

CAZAR Y RECOLECTAR: APORTES INTERDISCIPLINARIOS PARA PENSAR LA NUTRICIÓN EN ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS

*Cecilia Chaile*¹, *Sayuri Kochi*², *Suray A. Pérez*³ y *Leandro Ceballos*⁴

• RESUMEN •

Se discuten las características macronutricionales de las dietas consumidas por diversos grupos de cazadores-recolectores de Patagonia austral durante el Holoceno Tardío. Los análisis isotópicos sobre restos óseos humanos del canal Beagle, combinados con los modelos de mezcla bayesianos, detectan una alta ingesta de proteínas, superiores a las recomendadas por los organismos de salud. En un segundo caso se realizan análisis isotópicos y caracterización química de los residuos adheridos y absorbidos en recipientes cerámicos hallados en el centro-oeste de Santa Cruz. Los resultados sugieren la cocción y/o almacenamiento de guanaco en la cerámica utilizada por estos grupos, con una baja visibilidad del procesamiento de vegetales. A pesar de que algunos estudios de salud advierten riesgos de salud asociados a este tipo de dietas, se considera que estos casos ejemplifican la flexibilidad adaptativa del organismo humano a una alimentación diversa en su composición nutricional.

Palabras clave: Alimentación; Arqueometría; Patagonia austral; Cazadores-recolectores; Holoceno Tardío.

HUNTING AND GATHERING: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH TO NUTRITION IN ARCHAEOLOGICAL STUDIES

• ABSTRACT •

It is discussed the macronutrient characterization of diets consumed by diverse hunter-gatherer groups from southern Patagonia during the Late Holocene. Stable isotope analyses on human bones from Beagle Channel, combined with Bayesian mixing models, detect a high protein intake, more than what health agencies recommend. In the second case it is performed stable isotopes analyses and chemical characterization of adhered and absorbed organic residues to ceramic containers from the central-west of Santa Cruz. Results suggest guanaco was processed and/or cooked in the ceramics used by these groups, with very low visibility of vegetable processing. Although some studies warn about the health risks linked to these high-protein diets, these case studies exemplify the adaptive flexibility of human organism, to diverse foodways in their nutritional composition.

Keywords: Foodways; Archaeometry; Southern Patagonia; Hunter-gatherers; Late Holocene.

¹ Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Correo: cecy.30.01@gmail.com

² Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (CONICET/UBA), Argentina. Correo: sayuri@ingeis.uba.ar

³ Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET), Argentina. Correo: suryayelen@cadic-conicet.gob.ar

⁴ Departamento de Bioquímica Humana, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Correo: ceballosush@gmail.com

Recibido en el mes de octubre de 2018, aceptado en enero del 2019

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC-BY-NC-SA)

INTRODUCCIÓN

Las estrategias arqueométricas son una efectiva vía para conocer la alimentación de las poblaciones humanas en el pasado (Pollard *et al.* 2007). Los análisis de isótopos estables en restos humanos (Schwarcz y Schoeninger 1991) y la caracterización química de lípidos en artefactos cerámicos arqueológicos (Evershed 2008) han permitido identificar los distintos tipos de recursos consumidos. Los resultados obtenidos mediante estos análisis demuestran la heterogeneidad de patrones de alimentación en diversas poblaciones prehistóricas, y remarcan su flexibilidad adaptativa (Leonard 2002; Ulijaszek *et al.* 2012). Al mismo tiempo, los organismos de salud plantean rangos de requerimientos nutricionales que no son similares a las reconstrucciones paleodietarias de determinados contextos arqueológicos (Eaton *et al.* 1997). Este aspecto ha sido observado en los estudios paleodietarios referentes a los cazadores-recolectores de la Patagonia austral argentina. En general, en dichos estudios se detectan dietas basadas en una alta proporción de proteínas con respecto a las fibras y los carbohidratos (Gómez Otero 2007; Tessone 2010; Zilio *et al.* 2014; Gordón *et al.* 2015), las cuales difieren de aquellas de las sociedades industrializadas (Cordain *et al.* 2000).

De este modo, los supuestos sobre los requerimientos nutricionales modernos pueden condicionar la forma en que se interpretan las dietas humanas en el pasado (Speth 2012). Por ejemplo, esto representa un problema cuando se aplican modelos matemáticos para la interpretación de datos isotópicos, dado que dichos modelos pueden incorporar parámetros basados en poblaciones actuales (Fernandes *et al.* 2015; Stock *et al.* 2018). Aun así, los estudios nutricionales constituyen un poderoso marco de referencia (Binford 2001), y advierten sobre las limitaciones metodológicas para caracterizar la alimentación en el pasado. Asimismo, permiten reflexionar sobre las estrategias adoptadas por las poblaciones cuando hay carencia, estacional o estructural, de algún recurso esencial. Un ejemplo lo constituyen los

vegetales: aunque son ricos en carbohidratos, minerales y vitaminas (Rapoport y Ladio 1999), suelen ser ignorados por su bajo contenido calórico en comparación con presas animales, o por su baja preservación en el registro arqueológico (Berihuete Azorín 2014).

Por lo tanto, este trabajo cuenta con el objetivo de sintetizar la información macronutricional y revisar tanto los alcances como las limitaciones de las perspectivas nutricionales aplicadas en contextos arqueológicos. Esto permitirá enriquecer la caracterización de la alimentación en las poblaciones del pasado. Por otra parte, se indaga acerca de las dietas hiperproteicas, y se discuten cuestiones metodológicas del uso de marcos de referencia nutricionales en estimaciones cuantitativas. Para ello, se presentarán dos casos de estudios arqueométricos de Patagonia austral para el Holoceno Tardío. En el primero se analiza la dieta de un individuo hallado en el canal Beagle a partir de análisis isotópicos combinados con modelos de mezcla bayesianos. En el segundo, se retoma los resultados de isótopos estables y caracterización química de lípidos de recursos orgánicos adheridos y absorbidos en tuestos cerámicos recuperados del centro-oeste de Santa Cruz.

