materia orgánica (Tykot 2004). Los carbonatos postdeposicionales o secundarios se eliminaron con un buffer ácido acético-acetato por cuatro horas, siguiendo las recomendaciones de Garvie-Lok y colaboradores (2004). Finalmente, se enjuagó de nuevo en agua desionizada y se secó en horno antes de su pesado final.

Estos análisis se realizaron en el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS-UBA, CONICET). La medición de  $^{13}C/^{12}C$  y  $^{15}N/^{14}N$  en la fracción de colágeno se realizó con un analizador elemental (CHN) Carlo Erba EA 1108, conectado a un espectrómetro de masa Thermo Scientific Delta V Advantage de flujo continuo a través de una interfaz Thermo Scientific ConFlo IV. El análisis de carbono-13 en apatita se realizó en un IRMS Finnigan MAT Delta S de doble entrada. Los resultados de isótopos estables se expresan como la relación entre el isótopo más pesado y el más liviano ( $^{13}C/^{12}C$  o  $^{15}N/^{14}N$ ) y se informan como valores  $\delta$  en partes “por mil” (‰) en relación con los estándares de carbono (Vienna Pee Dee Belemnite, VPDB) y nitrógeno (Ambient Inhalable Reservoir, AIR) definidos internacionalmente.

En términos estadísticos para saber si las diferencias entre los grupos estudiados son significativas, se realizó previamente la prueba estadística de normalidad de Shapiro-Wilk. A los grupos que presentaron una distribución normal se les aplicó la prueba estadística paramétrica test-T para muestras independientes, mientras que se aplicó el test no paramétrico Mann-Whitney a los grupos que no presentaron una distribución normal. Además, se realizó la prueba de Levene para evaluar la igualdad de las varianzas.

### Resultados

Los valores obtenidos de  $\delta^{13}C$  en colágeno y apatita y  $\delta^{15}N$  en colágeno junto a los fechados publicados en trabajos anteriores, se observan en la Tabla suplementaria 1. Respecto a las condiciones de conservación, contaminación y diagénesis, la relación C/N en colágeno se encuentra dentro del rango normal de 2,9-3,6 con una media de  $3,2 \pm 0,08\%$  (Tabla suplementaria 1; Ambrose 1990). Respecto a la apatita, si bien no se dispone de parámetros similares a los del colágeno, las características de la muestra —cronología reciente y buen estado general— y del ambiente —

condiciones de aridez y frío— (Ambrose 1993), nos hace suponer que los valores obtenidos en apatita son los primarios. De esta manera, los valores de los tres marcadores isotópicos en los 42 individuos son considerados para el ulterior análisis (Tabla suplementaria 1).

La estadística descriptiva de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  del colágeno ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) y de la apatita ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ ) de los dos grupos temporales se presenta en la Tabla 1. Además, se grafica la ecología isotópica del área de estudio con la media de los principales recursos animales disponibles, y la media de la dieta de los dos grupos cronológicos (Figura 2). En las Figuras 3 y 4 se puede apreciar la distribución de los valores en función de los grupos temporales a partir del procesamiento inicial con SIBER. La media del  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$  del Grupo 1 (el grupo más temprano), fue de  $-12,1\text{‰} \pm 1,2\text{‰}$  en tanto que la del Grupo 2 (o el más tardío), fue de  $-13,5\text{‰} \pm 0,7\text{‰}$ . En cuanto a la media del  $\delta^{15}\text{N}$  del primer grupo, fue de  $11,6\text{‰} \pm 0,7\text{‰}$ , y la del segundo fue de  $11,4\text{‰} \pm 0,7\text{‰}$ . Por último, los valores medios del  $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$  del Grupo 1 fueron de  $-18,5\text{‰} \pm 0,3\text{‰}$ , mientras que los del Grupo 2 fueron de  $-18,8\text{‰} \pm 0,5\text{‰}$  (Tabla 1).

En primer lugar, se evaluó la homocedasticidad de las muestras. Los resultados fueron de  $p > 0,05$ ; por consiguiente, no hubo diferencias significativas. También se les realizó una prueba de normalidad a los distintos valores de los marcadores isotópicos, los cuales mostraron una distribución normal (Shapiro-Wilk  $p > 0,05$ ), salvo los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$  del conjunto temprano (Shapiro-Wilk  $p = 0,04$ ). Posteriormente, se realizaron pruebas de significancia para comprobar si existía una diferencia entre los valores isotópicos de los grupos humanos. Los resultados indicaron que el  $\delta^{15}\text{N}$  de la dieta proteica se mantuvo sin cambios significativos (Test- $t$   $p = 0,4$ ) a lo largo del tiempo; lo mismo se observó en los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$  (Test- $t$   $p = 0,08$ ). No obstante, los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$  mostraron una diferencia significativa (Mann Whitney  $p = 0,0002$ ) cuando se compararon los individuos recuperados de EBB y nichos (Grupo 1) con los enterrados en los chenques tardíos (Grupo 2). Estas similitudes y diferencias entre los grupos temporales se observan en las gráficas de dispersión (Figuras 3 y 4). En base a las diferencias halladas en los valores del carbono de la apatita entre ambos segmentos temporales, se compararon las elipses bayesianas y polígonos formados a partir de los valores de la composición isotópica de carbono de la apatita y colágeno (Figura 5). Los resultados de SIBER señalaron que el grupo de EBB y nichos obtuvo un área total del polígono de  $1,92\text{‰}^2$ , un área de elipse estándar de