MARCO TEÓRICO

La alimentación es el proceso mediante el cual los humanos establecen una interacción con el ambiente y del cual deriva la supervivencia, los comportamientos y las relaciones sociales (Cadena y Moreano 2012). Cabe destacar que independientemente de los factores que dan origen a las diversas formas de alimentación, éstas traen aparejadas consecuencias nutricionales para los individuos. Algunos análisis paleodietarios han incorporado a la ecología nutricional como un enfoque clave para interpretar la adecuación de una dieta a los requerimientos nutricionales básicos del cuerpo humano, lo que a la vez permite discutir su impacto en el estado de salud general y demografía de las poblaciones prehistóricas (Larsen 2003).

Por su parte, Hockett y Haws (2003) han propuesto

utilizar modelos de la ecología evolutiva que consideren las diferencias en el rol específico de los distintos macronutrientes (carbohidratos, lípidos y proteínas), más que la ingesta de energía *per se*. Además, han remarcado la importancia de los micronutrientes (minerales y vitaminas) en la dieta. En consecuencia, desde este enfoque la eficiencia dietaria se define por el consumo de la mayor variedad de alimentos posible, la cual garantiza la incorporación de todo el rango de nutrientes necesarios para el mantenimiento de la salud. Sin embargo, algunos de los modelos del forrajeamiento óptimo que incorporan estos supuestos presentan ciertas dificultades debido a que se centran en poblaciones etnográficas y requieren datos difíciles de modelar en casos arqueológicos; por ejemplo, la abundancia y la distribución de las presas (Keene 1985; Hill 1988).

A fin de entender los aportes de las perspectivas nutricionales y sus implicancias arqueológicas, se presenta una síntesis sobre los nutrientes. Para cada grupo se hará énfasis en algunos aspectos directamente vinculados con preguntas generadas desde el campo de la investigación arqueológica.

- **Macronutrientes**

Se consumen en grandes cantidades y proveen la energía para realizar las actividades diarias (Baynes y Dominiczak 2011).

- **Proteínas**

Son el principal componente estructural de las células y los tejidos. Están formadas por cadenas lineales de aminoácidos (Brown y Brown 2011). De los 20 aminoácidos, nueve son considerados esenciales y deben ser incorporados con la dieta. Puesto que el hígado posee una tasa limitada de metabolización de los aminoácidos, se ha planteado que una dieta alta en proteínas presenta efectos adversos para la salud (Axelsson 2006; Bilsborough y Mann 2006). Speth y Spielmann (1983) advierten sobre las consecuencias del envenenamiento por exceso de proteínas o *rabbit starvation*, otrora descritas por Stefansson (1944: 234) en su expedición al Ártico:

“...you are eating in pound three or four times as much as you were at the beginning of the week. By that

time you are showing both signs of starvation and of protein poisoning. You eat numerous meals; you feel hungry at the end of each; you are in discomfort through distention of the stomach with much food and you begin to feel a vague restlessness. Diarrhoea will start in from a week to 10 days and will not be relieved unless you secure fat. Death will result after several weeks”.

No obstante, ¿cómo se define cuantitativamente una dieta alta en proteínas? En general, las definiciones de ingesta diaria recomendada y el nivel de ingesta tolerable se expresan en gramos por día (Trumbo et al. 2002), lo cual dificulta su aplicación en contextos arqueológicos. En cambio, el rango aceptable de distribución de macronutrientes tiene cotas inferiores y superiores a partir de las cuales se asocian riesgos de enfermedades crónicas o insuficiencias de nutrientes esenciales. Este rango se expresa como porcentaje de la ingesta total de energía. Así, en las reconstrucciones paleodietarias, es más plausible estimar dichas proporciones, que la ingesta de un macronutriente en gramos por día. En individuos adultos, las instituciones de salud norteamericanas recomiendan un consumo de proteínas de entre el 10 al 35 % de la energía total (Trumbo et al. 2002).

Sin embargo, no existe aún un consenso definitivo sobre del máximo nivel tolerable de ingesta proteica (European Food Safety Authority [EFSA] 2012). Se ha observado que a largo plazo, la excreción del nitrógeno a través del ciclo de la urea puede regularse mediante cambios en las velocidades de síntesis de las enzimas asociadas a dicho ciclo. Con dietas muy ricas en proteínas, las enzimas se sintetizan a velocidades más elevadas y ocurre una mayor producción de urea (Lehninger et al. 2009). Al respecto, estudios pioneros sobre dietas nativas en el Ártico destacaron la ausencia de envenenamiento por proteínas, a pesar de su elevada proporción en combinación con las grasas (Rabinowitch 1936; Draper 1977). No obstante, Bilsborough y Mann (2006) señalan que hay pocos datos sobre un consumo elevado de proteínas por períodos prolongados, lo que dificulta establecer umbrales máximos para su ingesta. Entonces, los estudios arqueológicos –y especialmente los isotópicos– pueden aportar información integrada a largo plazo en el tejido óseo, y observar la flexibilidad de la adaptación humana a dietas que superan dichos umbrales máximos planteados para poblaciones modernas.

• Lípidos

Son necesarios como fuente de energía y cumplen funciones de carácter metabólico y estructural (Fundación Iberoamericana de Nutrición [FINUT] 2008). También facilitan la absorción de vitaminas solubles en grasa tales como A, D, E y K (EFSA 2010a). Comprenden un gran número de compuestos orgánicos con diversas estructuras, pero comparten la característica de ser moléculas hidrófobas. Los lípidos son constituyentes de las grasas animales, aceites vegetales y yema de huevo y sus componentes principales son los triglicéridos. Estos últimos están formados por la unión de una molécula de glicerol con tres ácidos carboxílicos de cadenas largas, denominados ácidos grasos (Morrison y Boyd 1998). Los ácidos grasos son cadenas hidrocarbonadas generalmente lineales. Dependiendo del número de enlaces doble entre átomos de C –el grado de insaturación– los ácidos grasos se clasifican en saturados (sin doble enlace), monoinsaturados (un doble enlace) y poliinsaturados (dos o más dobles enlaces).

En poblaciones modernas, se sugiere un rango aceptable de distribución de lípidos entre el 20 y 35% (Trumbo *et al.* 2002). Pero, de modo similar a las proteínas, no está establecido un nivel de ingesta tolerable mínimo y máximo para los lípidos. Se consideran que los datos son todavía insuficientes para establecerlos (EFSA 2010b). Por otra parte, los estudios arqueológicos plantean que las dietas altas en proteínas requieren en combinación una considerable ingesta de grasas (Keene 1985; Ulijaszek *et al.* 2012).

Las presas pequeñas adquieren otra relevancia en enfoques nutricionales; por ejemplo, las aves son ricas en lípidos en comparación con mamíferos terrestres (Hockett y Haws 2003). Por otra parte, es pertinente mencionar a las dietas cetogénicas. Su composición consiste en un alto consumo de grasa y bajo en carbohidratos, menor al 10% de 2000 kilocalorías por día (Noakes y Windt 2016). Al igual que las dietas hiperproteicas, hay estudios que demuestran que los efectos adversos no son graves para la salud (Lehninger *et al.* 2009). Finalmente, se debe prestar atención a las combinaciones de los distintos macronutrientes en los alimentos (Hill 1988). En los estudios isotópicos, estas consideraciones deberían ser reflejadas de alguna ma-

nera en los modelos de mezcla, ya que las proteínas y las grasas difieren en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ (Post *et al.* 2007).

• Hidratos de carbono

También llamados carbohidratos, son la fuente principal de energía en un gran número de dietas (EFSA 2010b). Los azúcares simples son de rápida absorción en el tracto digestivo; mientras que los polisacáridos requieren de otros procesos digestivos enzimáticos, lo que enlentece su absorción. La mayor parte de la dieta de los grupos cazadores-recolectores está constituida por estos carbohidratos lentos. Por ejemplo, el almidón presente en los órganos de reserva de las plantas con raíces, rizomas y bulbos; y también por celulosa y pectina que se encuentran en hojas, tallos verdes, frutas verdes y raíces (Campillo Álvarez 2007). Estos son los principales componentes de la fibra dietaria para la cual los humanos no presentan la enzima necesaria para digerirla ni una flora bacteriana intestinal abundante capaz de liberar los monómeros de glucosa, por lo que no significan ningún aporte calórico en las dietas.

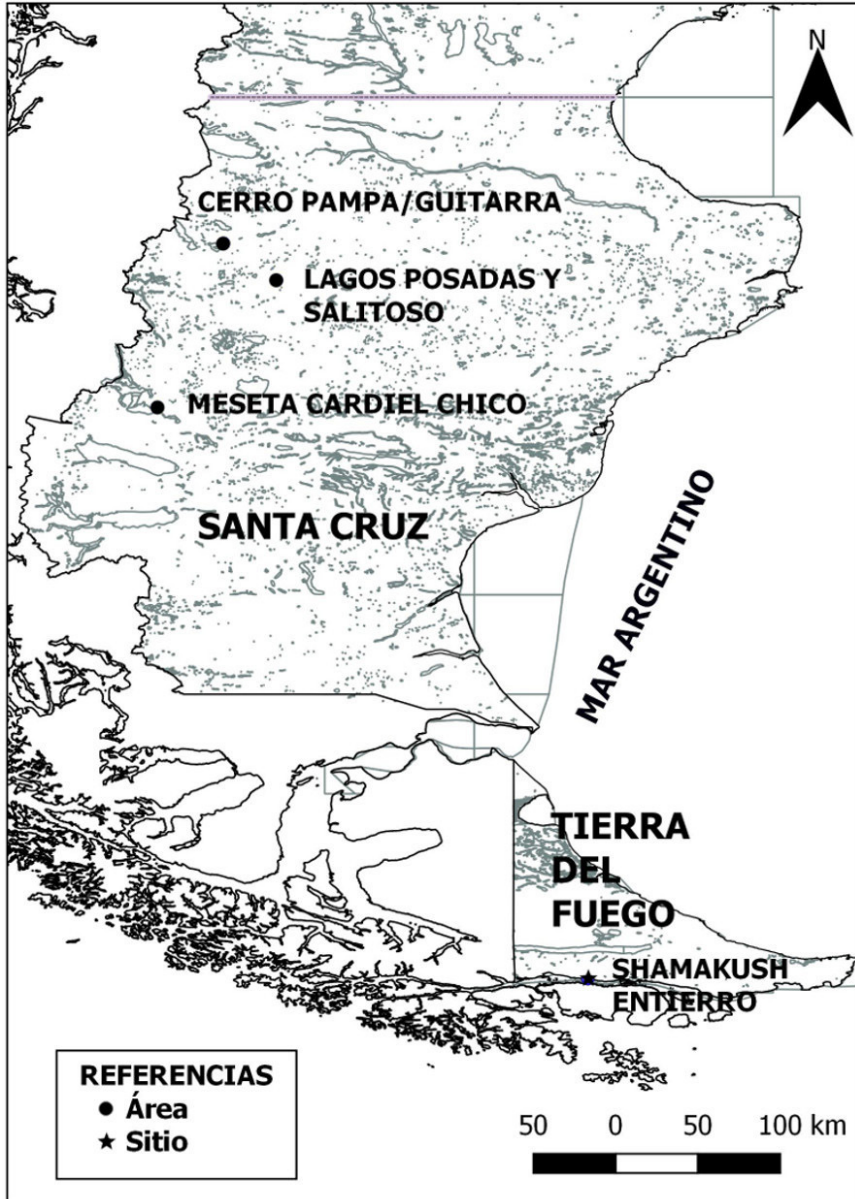
El rango aceptable de distribución de carbohidratos propuesto es entre 45-65% o 50-60% (Becker *et al.* 2004). Estos porcentajes son bastante elevados, en comparación con las expectativas para cazadores-recolectores en altas latitudes (Cordain *et al.* 2000; Binford 2001). En casos donde los restos macrobotánicos son muy poco frecuentes por problemas de preservación, los estudios arqueométricos son una vía alternativa para evaluar si su consumo está subestimado.

MARCO ECOLÓGICO: PATAGONIA

Las particularidades de las dietas nativas del Ártico antes mencionadas plantean interrogantes que también aplican para los contextos arqueológicos en Patagonia (Figura 1), ya que comparten ciertas características ambientales generales. Los recursos se distribuyen en forma estacional, la mayor parte de la energía está disponible como biomasa secundaria, y las poblaciones son más dependientes de las presas animales que de las plantas para subsistir (Cordain *et al.* 2000; Binford 2001; Johnson *et al.* 2009).