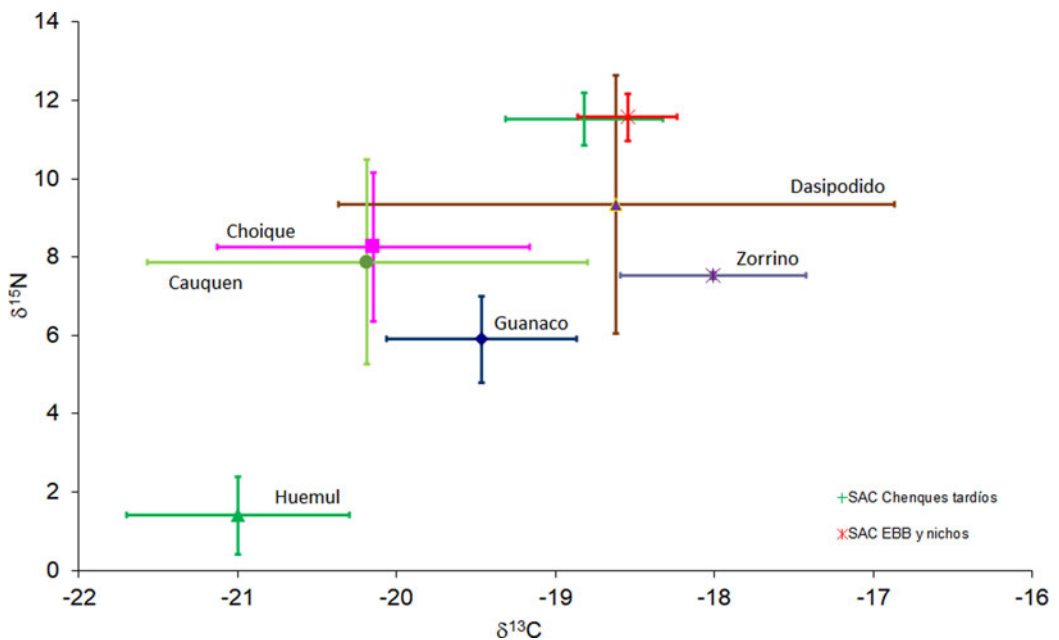
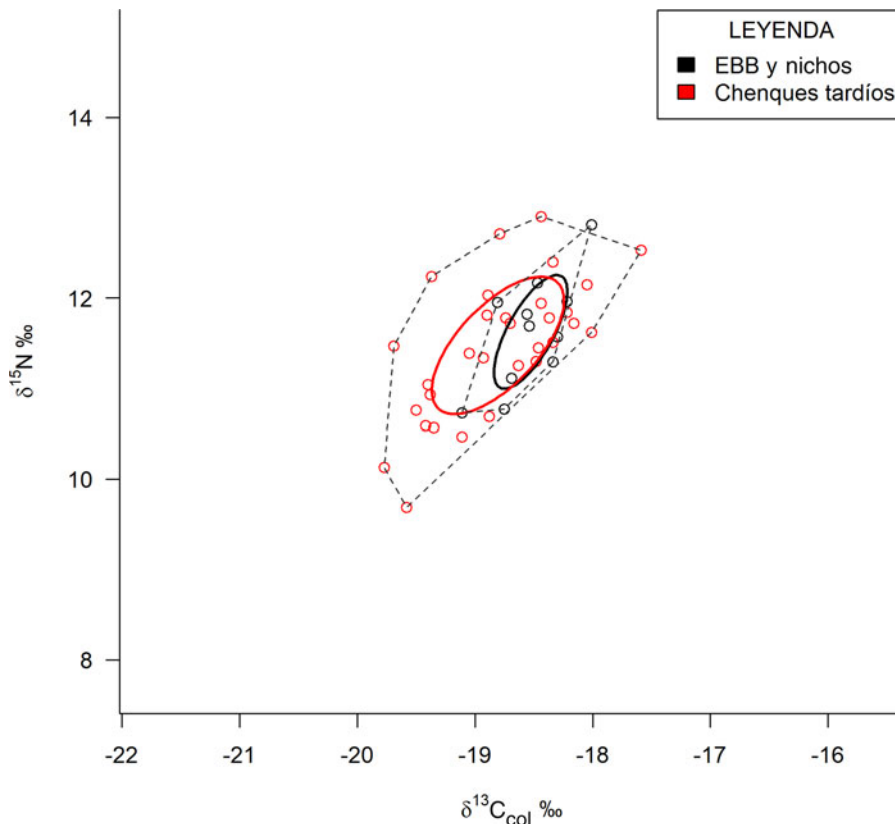


Figura 2. Ecología isotópica del centro-oeste de Santa Cruz junto a los valores promedio de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de las dietas de ambos grupos cronológicos. (Color en la versión electrónica)

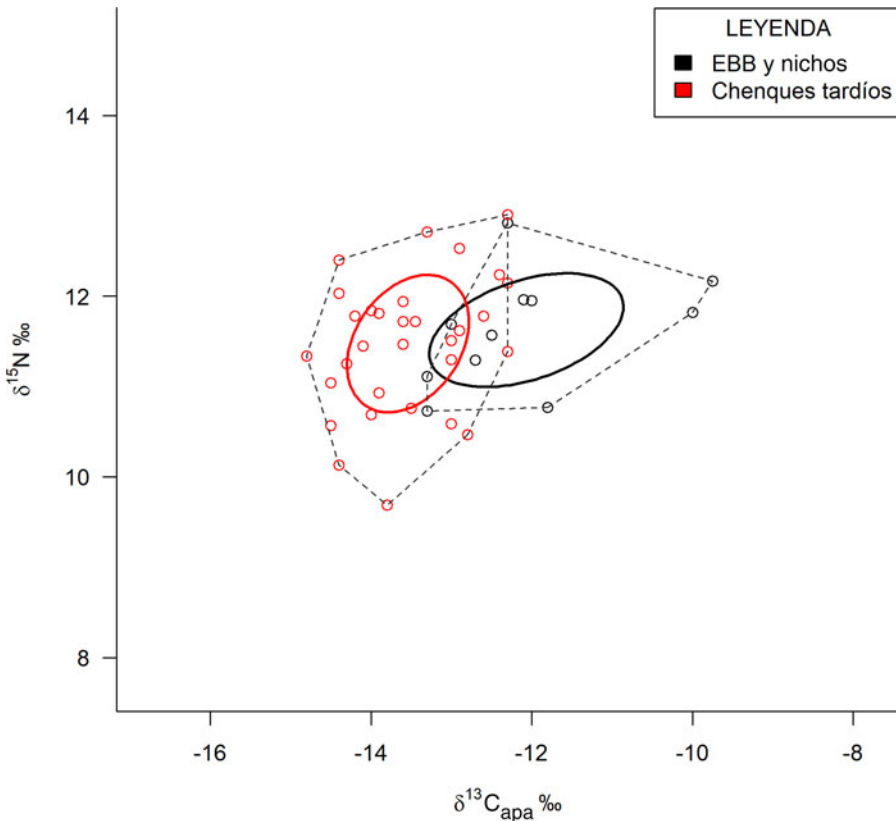


**Figura 3.** Representación del nicho isotópico (valores de  $\delta^{13}\text{C}$  colágeno y  $\delta^{15}\text{N}$ ) a través de elipses bayesianas estándar (línea sólida,  $\text{SEA}_C$ ) y sus respectivos polígonos (líneas discontinuas, TA) entre ambos períodos cronológicos. (Color en la versión electrónica)

1,14%<sup>2</sup> y su corrección de 1,27%<sup>2</sup> mientras que el valor bayesiano fue de 1,26%<sup>2</sup>. En el caso de los chenques fue un TA de 3,78%<sup>2</sup>, SEA de 1,27%<sup>2</sup>,  $\text{SEA}_C$  de 1,31%<sup>2</sup> y  $\text{SEA}_B$  de 1,31%<sup>2</sup>.

Por otro lado, la Tabla suplementaria 2 presenta la estadística descriptiva de los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de la apatita y del colágeno del hueso según el sexo para los entierros en chenques tardíos. El grupo de los femeninos tiene un valor medio del  $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$  de  $-18,8\text{‰} \pm 0,4\text{‰}$ , mientras que su mínimo fue de  $-19,4\text{‰}$  y su máximo de  $-18,2\text{‰}$ . En cuanto a los masculinos, su media fue de  $-18,9\text{‰} \pm 0,6\text{‰}$  y el rango de valores fue de un mínimo de  $-19,8\text{‰}$  a un máximo de  $-18,0\text{‰}$ . En el caso de los resultados del  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ , las mujeres obtuvieron una media de  $-14,0\text{‰} \pm 0,5\text{‰}$ , un mínimo de  $-14,8\text{‰}$  y un máximo de  $-13,0\text{‰}$ . Mientras que los resultados  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$  de los hombres presentaron un rango de valores entre  $-14,4\text{‰}$  y  $-12,3\text{‰}$  y una media de  $-13,2\text{‰} \pm 0,7\text{‰}$ . Además, como en el caso de las comparaciones temporales, se realizaron los test estadísticos para comprobar si existían diferencias significativas entre las dietas según la determinación sexual de los individuos enterrados en chenques tardíos. Las muestras presentaron una homeosticidad  $p > 0,05$  y una distribución normal ( $p > 0,05$ ). Los resultados indicaron que el valor en la composición isotópica del nitrógeno (Test-t  $p = 0,90$ ) no presentó diferencias significativas con los del carbono del colágeno (Test-t  $p = 0,85$ ). Por el contrario, los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$  mostraron diferencias significativas (Test-t  $p = 0,005$ ) cuando se compararon los individuos masculinos con los femeninos del Grupo 2. En cuanto a los resultados de SIBER, se analizaron las elipses bayesianas y polígonos según el sexo, tomando como datos los valores de carbono de la apatita y el colágeno (Figura 6). Los valores obtenidos fueron, en el caso de las mujeres, de un TA de 1,38%<sup>2</sup>, un  $\text{SEA}$  0,67%<sup>2</sup>, un  $\text{SEA}_C$  0,75%<sup>2</sup> y un  $\text{SEA}_B$  0,74%<sup>2</sup>. Para el caso de los hombres, el área total del polígono fue de 2,18%<sup>2</sup>, un área de elipsis estándar de 1,27%<sup>2</sup> y su corrección de 1,43%<sup>2</sup> y, finalmente, un valor bayesiano de 1,42%<sup>2</sup>.





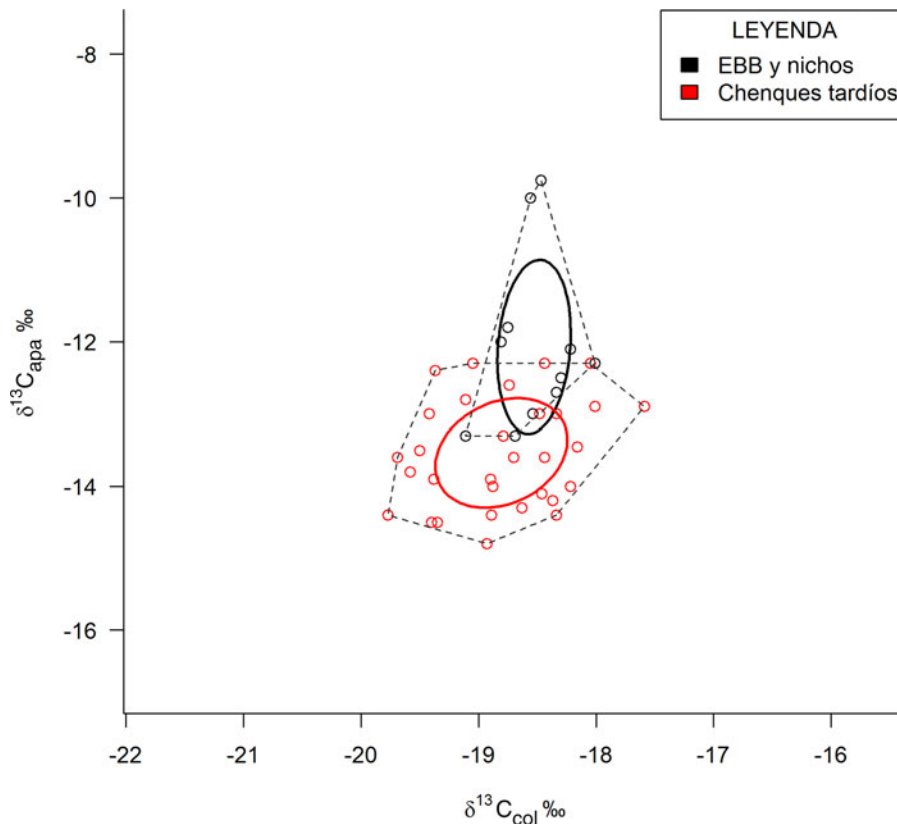
**Figura 4.** Representación del nicho isotópico (valores de  $\delta^{13}\text{C}$  apatita y  $\delta^{15}\text{N}$ ) a través de elipses bayesianas estándar (línea sólida, SEA) y sus respectivos polígonos (líneas discontinuas, TA) entre ambos períodos cronológicos. (Color en la versión electrónica)

**Tabla 1.** Estadística comparativa de los distintos marcadores de acuerdo con el grupo temporal.

	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$		$\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$		$\delta^{15}\text{N}$	
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
<i>N</i>	11	31	11	31	11	31
Media	-18,50	-18,80	-12,10	-13,50	11,60	11,40
Desvío estándar	0,30	0,50	1,20	0,70	0,70	0,75
Mínimo	-19,10	-19,80	-13,30	-14,80	10,70	9,60
Máximo	-18,00	-17,60	-9,75	-12,30	12,80	12,90

## Discusión y conclusiones

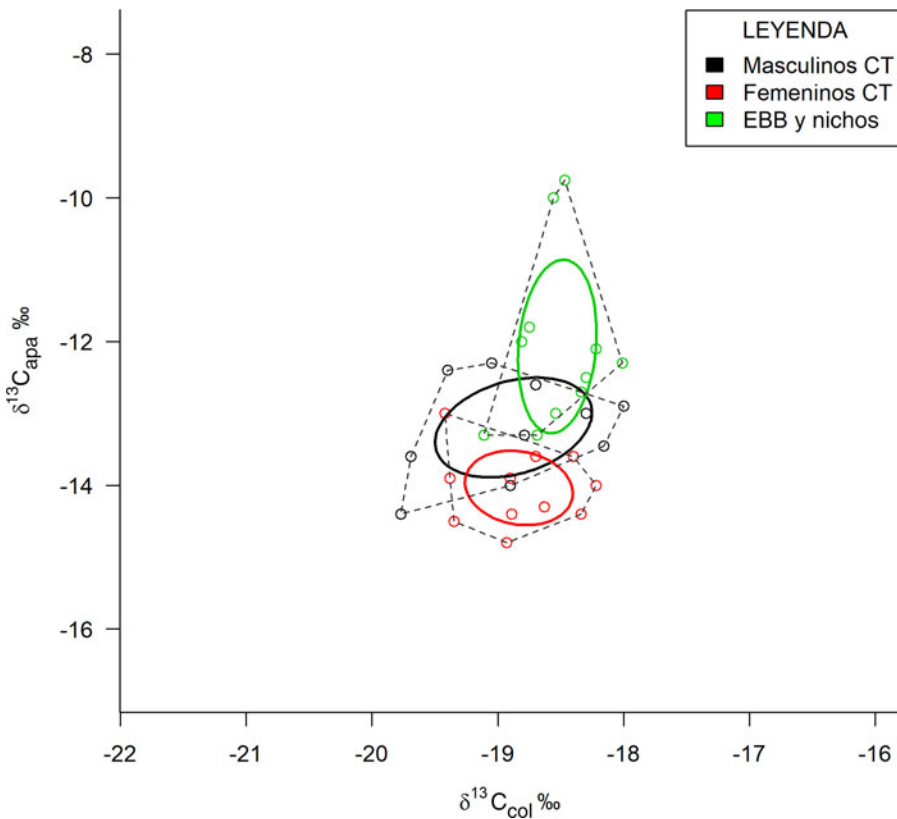
El conjunto de datos presentados en este estudio permite profundizar acerca de las continuidades y cambios en la subsistencia de las poblaciones de Patagonia meridional en los últimos 3.000 años. La información paleodietaria presentada y analizada por SIBER apoyaría la hipótesis de una modificación en el nicho isotópico a través del tiempo. Estos cambios son evidentes en el  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ , que sintetizan y metabolizan la dieta total, conformada por el carbono de los carbohidratos, proteínas y lípidos. En principio, los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$  se empobrecieron en  $^{13}\text{C}$  con el tiempo, con una diferencia de 1,4‰ entre las medias de ambos grupos temporales y con una diferencia estadísticamente significativa (Mann-Whitney  $p < 0,05$ ). Trabajos anteriores exploraron las variaciones