En Patagonia continental el clima es árido y frío, con un gradiente precipitacional y de vegetación que va de oeste a este y que disminuye al sur de los 52° S (Paruelo

FIGURA 1 • Mapa de Patagonia austral con las áreas de estudio



et al. 1998). En cambio, Patagonia insular (Isla Grande de Tierra del Fuego), presenta un clima húmedo y frío, de fuerte influencia oceánica. En ambos sectores geográficos, el recurso faunístico terrestre de mayor valor económico es el guanaco (*Lama guanicoe*) el cual habita principalmente espacios abiertos como la estepa y presenta una carne extremadamente magra, con menos del 1% de grasa muscular (De Nigris y Mengoni Goñalons 2002). Dicho camélido constituyó el principal recurso de subsistencia de los grupos humanos de la porción continental, debido a su tamaño, carácter gregario, densidad y amplia distribución.

A lo largo de las costas patagónicas se registra, además, una importante diversidad de fauna litoral pequeña como aves, peces, moluscos (Piana et al. 2007), y recursos ricos en grasas como los mamíferos marinos (pinnípedos y cetáceos). La ecozona litoral ofrece la mayor biomasa para la subsistencia humana. No obstante, algunas especies que habitan mar adentro, como los peces sierra, representaron fuentes de alimento considerables para los grupos cazadores-recolectores marítimos de Tierra del Fuego (Tivoli y Zangrando 2011).

MÉTODOS ARQUEOMÉTRICOS

Al tener en cuenta la relevancia de la composición de la dieta en términos de los macronutrientes, así como la estructura de los recursos en Patagonia: ¿cuáles son los alcances y las limitaciones de las perspectivas nutricionales aplicadas en contextos arqueológicos? Se presentan dos casos de estudio a modo de ejemplo.

- **Primer caso de estudio: Interpretación de datos isotópicos en restos humanos**

Los modelos de mezcla son herramientas matemáticas. A partir de mediciones isotópicas, permiten estimar los recursos asimilados por un consumidor (Phillips 2012). En este contexto, los modelos bayesianos pueden incorporar datos nutricionales previos en las estimaciones (Parnell et al. 2013). Es mediante las distribuciones de probabilidad *a priori* o *priors* que se definen como información disponible previa al estudio y que se incorporan al modelo cuantitativo (Ellison 2004); por ejemplo, un porcentaje más probable de consumo de proteínas por motivos fisiológicos. Con estos datos, se ha acotado el intervalo posible de consumo de

proteínas en casos arqueológicos (Fernandes et al. 2015; Killian Galván 2018). Este procedimiento mejora la estimación de los resultados o distribuciones *a posteriori*, pero también es un ejemplo de cómo los supuestos formulados en poblaciones actuales pueden afectar nuestra interpretación sobre las dietas en el pasado.

Si el *prior* ingresado es altamente preciso con respecto a la cantidad de datos disponibles en nuestros modelos, la distribución posterior resulta más influenciada por este (Jackman 2009). Como se suele contar con un máximo de tres variables $-\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ sobre un mismo individuo, es necesario comparar qué tan sensibles son los resultados finales a los *prior* que se eligieron como parámetros (Stock et al. 2018). Se sugiere empezar con modelos con distribuciones *a priori* generales o no informativos: si no se ingresa ningún intervalo específico, todas las combinaciones de proporciones de macronutrientes son igualmente probables. Luego se pueden especificar modelos que sí incluyan información nutricional y comparar la distribución de probabilidades *a posteriori*.

Otro punto a destacar de las reconstrucciones paleodietarias con modelos de mezcla es la posibilidad de incorporar concentraciones de elementos y macronutrientes en los alimentos (Newsome et al. 2004). Estos datos son relevantes en omnívoros como los humanos, por lo que aportan mayor realismo y complejidad para estimar la composición de las dietas. Es un aspecto a tener en cuenta en los ambientes costeros, que disponen de presas con carne magra y, en el otro extremo, animales con panículo adiposo como los pinnípedos. A continuación se compara cómo y cuánto se modifican las distribuciones de probabilidad de recursos consumidos por un individuo.

- **Materiales y metodología**

Se analiza la dieta del individuo SHE 6 hallado en Shamakush Entierro, canal Beagle, a partir del análisis isotópico en colágeno y la apatita ósea. Se seleccionó este adulto masculino, con una edad estimada de entre 35 y 45 años, ya que tiene mediciones publicadas de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -12,4 \pm 0,3 \text{ ‰}$, $\delta^{15}\text{N} = +18,4 \pm 0,3 \text{ ‰}$ (Panarello et al. 2006) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} = -9,2 \pm 0,08 \text{ ‰}$ (Kochi 2017). Cuenta con un fechado directo de $1536 \pm 46 \text{ AP}$ (Suby et al. 2011).

También se dispone de una ecología isotópica local

presentada en trabajos previos (Kochi 2017; Kochi et al. 2018). Son datos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ sobre 10 taxones de fauna arqueológica: guanaco (*Lama guanicoe*), lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus australis*), pez sierra (*Thysites atun*), merluza austral (*Merluccius sp.*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), doradito (*Paranotothenia magellanica*), lorcho (*Patagonotothen sp.*), pingüino magallánico (*Spheniscus magellanicus*), albatros de la familia Diomedidae (*Thalassarche sp.*) y cormoranes (*Phalacrocorax sp.*). Las muestras modernas incluyen mejillones (*Mytilus edulis*) y ocho taxones de plantas C_3 : *Deschampsia sp.*, *Trisetum spicatum*, *Gunnera magellanica*, *Blechnum penna-marina*, *Azorella sp.*, *Carex sp.*, *Misodendrum punctalatum* y *Berberis buxifolia*.

Las mediciones isotópicas fueron realizadas en el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS/UBA-CONICET). Con estos datos, más los factores de discriminación (Peterson y Fry 1987; Fernandes et al. 2015; Fernandes 2016), se generan tres reconstrucciones paleodietarias a través del programa FRUITS (Fernandes et al. 2015). Los factores de discriminación de dieta a tejido óseo humano se indican con las siguientes ecuaciones. El término *energía* refiere a la suma de lípidos y carbohidratos.