**Figura 5.** Representación del nicho isotópico (valores de  $\delta^{13}C$  apatita y  $\delta^{13}C$  colágeno) a través de elipses bayesianas estándar (línea sólida,  $SEA_C$ ) y sus respectivos polígonos (líneas discontinuas, TA) entre ambos períodos cronológicos. (Color en la versión electrónica)

isotópicas de los últimos 5.000 años en los guanacos de la región de los lagos Tar y San Martín (Tessone y Belardi 2010). Los autores concluyeron que no hubo un cambio en los valores de  $\delta^{13}C$  ni de  $\delta^{15}N$  en el colágeno de los animales a lo largo del tiempo —es decir, no cambió la línea de base trófica (Tessone y Belardi 2010). Esto llevaría a pensar que la respuesta estaría en un cambio en el tipo de recurso o un mayor énfasis en el consumo de lípidos o carbohidratos durante los últimos 900 años. A partir de estas diferencias registradas se estimó que la amplitud del nicho isotópico del Grupo 1 fue de  $1,27\text{‰}^2$ , mientras que la de los individuos enterrados en chenques tardíos fue de  $1,31\text{‰}^2$ . Es decir, no se hallaron grandes diferencias entre el tamaño de las elipses del Grupo 1 y la del Grupo 2 ( $p = 0,60$ ). No obstante, el solapamiento entre las elipses es pequeño, no supera el 20% si consideramos la  $SEA_C$  (Tabla 2 y Figura 4). Estos resultados reforzarían la idea de que los restos recuperados en chenques explotaron un nicho isotópico diferente a los individuos EBB y nichos.

Asimismo, creemos que estas modificaciones se ven reflejadas en los valores de  $\delta^{13}C$  y  $\delta^{15}N$  obtenidos en el colágeno. Si bien la dieta proteica se mantuvo constante en los últimos 3.000 años, la amplitud del nicho isotópico de los individuos más tardíos es mayor que la de los más tempranos (Figura 3). Esto se observa al registrar que el 78,91% del área de la elipse estándar ( $SEA_C$ ) del colágeno del Grupo 1 fue solapada por el  $SEA_C$  de los chenques tardíos, mientras que sólo el 39,70% del  $SEA_C$  del Grupo 1 solapó con el área de la elipse estándar del Grupo 2. Estas diferencias podrían explicarse porque un 25% del carbono utilizado para la síntesis de colágeno proviene de los carbohidratos/lípidos, que en general son más negativos que la composición isotópica de carbono de las proteínas (Fernandes 2016). De esta manera, al considerarse que la dieta total fue modificada, son esperables ciertos cambios en los valores  $\delta^{13}C$  de colágeno. Este es un contrapunto interesante con otras poblaciones de



**Figura 6.** Representación del nicho isotópico (valores de  $\delta^{13}C$  apatita y  $\delta^{13}C$  colágeno) a través de elipses bayesianas estándar (línea sólida, SEA<sub>c</sub>) y sus respectivos polígonos (líneas discontinuas, TA) entre ambos sexos recuperados de entierros en chenques tardíos (CT). (Color en la versión electrónica)

**Tabla 2.** Solapamiento de las áreas de las elipses estándar corregidas por el tamaño de pequeñas muestras (SEA<sub>c</sub>) para valores isotópicos de distintos grupos de entierros según su cronología.

	% del SEA <sub>c</sub> cubierta por el SEA <sub>c</sub> de:					
	$\delta^{13}C_{col}/\delta^{15}N$		$\delta^{13}C_{apa}/\delta^{15}N$		$\delta^{13}C_{col}/\delta^{13}C_{apa}$	
	EBB y nichos	Chenques tardíos	EBB y nichos	Chenques tardíos	EBB y nichos	Chenques tardíos
EBB y nichos	—	78,91	—	12,60	—	14,15
Chenques tardíos	39,70	—	17,15	—	13,69	—

cazadores-recolectores de Patagonia donde se han registrado cambios temporales en el consumo de proteínas, con proporciones diferenciales de proteínas terrestres y marinas (Favier Dubois et al. 2009; Flensburg et al. 2020; Zilio et al. 2018). Por el contrario, en el caso del Lago Salitroso —cazadores-recolectores del interior de Patagonia continental— los cambios en la dieta se observaron en la dieta total, a partir del consumo diferencial de lípidos y/o carbohidratos.

Los análisis de isótopos estables y la aplicación de SIBER en el grupo tardío permitieron discutir la dieta con relación a la determinación sexual de los individuos. Dicho análisis señala que los femeninos de COSC presentaron una dieta significativamente más empobrecida en  $^{13}C$  en la apatita en

comparación con los individuos masculinos (Test-t  $p = 0,005$ ); mientras que, igual que con la cronología, la dieta proteica no mostró diferencias significativas (Figura 6). Los análisis de SIBER, como se mencionó más arriba, señalaron que los valores de  $SEA_C$  de los masculinos fueron de  $1,43\% \text{‰}^2$ , mientras que los de los femeninos de  $0,75\% \text{‰}^2$ . Las probabilidades de que la elipse de los masculinos sea más pequeña que la de los femeninos es del 7,75%. Esto significaría que es altamente probable que la amplitud del nicho isotópico y, por ende, la amplitud de la dieta de las mujeres haya sido menor que la de los hombres. En cuanto al porcentaje del área de la elipse estándar de los individuos femeninos cubierta por el  $SEA_C$  de los masculinos, fue de 28,40% (Tabla 3). En tanto que, a la inversa, el  $SEA_C$  de los hombres fue cubierta en un 14,89%. De esta manera, los individuos masculinos presentan una mayor diversidad en la dieta en comparación con los femeninos y, asimismo, registran un bajo solapamiento en el nicho isotópico de ambos grupos en los individuos recuperados de los chenques tardíos. Vinculado a este tema, Berbesque y colaboradores (2016) señalan que la mayor parte de la dieta de los hombres Hadza proviene de lo que comen afuera de los campamentos mientras cazan. Por lo tanto, su dieta puede diferir de la de las mujeres ya que incorporan más variedad y cantidad de alimentos que no comparten con sus parejas. Por último, cabe resaltar que el nicho isotópico de las mujeres no se solapó con el de los individuos pertenecientes al grupo de EBB y nichos, a diferencia de los hombres que se superpuso en un 24,54% (Tabla 3). Esto permite señalar que tanto los individuos masculinos como femeninos del grupo tardío presentan una misma tendencia hacia el empobrecimiento del  $\delta^{13}C_{\text{apa}}$  si lo comparamos con el grupo de EBB y nichos. No obstante, los cambios en la dieta fueron mayores en los individuos femeninos que en los masculinos. Una posible explicación es que su dieta contó con un mayor consumo de carbohidrato vegetal, que presenta valores bajos en  $\delta^{13}C$ . Los estudios etnográficos han vinculado, generalmente, a los artefactos asociados a la explotación de recursos vegetales con la esfera femenina (Berbesque y Marlowe 2009; Twiss 2012). Otra posibilidad es que las mujeres hayan consumido más cantidad de grasa como requerimiento dietario; dado que su cuerpo necesita mayores proporciones de grasa corporal que los hombres (Berbesque y Marlowe 2009). Esto se debe a que la grasa tiene la función de proveer energía durante el embarazo y hasta los tres meses de lactancia (Berbesque y Marlowe 2009; García Guraieb 2010; Marlowe y Berbesque 2009), por lo que sería necesario su almacenamiento para aquellos momentos de mayor requerimiento. Cabe resaltar que ambas propuestas no son excluyentes.