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}} = 4,8 + 0,74 * \delta^{13}\text{C}_{\text{proteína}} + 0,26 * \delta^{13}\text{C}_{\text{energía}}, \text{ incerteza} + 0,5\%$$

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}} = 10,1 + 0,5 * \delta^{13}\text{C}_{\text{proteína}} + 0,5 * \delta^{13}\text{C}_{\text{energía}}, \text{ incerteza} + 0,5\%$$

$$\delta^{15}\text{N}_{\text{colágeno}} = 5,5 + \delta^{15}\text{N}_{\text{proteína}}, \text{ incerteza} + 0,5\%$$

Se decide estimar la contribución de tres grupos de recursos a la dieta de SHE 6: plantas, guanacos y recursos marinos en general. De las plantas C_3 analizadas, solo 2 fueron identificadas como comestibles en las fuentes etnográficas. No obstante, proveen una referencia de los productores terrestres en la cadena trófica. Con respecto a las presas marinas, se utilizó un criterio *a priori* para agruparlas como una única fuente (Phillips et al. 2005). Estas presentan valores isotópicos similares entre sí, y los mejores resultados en los modelos de mezcla bayesianos se obtienen cuando se ingresa el menor número de fuentes posible. La desviación estándar (s) se utiliza como medida de la incerteza en las fuentes (Tabla 1). Los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ no corresponden a mediciones de apatita sobre los recursos, sino que el programa los computa como los valores isotópicos de las fuentes que se transfieren a la apatita ósea humana.

Por último, todas las reconstrucciones incorporan el contenido de macronutrientes en recursos (Tabla 1), expresados en peso seco normalizado (wt %). Se utilizan las fórmulas de Nakamura et al. (1982), con datos sobre los gramos presentes de proteínas, lípidos y carbohidratos en 100 g de un tipo de ali-

TABLA 1 • Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ promedio con su incerteza para las fuentes

| FUENTE | MACRONUTRIENTE | CONTENIDO MACRONUTRIENTE | $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ | S | $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ | S | $\delta^{15}\text{N}$ | S |
|---------|----------------|--------------------------|------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|-----------------------|-----|
| PLANTAS | Proteína | 32 | -29,2 | 1,9 | -29,2 | 1,9 | 0,4 | 2,5 |
| | Energía | 68 | -28,1 | 1,9 | -28,1 | 1,9 | - | - |
| GUANACO | Proteína | 80 | -24,1 | 0,7 | -24,1 | 0,7 | 4,1 | 1 |
| | Energía | 20 | -30,1 | 0,7 | -30,1 | 0,7 | - | - |
| MARINOS | Proteína | 74 | -14,6 | 1 | -14,6 | 1 | 17,5 | 2,8 |
| | Energía | 26 | -20,2 | 1,5 | -20,2 | 1,5 | - | - |

mento (Keene 1985; Orquera 1999; USDA 2015). El contenido de macronutrientes difiere entre las presas marinas, pero necesariamente deben ser promediadas en estos modelos, ya que se decide agruparlas como una sola fuente. Aún así, son notables las diferencias en los aportes de proteínas y lípidos entre las plantas, los guanacos y los recursos marinos.

En cuanto a las diferencias, el primer modelo de mezcla se realiza con un *prior* no informativo. Es el modelo más sencillo y probablemente más robusto, por lo que sirve como referencia para los restantes modelos que aumentan en complejidad. El segundo modelo de mezcla suma una distribución *a priori*, basado en límites fisiológicos de la excreción de urea. Se establece el consumo más probable de proteínas en un intervalo expresado como $0.05 < [\text{PRO}] < 0.45$ (Fernandes *et al.* 2015; Killian Galván 2018). El tercer modelo incorpora el mismo *prior*, junto con otra información previa acerca del consumo de lípidos. De esta manera, buscamos reflejar que el porcentaje requerido de un macronutriente no es independiente de otros nutrientes (Trumbo *et al.* 2002). El intervalo propuesto es de 15–35% (FINUT 2008). Dado que el *prior* se expresa en términos de energía, se ingresa como $0.15 < [\text{ENE}] < 0.35$; en este caso, se decide subsumir los carbohidratos dentro de dicho intervalo.

• Resultados y discusión del primer caso de estudio

En la Figura 2 se presentan los resultados de los modelos de mezcla. En el modelo 1 (Figura 2-1) solo se ingresaron los datos isotópicos medidos en restos arqueológicos y el contenido de macronutrientes en las presas. Se observa la predominancia de los recursos marinos, complementados con los terrestres: guanacos y plantas. Las distribuciones de la composición macronutricional de las dietas estimadas figuran en la Tabla 2. A partir de las mediciones sobre el hueso del individuo SHE 6, se estima que éste ingirió durante los últimos 10 años de su vida, el 70% de su dieta en proteínas y 30% en energía en promedio. Este resultado difiere bastante de las recomendaciones de los organismos de salud.

Para evaluar si no hay una sobreestimación del consumo de proteínas, el modelo 2 incorpora como distribución *a priori* un intervalo de ingesta más pro-

bable entre el 5–45%. En la Figura 2-2 se evidencia que este *prior* modificó por completo el recurso predominante en la dieta y aumentó el consumo estimado de energía a un 55%. Este resultado no parece coherente con los antecedentes arqueológicos del área ni con las características del ambiente patagónico. Genera un sesgo que es fácil de detectar en este caso de estudio pero no tanto en sociedades que tienen mayor dependencia de la recolección de plantas.

En el modelo 3 (Figura 2-3) se incorpora otra información adicional: un intervalo más probable de consumo para lípidos, además de las proteínas. Se obtuvo una distribución y una composición de dieta muy similar al primer modelo, sin información previa. Se interpreta que al utilizar un marco de referencia nutricional, es necesario acotar el consumo máximo de energía. En caso contrario, los resultados serían sumamente sesgados. En segundo lugar, se resalta que el alto aporte de proteínas, en un 70% de la dieta total, es un resultado robusto: no cambia a pesar de que haya una cota máxima más probable del 45%.

El programa FRUITS también informa sobre la contribución de cada grupo de recursos a un marcador isotópico, como el $\delta^{15}\text{N}$. Como el nitrógeno en el colágeno óseo deriva casi exclusivamente de las proteínas, es posible diferenciar el porcentaje de proteínas de presas marinas de las de origen terrestre. No obstante, este trabajo se enfocó en determinar la proporción relativa del consumo de proteínas con respecto a la porción energética de la dieta. Por otra parte, se advierte que los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ no son suficientes para distinguir entre los aportes de diferentes presas marinas. Para ello se precisa contextualizar con otras líneas de evidencia, atendiendo a las diferencias en las unidades de análisis y resolución. En principio, un consumo de 30% de energía de la dieta total parecería bajo en un individuo del canal Beagle, donde se dispone de pinnípedos con panículo adiposo. No obstante, los estudios zooarqueológicos señalan que hacia los últimos 1500 años hay mayor representación de aves y peces en el registro arqueológico, y decrece la abundancia de pinnípedos (Tivoli y Zangrando 2011). Entonces, puede sostenerse que la reconstrucción paleodietaria del adulto SHE 6 es coherente con esta tendencia.