De esta manera, se observó un empobrecimiento en los valores  $\delta^{13}C_{\text{apa}}$  a través del tiempo al comparar ambos grupos temporales, y esta tendencia es más notoria en los individuos femeninos del grupo tardío. Esto se ajustaría a la idea de un cambio en las estrategias de subsistencia y en la dieta de estos grupos cazadores-recolectores del Holoceno tardío. Estos cambios creemos que se basan, principalmente, en un mayor aprovechamiento y consumo de grasas óseas de guanacos, aunque no se puede descartar un aumento del consumo de vegetales. Respecto a la primera de las posibilidades, creemos que esta actividad ocupó un espacio importante en la dieta de los grupos cazadores-recolectores de Patagonia meridional; en especial para aquellos cuya subsistencia dependió en gran medida de recursos alimenticios altos en proteínas terrestres. Dado que la diversidad ecológica de recursos explotables en el interior de la estepa patagónica es baja, la subsistencia de los grupos humanos se solventó

**Tabla 3.** Solapamiento de las áreas de las elipses estándar corregidas por el tamaño de pequeñas muestras ( $SEA_C$ ) para valores isotópicos de individuos hallados en chenques tardíos según sexo y EBB/nichos.

	% del $SEA_C$ cubierta por el $SEA_C$ de:		
		$\delta^{13}C_{\text{col}}/\delta^{13}C_{\text{apa}}$	
	EBB y nichos	Masculinos CT	Femeninos CT
EBB y nichos	—	27,53	9.23E-10
Masculinos CT	24,54	—	14,89
Femeninos CT	1.56E-09	28,40	—

fundamentalmente a través del aprovechamiento integral del guanaco (Cassiodoro 2011; Goñi 2010). Una posible solución ante tales problemas, como ya se mencionó, fue la producción y el almacenamiento planificado y sistemático de grasa animal en los sectores altos (meseta de Pampa del Asador/Guitarra, meseta del Strobel) para su posterior transporte y uso en los sectores bajos durante el invierno (cuenca del Lago Salitroso, Cardiel; Cassiodoro 2011; Chaile et al. 2018a; Goñi 2010). Para este período se registra un procesamiento estandarizado de las carcasas de guanaco por medio de la fractura transversal/marcado perimetral (Bourlot et al. 2009). Dicha fractura estaría vinculada con tecnologías como la cerámica y los artefactos de molienda que habrían ayudado a la extracción completa de la médula ósea y grasa trabecular (Bourlot et al. 2009; Cassiodoro 2011; Cassiodoro y Tessone 2014).

Nuestros trabajos previos de identificación de la estructura química de los componentes de los residuos orgánicos presentes en los contenedores cerámicos han sido coherentes con la hipótesis propuesta en esta investigación (Chaile et al. 2018a, 2020). Por un lado, evidencia de lo mencionado, es la detección de esteroides biomarcadores de origen animal (colesterol) y ácidos grasos de carbonos impares lineales y ramificados en residuos absorbidos en los tiestos cerámicos, característicos de animales rumiantes (Chaile et al. 2018a). Por otro lado, los valores bajos en  $\delta^{13}\text{C}$  de los residuos carbonizados fueron asociados a la abundancia de lípidos y/o carbohidratos (Chaile et al. 2018b).

En suma, en el centro-oeste de Santa Cruz hacia fines del Holoceno tardío hubo una reducción de la humedad que generó cambios en las estrategias de movilidad, nuevas configuraciones demográficas e incorporaciones y modificaciones tecnológicas vinculadas a la captura y procesamiento de recursos. El objetivo de este trabajo fue evaluar si estos cambios se reflejaron en una variación en el nicho isotópico de estos grupos cazadores-recolectores o, por el contrario, si hubo una continuidad en su explotación durante los últimos 3.000 años. Para ello, se presentó información isotópica  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$  sobre restos humanos junto a su análisis con SIBER. Los resultados señalaron que hubo un cambio en su dieta en los últimos 1.000 años que se plasmó en valores más bajos en  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$  de los individuos enterrados en los chenques tardíos y, en particular, en las mujeres. Especialmente, se trataría de un mayor aprovechamiento de la grasa, probablemente ósea, en los últimos 1.000 años. Sin embargo, no se descarta que parte de los cambios también referían a una modificación en el consumo de los recursos vegetales. En cuanto a las diferencias dietarias halladas entre los individuos enterrados en chenques tardíos de acuerdo con el sexo; por un lado, se observó que los masculinos presentaron una mayor amplitud en el nicho isotópico, lo que implicaría una mayor diversidad en el consumo de recursos. No obstante, por el otro, si bien la amplitud dietaria de los femeninos fue comparativamente menor, fueron quienes mostraron la mayor diferencia en la dieta en relación con los individuos EBB y nichos. Esto último se vincula con los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  más negativos; una posible explicación a este patrón refiere a una necesidad biológica diferencial en el consumo de grasa para mantener la fecundidad en este contexto ambiental particular de latitudes altas.

**Agradecimientos.** A Gisela Cassiodoro y Rafael Goñi por la lectura del manuscrito y sus valiosos comentarios. Al equipo arqueológico del COSC. Al Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS-UBA/CONICET) y a Estela Ducos y Nazareno Piperissa por su ayuda en el trabajo de laboratorio y espectrometría de masas. A los evaluadores anónimos por las sugerencias y comentarios sobre el manuscrito.

**Declaración de financiamiento.** Las investigaciones fueron subsidiadas por los proyectos UBACYT 2018-2020 20020170100150BA, PICT-2018-03813 y PICT 2017-2999.

**Declaración de disponibilidad de datos.** Los datos están disponibles en las Tablas Suplementarias 1 y 2.

**Conflicto de intereses.** Los autores declaran que no hay ningún conflicto de intereses.

**Material suplementario.** Para acceder al material suplementario que acompaña este artículo, visitar <https://doi.org/10.1017/laq.2022.100>.

Tabla suplementaria 1. Valores isotópicos de individuos enterrados en COSC.

Tabla suplementaria 2. Estadística descriptiva de los distintos marcadores de acuerdo al sexo.

## Referencias citadas

- Aguerre, Ana M. 2000. *Las vidas de Pati en la toldería Tehuelche del Río Pinturas y el después*. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Ambrose, Stanley H. 1990. Preparation and Characterization of Bone and Tooth Collagen for Isotopic Analysis. *Journal of Archaeological Science* 17:431–451.
- Ambrose, Stanley H. 1993. Isotopic Analysis of Paleodiets: Methodological and Interpretive Considerations. En *Investigations of Ancient Human Tissue: Chemical Analyses in Anthropology*, editado por Mary K. Sandford, pp. 59–130. Gordon and Breach, Philadelphia.
- Arencibia, Valeria, Cristian Crespo, Solana García Guraieb, María G. Russo, Cristina B. Dejean y Rafael Goñi. 2019. Análisis genético poblacional de grupos cazadores recolectores del Holoceno tardío del Lago Salitroso (Santa Cruz, Argentina). *Revista Argentina de Antropología Biológica* 21:1–16.
- Aritztegui, Daniel, Adrian Gilli, Flavio S. Anselmetti y Vera Markgraf. 2014. Limnogeología del lago Cardiel y la reconstrucción de cambios ambientales desde el Pleistoceno tardío. En *Arqueología de las cuencas de los lagos Cardiel y Strobel: Poblamiento humano y paleoambientes en Patagonia*, editado por Rafael A. Goñi, Juan Bautista Belardi, Gisela Cassiodoro y Anahí Re, pp. 31–40. Aspha, Buenos Aires.
- Babot, M. Pilar. 2004. Tecnología y utilización de artefactos de molienda en el noroeste prehispánico. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Barrientos, Gustavo, Rafael A. Goñi, Atilio F. Zangrando, Mariano Del Papa, Solana García Guraieb, María Julia Arregui y Carla Negro. 2007. Human Taphonomy in Southern Patagonia: A View from the Salitroso Lake Basin (Santa Cruz, Argentina). En *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina*, editado por María A. Gutiérrez, Laura Miotti, Gustavo Barrientos, Guillermo Mengoni Goñalons y Mónica Salemme, pp. 187–201. Archaeopress, Oxford.
- Berbesque, J. Colette y Frank W. Marlowe. 2009. Sex Differences in Food Preferences of Hadza Hunter-Gatherers. *Evolutionary Psychology* 7:601–616.
- Berbesque, J. Colette, Brian M. Wood, Alyssa N. Crittenden, Audax Mabulla y Frank W. Marlowe. 2016. Eat First, Share Later: Hadza Hunter-Gatherer Men Consume More While Foraging than in Central Places. *Evolution and Human Behavior* 37:281–286.
- Bernal, Valeria. 2008. *Procesos de diferenciación biológica entre poblaciones humanas del Holoceno tardío de Patagonia: Una aproximación desde la variación morfométrica dental*. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- Binford, Lewis R. 1979. Organization and Formation Processes: Looking at Curated Technologies. *Journal of Anthropological Research* 35:255–273.
- Binford, Lewis R. 2001. *Constructing Frames of Reference: An Analytical Method for Archaeological Theory Building Using Hunter-Gatherer and Environmental Data Sets*. University of California Press, Berkeley.
- Bonino, Never. 2005. *Guía de mamíferos de la Patagonia argentina*. INTA-GTZ, Buenos Aires.
- Bourlot, Tirso. 2009. Zooarqueología de sitios a cielo abierto en el Lago Cardiel, Provincia de Santa Cruz: Fragmentación ósea y consumo de grasa animal en grupos cazadores-recolectores del Holoceno tardío. Tesis doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Bourlot, Tirso, Diego D. Rindel y Alejandra C. Aragone. 2009. La fractura transversal/marcado perimetral en sitios a cielo abierto durante el Holoceno tardío en el noroeste de Santa Cruz. En *Arqueología de la Patagonia: Una mirada desde el último confin*, editado por Mónica Salemme, Fernando Santiago, Myrian Álvarez, Ernesto Piana, Martín Vázquez y María Estela Mansur, tomo II, pp. 693–705. Editorial Utopías, Ushuaia, Argentina.
- Capparelli, Aylén y Luciano Prates. 2015. Explotación de frutos de algarrobo (*Prosopis* spp.) por grupos cazadores recolectores del noreste de Patagonia. *Chungara* 47:549–563.
- Cassiodoro, Gisela E. 2005. Equipamiento tecnológico del espacio en la cuenca del Lago Salitroso (Santa Cruz). En *Entre pasados y presentes: Trabajos de las VI jornadas de jóvenes investigadores en ciencias antropológicas*, editado por Alejandra Cetti, Anahí Re, Diego Rindel y Paula Valeri, pp. 210–223. INAPL, Buenos Aires.
- Cassiodoro, Gisela E. 2008. La tecnología cerámica en cazadores recolectores del noroeste de la provincia de Santa Cruz. En *Problemáticas de la arqueología contemporánea*, editado por Antonio Austral y Marcela Tamagnini, tomo II, pp. 227–237. UNRC, Río Cuarto, Argentina.
- Cassiodoro, Gisela E. 2011. *Movilidad y uso del espacio de cazadores-recolectores del Holoceno tardío: Estudio de la variabilidad del registro tecnológico en distintos ambientes del noroeste de la provincia de Santa Cruz (Argentina)*. Archaeopress, Oxford.
- Cassiodoro, Gisela E. y Solana García Guraieb. 2009. Análisis del registro tecnológico y osteológico de los entierros humanos del Holoceno tardío del Lago Salitroso (Santa Cruz). En *Arqueología de Patagonia: Una mirada desde el último confin*, editado por Mónica Salemme, Fernando Santiago, Myrian Álvarez, Ernesto Piana, Martín Vázquez y María Estela Mansur, tomo II, pp. 613–628. Editorial Utopías, Ushuaia, Argentina.
- Cassiodoro, Gisela E., Diego D. Rindel, Rafael A. Goñi, Anahí Re, Augusto Tessone, Solana García Guraieb, Juan B. Belardi, et al. 2013. Arqueología del Holoceno medio y tardío en Patagonia meridional: Poblamiento humano y fluctuaciones climáticas. *Diálogo Andino* 41:5–24.
- Cassiodoro, Gisela E. y Augusto Tessone. 2014. Análisis radiocarbónico y de isótopos estables en residuos cerámicos del centro-oeste de Santa Cruz (Patagonia). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 39:293–299.
- Chaile, Cecilia, Rafael A. Goñi y Gisela E. Cassiodoro. 2020. Uso de cerámica en cazadores-recolectores del sur de Patagonia (Argentina). En *Cerámica arqueológica de la Patagonia*, editado por Verónica Schuster y Alberto E. Pérez, pp. 59–76. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires.