FIGURA 2 • Distribución de probabilidades de consumo para el individuo SHE 6, según 3 modelos de mezcla con diferentes parámetros.

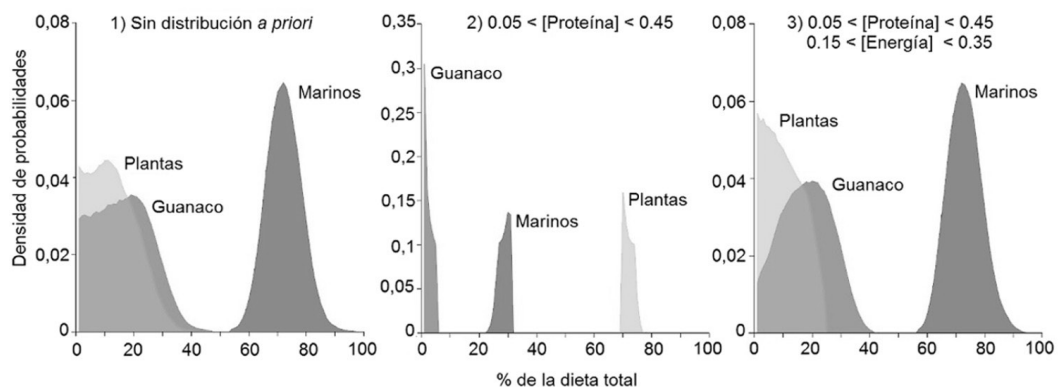


TABLA 2 • Distribución de porcentajes de consumo para los macronutrientes, según los diferentes modelos de mezcla.

| MODELO | MACRO NUTRIENTE | % DE CONSUMO | | | |
|--------|-----------------|---------------|-------|-----|----------------|
| | | PERCENTIL 2,5 | MEDIA | s | PERCENTIL 97,5 |
| 1 | Proteína | 62,2 | 69,8 | 3,7 | 75,6 |
| | Energía | 24,5 | 30,2 | 3,7 | 37,8 |
| 2 | Proteína | 43,7 | 44,6 | 0,4 | 45,0 |
| | Energía | 55,0 | 55,4 | 0,4 | 56,3 |
| 3 | Proteína | 65,4 | 70,9 | 3,1 | 75,6 |
| | Energía | 24,4 | 29,1 | 3,1 | 34,6 |

• **Segundo caso de estudio: Interpretación de datos de isótopos estables y caracterización química de residuos orgánicos en tiestos cerámicos**

El centro-oeste de la provincia de Santa Cruz, ubicado entre las latitudes 47°S y 49°S, presenta carencia de fuentes de lípidos (De Nigris 2004) y carbohidratos (Ochoa y Ladio 2011) que son dos macronutrientes esenciales para el normal funcionamiento del organismo. La presa principal de los grupos que habitaron esta área fue el guanaco, el cual tiene una cantidad reducida de grasa intramuscular y de médula ósea (Bourlot 2009). Esto se acentúa a fines de invierno y primavera, momento de mayor estrés fisiológico del camélido (Bourlot 2009). Para hacer frente a esta situación, una posible estrategia pudo haber sido el almacenamiento de grasa ósea que constituye la última reserva confiable del animal (Speth y Spielmann 1983). En la literatura etnográfica se describe este procedimiento como la fracturación del hueso, principalmente de los extremos, las vértebras y costillas. Luego, las pequeñas piezas óseas se hierven para extraer el sobrenadante que se forma en la superficie del caldo. Finalmente, esta grasa se guardaría en contenedores de piel para que se endurezca (Speth y Spielmann 1983). En el caso de la Patagonia, Musters (1997 [1871]) menciona que las mujeres sacaban grasa de los huesos medulares de los animales muertos en la caza mediante la molienda y cocción en ollas. No obstante, observa un uso de la grasa diverso tales como alimenticio o decorativo al mezclarse con pigmentos, entre otros (Musters 1997 [1871]).

Distintos trabajos han propuesto que la presencia de la cerámica no es una condición necesaria para la utilización de dicha estrategia (Fernández 2004), aunque desde el punto de vista utilitario explota de manera más eficiente los alimentos de bajo retorno como los huesos (Sturm *et al.* 2016). Así, permite a los grupos ocupar ambientes con escasos recursos fácilmente procesables y de alto ranking (Sturm *et al.* 2016). En particular, los grupos cazadores recolectores del centro-oeste santacruceño adoptaron la cerámica con el objetivo de procesar el guanaco para la extracción eficiente de su contenido graso (Chaile *et al.* 2018a).

En los trabajos de Chaile, Lantos, Maier, Cassiodoro y Tessone (2018); Chaile, Tessone, Cassiodoro, Bellelli

y Belardi (2018); y Chaile, Goñi y Cassiodoro (2018) se realizó un acercamiento arqueométrico de vías múltiples para determinar el origen de los residuos orgánicos que fueron cocinados y/o almacenados en los contenedores cerámicos, y así evaluar el uso que se les otorgó en el pasado. Para esto se analizaron tanto los residuos orgánicos adheridos como los absorbidos. Los primeros son materia carbonizada que deriva de la combustión de los alimentos (carbohidratos, lípidos y proteínas). Por lo tanto, representan los últimos usos que tuvo el recipiente antes de ser descartado (Skibo 1992). Los segundos, son residuos de la actividad culinaria que se depositaron y preservaron dentro de las paredes porosas de la cerámica protegiéndolos de los agentes de degradación. Éstos brindan un promedio del uso de la vasija (Roffet-Salque *et al.* 2017).