- Chaile, Cecilia, Irene Lantos, Marta Maier, Gisela E. Cassiodoro y Augusto Tessone. 2018a. Análisis de residuos orgánicos en tecnología cerámica durante el Holoceno tardío en el centro-oeste de Santa Cruz, Argentina. *Intersecciones en Antropología* 19:123–143.
- Chaile, Cecilia, Augusto Tessone, Gisela E. Cassiodoro, Cristina Bellelli y Juan B. Belardi. 2018b.  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  in Organic Residues of Patagonia Pottery: Implications for Studies of Diet and Subsistence Strategies among Late Holocene Hunter-Gatherers. *Journal of Archaeological Science: Reports* 20:47–56.
- Ciampagna, María L. y Aylén Capparelli. 2012. Historia del uso de las plantas por parte de las poblaciones que habitaron la Patagonia continental argentina. *Revista de Arqueología* 6:45–75.
- Favier Dubois, Cristian M., Florencia Borella y Robert H. Tykot. 2009. Explorando tendencias en el uso humano del espacio y los recursos en el litoral rionegrino (Argentina) durante el Holoceno medio y tardío. En *Arqueología de la Patagonia: Una mirada desde el último confín*, editado por Mónica Salemme, Fernando Santiago, Myriam Álvarez, Ernesto Piana, Martín Vázquez y María Estela Mansur, tomo II, pp. 985–997. Editorial Utopías, Ushuaia, Argentina.
- Fernandes, Ricardo. 2016. A Simple (R) Model to Predict the Source of Dietary Carbon in Individual Consumers. *Archaeometry* 58:500–512.
- Fernandes, Ricardo, Marie Josée Nadeau y Pieter M. Grootes. 2012. Macronutrient-Based Model for Dietary Carbon Routing in Bone Collagen and Bioapatite. *Archaeological and Anthropological Sciences* 4:291–301.
- Fernández, Jorge y Héctor O. Panarello. 1991. Paleodietas y patrones de movilidad de cazadores recolectores: Su estimación en base a los isótopos estables del carbono. *Arqueología de los pinares cordilleranos del Neuquén. Anales de Arqueología y Etnología* 43–45:599–611.
- Flensburg, Gustavo, Gustavo Martínez y Augusto Tessone. 2020. Paleodietas en grupos cazadores-recolectores de la transición pampeano-patagónica oriental (Argentina) durante los últimos 6.000 años. *Latin American Antiquity* 31:1–19.
- Flores Coni, Josefina. 2019. Tecnología de parapetos en Patagonia meridional: El caso de la meseta del Strobel. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 44:131–154.
- Frisch, Rose E. 1994. The Right Weight: Body Fat, Menarche and Fertility. *Proceedings of the Nutrition Society* 53:113–129.
- García Guraieb, Solana. 2010. Bioarqueología de cazadores-recolectores del Holoceno tardío de la cuenca del Lago Salitroso (Santa Cruz): Aspectos paleodemográficos y paleopatológicos. Tesis doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- García Guraieb, Solana, Rafael A. Goñi y Augusto Tessone. 2015. Paleodemography of Late Holocene Hunter-Gatherers from Patagonia (Santa Cruz, Argentina): An Approach Using Multiple Archaeological and Bioarchaeological Indicators. *Quaternary International* 356:147–158.
- Garvie-Lok, Sandra J., Tamara L. Varney y M. A. Katzenberg. 2004. Preparation of Bone Carbonate for Stable Isotope Analysis: The Effects of Treatment Time and Acid Concentration. *Journal of Archaeological Science* 31:763–776.
- Gilli, Adrian, Flavio S. Anselmetti, Daniel Ariztegui, J. Platt Bradbury, Kerry R. Kelts, Vera Markgraf y Judith A. McKenzie. 2001. Tracking Abrupt Change in the Southern Hemisphere: A Seismic Stratigraphic Study of Lago Cardiel, Argentina (49°S). *Terra Nova* 13:443–448.
- Gilli, Adrian, Daniel Ariztegui, Flavio S. Anselmetti, Judith A. McKenzie, Vera Markgraf, Irka Hajdas y Robert D. McCulloch. 2005. Mid-Holocene Strengthening of the Southern Westerlies in South America: Sedimentological Evidences from Lago Cardiel, Argentina (49°S). *Global and Planetary Change* 49:75–93.
- Goñi, Rafael A. 2010. Cambio climático y poblamiento humano durante el Holoceno tardío en Patagonia meridional: Una perspectiva arqueológica. Tesis doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Goñi, Rafael A. y Gustavo Barrientos. 2004. Poblamiento tardío y movilidad en la cuenca del Lago Salitroso. En *Contra viento y marea: Arqueología de Patagonia*, editado por María Teresa Civalero, Pablo Fernández y Ana Gabriela Guraieb, pp. 313–324. INAPL-SAA, Buenos Aires.
- Goñi, Rafael A., Gustavo Barrientos y Gisela E. Cassiodoro. 2000–2002. Las condiciones previas a la extinción de las poblaciones humanas del sur de Patagonia: Una discusión a partir del análisis de la estructura del registro arqueológico de la cuenca del Lago Salitroso. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 19:249–266.
- Goñi, Rafael A., Luis A. Bosio y Solana García Guraieb. 2003–2005. Un caso de enfermedad infecciosa en cazadores prehistóricos de Patagonia. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 20:399–404.
- Goñi, Rafael A., Anahí Re, Solana García Guraieb, Gisela E. Cassiodoro, Augusto Tessone, Diego D. Rindel, Juan M. Dellepiane, Josefina Flores Coni, Francisco Guichón y Agustín Agnolin. 2019. Climate Changes, Human Peopling and Regional Differentiation during Late Holocene in Patagonia. *Quaternary International* 505:4–20.
- Gradin, Carlos J. 1959–1960. Tres informaciones referentes a la meseta del lago Strobel (provincia de Santa Cruz, Argentina). *Acta Praehistorica* 3–4:144–149.
- Gradin, Carlos J. y Ana M. Aguerre. 1991. Ocupaciones patagónicas de la capa 3 del Alero Cárdenas (área Río Pinturas) provincia de Santa Cruz. *Arqueología* 1:197–205.
- Guichón Fernández, Rocío y Solana García Guraieb. 2019. Ranking de supervivencia de elementos óseos de subadultos menores de 10 años en Lago Salitroso (Santa Cruz): Implicaciones en la elección de métodos de asignación de sexo y estimación de la edad. En *Metodologías para el estudio de restos esqueléticos en Argentina: Actualizaciones de nuevas perspectivas*, editado por Mariana Fabra, Paula Novellino, Mario Arrieta y María Soledad Salega, pp. 237–269. Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Haas, Randall, James Watson, Tammy Buonasera, John Southon, Jennifer C. Chen, Sarah Noe, Kevin Smith, Carlos Viviano Llave, Jelmer Eerkens y Glendon Parker. 2020. Female Hunters of the Early Americas. *Science Advances* 6:1–11.

- Haberzettl, Torsten, Michael Fey, Andreas Lücke, Nora Maidana, Christoph Mayr, Christian Ohlendorf, Frank Schäbitz, Gerhard H. Schleser, Michael Wille y Bernd Zolitschka. 2005. Climatically Induced Lake Level Changes during the Last Two Millennia as Reflected in Sediments of Laguna Potrok Aike, Southern Patagonia (Santa Cruz, Argentina). *Journal of Paleolimnology* 33:283–302.
- Horta, Luis R., Juan Bautista Belardi, Sergio M. Georgieff y Marina Flavia Carballo. 2022. Late Quaternary Evolution of Viedma Lake and Implications for Hunter-Gatherer Mobility in the Southern Andean Patagonia, Argentina. *Quaternary International* 628:18–27.
- Horta, Luis R., Sergio M. Georgieff, Carlos A. Aschero y Rafael A. Goñi. 2017. Paleolacustrine Records from Late Pleistocene–Holocene in the Perito Moreno National Park, Argentinian Patagonian Andes. *Quaternary International* 436:8–15.
- Jackson, Andrew L., Richard Inger, Andrew C. Parnell y Stuart Bearhop. 2011. Comparing Isotopic Niche Widths among and within Communities: SIBER – Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *Journal of Animal Ecology* 80:595–602.
- Marcos, María A., Florencia P. Bamonte, Marcos E. Echeverría, Gonzalo D. Sottile y María V. Mancini. 2021. Changes in Vegetation and Human–Environment Interactions during the Holocene in the Lake Pueyrredón Area (Southern Patagonia). *Vegetation History and Archaeobotany* 31:291–305.
- Marlowe, Frank W. y Julia C. Berbesque. 2009. Tubers as Fallback Foods and Their Impact on Hadza Hunter-Gatherers. *American Journal of Physical Anthropology* 140:751–758.
- Morlesín, Milena C. 2020. Patrones de actividad y organización social de los grupos cazadores-recolectores de la cuenca del Lago Salitroso, provincia de Santa Cruz (Argentina) durante el Holoceno tardío: Un estudio de las modificaciones osteológicas (artropatías). *Arqueología* 26:241–244.
- Moy, Chistopher M., Patricio I. Moreno, Robert B. Dunbar, Michael R. Kaplan, Jean-Pierre Francois, Ricardo Villalba y Torsten Haberzettl. 2009. Climate Change in Southern South America during the Last Two Millennia. En *Past Climate Variability in South America and Surrounding Regions, from the Last Glacial Maximum to the Holocene*, editado por Francoise Vimeux, Florence Sylvestre y Myriam Khodri, pp. 353–394. Springer, Berlin.
- Newsome, Seth D., Carlos Martínez del Río, Stuart Bearhop y Donald L. Phillips. 2007. A Niche for Isotope Ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5:429–436.
- Ochoa, Juan J. y Ana H. Ladio. 2011. Pasado y presente del uso de plantas silvestres con órganos de almacenamiento subterráneos comestibles en la Patagonia. *Bonplandia* 20:265–284.
- Ochoa, Juan J. y Ana H. Ladio. 2015. Plantas silvestres con órganos subterráneos comestibles: Transmisión cultural sobre recursos subutilizados en la Patagonia (Argentina). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 14:287–300.
- Oliva, Gabriel, Liliana González, Pablo E. Rial y Enrique Livraghi. 2001. El ambiente en la Patagonia austral. En *Ganadería ovina sustentable en la Patagonia austral: Tecnología de manejo extensivo*, editado por Pablo Borrelli y Gabriel Oliva, pp. 19–82. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.
- Ozán, Ivana L., María E. de Porras, Marcelo Morales y Ramiro Barberena. 2022. Disentangling the Medieval Climatic Anomaly in Patagonia and Its Impact on Human Societies. *Holocene* 32:866–883.
- Panarello, Héctor O., Augusto Tessone, Violeta A. Killian Galván, Celeste T. Samec, Sayuri Kochi, Malena Pirola, Cecilia Chaile, et al. 2021. 35 años de análisis de isótopos estables en la arqueología Argentina: Conceptos, fundamentos, metodología y aplicaciones. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 30:1–41.
- Panarello, Héctor O., Augusto Tessone y Atilio Francisco Zangrando. 2010. Isótopos estables en arqueología: Principios teóricos, aspectos metodológicos y aplicaciones en Argentina. *Xama* 19–23:115–133.
- Pérez, Iván, Marien Beguelin y Mariano Del Papa. 2004. Evaluación de relaciones biológicas regionales y extrarregionales de muestras del NO de Santa Cruz. En *Contra viento y marea: Arqueología de Patagonia*, editado por María Teresa Civalero, Pablo Fernández y Ana Gabriela Guraieb, pp. 437–460. INAPL-SAA, Buenos Aires.
- Pigafetta, A. 2001. *Primer viaje alrededor del mundo*. Elefante Blanco, Buenos Aires.
- Prates, Luciano. 2009. El uso de recursos por los cazadores-recolectores posthispanicos de Patagonia continental. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 34:201–229.
- Quade, Jay y Michael R. Kaplan. 2017. Lake-Level and Geochronology Revisited at Lago (Lake) Cardiel, Argentina, and Changes in the Southern Hemispheric Westerlies over the Last 25 ka. *Quaternary Science Reviews* 177:173–188.
- Ramos, Lorena, Marta Alperin, Antje Schwalb, Vera Markgraf, Daniel Ariztegui y Gabriela Cusminsky. 2019. Changes in Ostracod Assemblages and Morphologies during Lake-Level Variations of Lago Cardiel (49°S), Patagonia, Argentina, over the Last 15.6 ka. *Boreas* 48:746–760.
- Rapoport, Eduardo H. y Ana H. Ladio. 1999. Los bosques andino-patagónicos como fuentes de alimento. *Bosque* 20:55–64.
- Stine, Scott. 1994. Extreme and Persistent Drought in California and Patagonia during Mediaeval Time. *Nature* 369:546–549.
- Stine, Scott y Mary Stine. 1990. A Record from Lake Cardiel of Climate Change in Southern South America. *Nature* 245:118–143.
- Tessone, Augusto y Juan B. Belardi. 2010. Evaluación de variaciones temporales de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en el colágeno de herbívoros de los lagos Tar y San Martín (provincia de Santa Cruz, Patagonia). En *Zoarqueología a principios del siglo XXI: Aspectos teóricos, metodológicos y casos de estudio*, editado por María A. Gutiérrez, Mariana De Nigris, Pablo M. Fernández, Miguel Gardina, Adolfo Gil, Andrés Izeta, Gustavo Neme y Hugo Jacobaccio, pp. 345–357. Ediciones del Espinillo, Buenos Aires.
- Tessone, Augusto, Solana García Guraieb, Rafael A. Goñi y Héctor O. Panarello. 2015. Isotopic Evidence of Weaning in Hunter-Gatherers from the Late Holocene in Lake Salitroso, Patagonia, Argentina. *American Journal of Physical Anthropology* 158:105–115.



- Tieszen, Larry L. 1991. Natural Variations in the Carbon Isotope Values of Plants: Implications for Archaeology, Ecology, and Paleoecology. *Journal of Archaeological Science* 18:227–248.
- Torrence, Robin (editor). 1989. Tools as Optimal Solutions. En *Time, Energy and Stone Tools*, pp. 1–6. Cambridge University Press, Cambridge.
- Twiss, Katheryn. 2012. The Archaeology of Food and Social Diversity. *Journal of Archaeological Research* 20:357–395.
- Tykot, Robert H. 2004. Stable Isotopes and Diet: You Are What You Eat. En *International School of Physics “Enrico Fermi” Course CLIV*, editado por Marco Martini, Mario Milazzo y Mario Piacentini, pp. 433–444. IOS Press, Amsterdam.
- Vignati, Milcíades A. 1941. Contribución a la etnobotánica indígena: El “pan” de los Patagones protohistóricos. *Notas del Museo de La Plata, Tomo VI: Antropología* 23:321–336.
- Walker, Mike, Max Berkelhammer, Svante Björck, Les C. Cwynar, David Fisher, Antony Long, Jhon Lowe, Rewi Newnham, Sune Olander Rasmussen y Harvey Weiss. 2012. Formal Subdivision of the Holocene Series/Epoch: A Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of Ice-Core, Marine and Terrestrial Records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). *Journal of Quaternary Science* 27:649–659.
- Wandsnider, LuAnn. 1997. The Roasted and the Boiled: Food Composition and Heat Treatment with Special Emphasis on Pit-Hearth Cooking. *Journal of Anthropological Archaeology* 16:1–48.
- Zilio, Leandro. 2013. Chenques en Patagonia centro-meridional: Análisis de los patrones de distribución espacio-temporales. *Comechingonia* 17:237–254.
- Zilio, Leandro, Augusto Tessone y Heidi Hammond. 2018. Stable Isotope Ecology and Human Palaeodiet in the Northern Coast of Santa Cruz (Argentine Patagonia). *International Journal of Osteoarchaeology* 28:305–317.