La muestra analizada de la provincia de Santa Cruz fue recolectada en distintos sectores de las cuencas de los lagos Salitroso-Posadas y las mesetas de Cardiel Chico, Pampa del Asador/Guitarra (Chaile, Lantos, Maier, Cassiodoro y Tessone 2018). En total se estudiaron 15 tiestos con residuos adheridos a los que se le realizaron análisis de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ y, de esta muestra, se analizaron residuos absorbidos de ocho tiestos por cromatografía. Las mediciones isotópicas fueron realizadas en el INGEIS, mientras que la caracterización química de lípidos y ácidos grasos en el Laboratorio de Investigación Aplicadas en Arte y Arqueología (LIAMA) dependiente de Unidad de Microanálisis y Métodos Físicos Aplicados a la Química Orgánica (UMYMFOR/UBA-CONICET). Este conjunto cuenta con tres fechados absolutos sobre residuos orgánicos adheridos a las paredes de los tiestos: 886 ± 82 , 373 ± 45 y 109 ± 37 años AP (Cassiodoro y Tessone 2014). Los resultados del análisis isotópico sobre los residuos orgánicos adheridos indicaron la cocción de recurso animal proveniente de la estepa tales como el guanaco, el choique o los dasipódidos. Solo una muestra presentó señales isotópicas semejantes al procesamiento de plantas. Estos análisis no detectaron la cocción de recursos provenientes del bosque como, por ejemplo, el huemul (*Hippocamelus bisulcus*). En cuanto a la caracterización de lípidos absorbidos, tampoco se hallaron biomarcadores de origen vegetal tales como el campesterol o β -sitosterol. En la mayoría

de las muestras se registró, en cambio, la presencia de colesterol, el cual es un biomarcador propio de los animales. Se subraya la detección de ácidos grasos lineales impares ramificados que están presentes en los perfiles de lípidos de las grasas de los animales rumiantes, como consecuencia de la actividad bacteriana que sintetiza estos compuestos en el propio rumen de los animales (Martínez Marín *et al.* 2010).

En síntesis, la información isotópica junto con la del perfil lipídico estaría indicando la cocción y/o almacenamiento de guanaco. Si bien no se puede diferenciar si se trata de residuos grasos provenientes de la carne o de la extracción de grasa trabecular, la complementación de la información química e isotópica junto con otras líneas de evidencia arqueológica, etnográfica y relatos de viajeros soportan esta interpretación. La estandarización en la fractura de los restos óseos de guanaco realizada a través de la técnica de marcado perimetral/fractura transversal apoya la hipótesis de procesamiento sistemático de la grasa ósea (Bourlot *et al.* 2009; Dellepiane 2014). Para finalizar, las crónicas de viajeros como Musters (1997 [1871]), que estuvieron en contacto con grupos patagónicos, refuerzan la idea del procesamiento y almacenamiento de grasa animal, a través del uso de contenedores.

DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

Las poblaciones de Patagonia austral han prosperado en ecosistemas caracterizados por una marcada estacionalidad y con recursos mayormente disponibles en forma de biomasa secundaria. Dadas estas características, se ofreció una síntesis macronutricional, con la finalidad de enriquecer las interpretaciones acerca de las dietas prehistóricas situadas en estos contextos. En particular, se centró en aquellas caracterizadas por una proporción alta en proteínas y baja en carbohidratos. Luego, a modo de ejemplo, se presentaron dos casos de estudios de grupos cazadores-recolectores que, a través de distintas estrategias arqueométricas, buscaron profundizar la caracterización nutricional de sus dietas. Finalmente, se exploró el uso de parámetros nutricionales modernos para incrementar la precisión de las estimaciones paleodietarias.

Las dietas hiperproteicas han sido vistas como un

problema en la salud de las personas. Sin embargo, el mismo Stefansson (1944), quien describió el envenenamiento por proteínas, destaca que un mayor consumo de grasas en preparaciones como el pemmican contrarresta sus efectos adversos. En este punto, la medicina señaló la capacidad del cuerpo humano para regular la tasa de producción de enzimas implicadas en la eliminación de amoníaco de acuerdo a las necesidades y, por consiguiente, resolver este problema (Lehninger *et al.* 2009). En general, desde la literatura nutricional no hay consenso acerca de las consecuencias negativas de las dietas hiperproteicas. En principio, no se han establecido niveles máximos de ingesta tolerable para la proteína (Trumbo *et al.* 2002).

Entonces, ¿qué información aporta la arqueología acerca del debate de las dietas hiperproteicas? A partir de análisis de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en restos humanos del Salitroso, se conoce que las poblaciones del interior de Santa Cruz mantuvieron una dieta con un importante aporte de proteína animal en los últimos 2500 años (Tessone 2010). La identificación y caracterización de lípidos recuperados en la cerámica de esta área, permitió conocer el uso que le dieron dichas poblaciones. En dicha tecnología solamente se procesaron recursos cárnicos y no se detectó la presencia de vegetales. Así, la incorporación de la tecnología cerámica durante el último milenio facilitó la maximización del procesamiento de recursos que ya se venían explotando (Chaile, Lantos, Maier, Cassiodoro y Tessone 2018; Chaile, Tessone, Cassiodoro, Bellelli y Belardi 2018; y Chaile, Goñi y Cassiodoro 2018). El contenido graso extraído de los guanacos que eran cazados habría sido almacenado y, luego, consumido en momentos en los que las presas se encontraban empobrecidas en grasa.

De la reconstrucción paleodietaria en el canal Beagle, se destaca el alcance de los modelos de mezcla bayesianos. Éstos permitieron estimar el consumo de macronutrientes a lo largo de la vida de un individuo, lo cual es difícil de lograr con otras líneas de evidencia. Se ha estimado, en promedio, un 70% de consumo de proteínas y el 30% de energía de la dieta total. Así, la arqueología aporta información acerca de la posibilidad de la adaptación humana a un consumo elevado de proteínas; mayor al intervalo de 10-35% como máximo sugerido para poblaciones modernas, o el de

5-45% como se ha planteado en otros casos arqueológicos. Cabe resaltar que el resultado podría no ser totalmente equiparable a los estudios nutricionales modernos planteados en aportes calóricos.

Con respecto a las cuestiones metodológicas, este trabajo muestra las limitaciones en el uso de parámetros nutricionales modernos en los modelos de mezcla bayesianos. El *prior* en base a información nutricional sirve para evaluar la robusticidad de los resultados, pero también puede sesgarlos fuertemente. Este último caso puede detectarse con suficiente conocimiento del contexto arqueológico. Se sugiere correr más de un modelo si se incorpora algún tipo de distribución *a priori* basado en datos nutricionales, y necesariamente uno de ellos debería ser con un *prior* no informativo.

Desde la arqueología, puede decirse que este tipo de dietas fue una de las opciones disponibles dentro de las estrategias de subsistencia para un ambiente con alta estacionalidad y baja diversidad de recursos como lo es Patagonia austral. Así, este trabajo suma evidencias de la flexibilidad adaptativa del organismo humano a dietas variadas en su composición macronutricional. Si bien dos casos de estudios paleodietarios no se pueden extrapolar a cuestiones nutricionales de las poblaciones modernas, ofrecen una visión sobre la variedad dietaria, más allá de la que se concreta en el establecimiento de una pirámide alimenticia (Carrasco Henríquez 2007). De esta manera, a largo plazo, la medicina puede replantearse la importancia de la contextualización de las dietas humanas.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Augusto Tessone y a la Lic. Violeta Roizman, por la atenta lectura del manuscrito y sus sugerencias. Las investigaciones se desarrollaron en el marco del proyecto PICT 2013-1011 (FONCYT), dirigido por el Dr. A. Francisco J. Zangrando, Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica (PICT 2013 N° 1965, dirección Dra. Gisela Cassiodoro), Universidad de Buenos Aires (UBACYT, 2014-2017, 20020130100008BA, dirección Dra. Marta Maier) y CONICET (PIP 2014-2016, 112-201301-00288CO, dirección Dra. Marta Maier).

BIBLIOGRAFÍA

- Axelsson, I.**
2006. Effects of high protein intakes. En *Protein and Energy Requirements in Infancy and Childhood*, editado por J. Rigo y E.E. Ziegler, pp. 121-130. Karger, Basilea.
- Baynes, J. y M. H. Dominiczak**
2011. *Bioquímica médica*. Mosby Elsevier, España.
- Becker, W., N. Lyhne, A. N. Pedersen, A. Aro, M. Fogelholm, I. Phorsdottir, J. Alexander, S. A. Anderssen, H. M. Meltzer y J. I. Pedersen**
2004. Nordic Nutrition Recommendations 2004 - integrating nutrition and physical activity. *Scandinavian Journal of Nutrition* 48 (4):178-187.
- Berihuete Azorín, M.**
2014. Las plantas en las economías fueguinas: una perspectiva etnoarqueológica. En *Cazadores de mar y tierra. Estudios recientes en arqueología fueguina*, editado por A.M. Tivoli y J. Oría, pp. 389-408. Editora Cultural Tierra del Fuego, Ushuaia.
- Bilsborough, S. y N. Mann**
2006. A review of issues of dietary protein intake in humans. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 16 (2):129-152.
- Binford, L. 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.
- Bourlot, T.**
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 inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Bourlot, T., D. D. Rindel y A. 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 confín*, editado por M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez, y M. E. Mansur, pp. 693-705. Editorial Utopía, Ushuaia.

Brown, T. A. y K. Brown

2011. *Biomolecular archaeology: an introduction*. Wiley-Blackwell, Oxford.

Cadena, B. y C. Moreano

2012. La alimentación en tiempos pretéritos, una reflexión acerca de la trascendencia de la comida en la cultura y en el entorno biológico de las poblaciones humanas. En *Las manos en la masa. Arqueologías, antropologías e historias de la alimentación en Suramérica*, editado por M. P. Babot, M. Marschoff y F. Pasarrelli, pp. 339-360. ISES-CONICET-UNT, Museo de Antropología e IDACOR-CONICET-UNC, Córdoba.

Campillo Álvarez, J. E.

2007. El paraíso terrenal. En *El mono obeso*, pp. 57-88. Crítica, Barcelona.

Carrasco Henríquez, N.

2007. Desarrollos de la antropología de la alimentación en América Latina: hacia el estudio de los problemas alimentarios contemporáneos. *Estudios sociales* 15(30): 80-101.

Cassiodoro, G. E. y A. 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* XXXIX(1): 293-9.

Chaile, C., I. Lantos, M. Maier, G. Cassiodoro y A. Tessone

2018. Análisis de residuos orgánicos en tecnología cerámica durante el Holoceno tardío en el centro-oeste de Santa Cruz, Argentina. *Intersecciones en Antropología*, en prensa.

Chaile, C., A. Tessone, C. Cassiodoro, C. Bellelli y J. B. Belardi

2018. $\delta^{13}\text{C}$ 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.

Chaile, C., R. A Goñi y G. Cassiodoro

2018. Uso de cerámica en cazadores-recolectores del sur de Patagonia (Argentina), En *Cerámica Arqueológica de la Patagonia y Araucanía*, en prensa.

Cordain, L., J. B. Miller, S. B. Eaton, N. Mann, S. H. Holt y J. D. Speth

2000. Plant-animal subsistence ratios and macronutrient energy estimations in worldwide hunter-gatherer diets. *The American Journal of Clinical Nutrition* 71 (3):682-692.

De Nigris, M. E.

2004. *El consumo en grupos cazadores recolectores: un ejemplo zooarqueológico de Patagonia meridional*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

De Nigris, M. E. y G. L. Mengoni Goñalons

2002. The guanaco as a source of meat and fat in the Southern Andes. En *The Zooarchaeology of Milk and Fats*, editado por J. Mulville, y A. K. Outram, pp. 160-166. Oxbow Books, Oxford.

Dellepiane, J. M.

2014. *Zooarqueología de espacios mesetarios: patrones de subsistencia y obtención de recursos en el centro-oeste de Santa Cruz durante el Holoceno tardío*. Tesis de Licenciatura inédita. Universidad del Centro de la provincia de Buenos Aires, Olavarría.

Draper, H. H.

1977. The aboriginal Eskimo diet in modern perspective. *American Anthropologist* 79 (2):309-316.

Eaton, S. B., S. B. Eaton III y M. J. Konner

1997. Review Palaeolithic nutrition revisited: a twelve-year retrospective on its nature and implications. *European Journal of Clinical Nutrition* 51(4):207-216.

Ellison, A. M.

2004. Bayesian inference in ecology. *Ecology Letters* 7(6):509-520.

European Food Safety Authority Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA)

2010a. Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal* 8 (3):1461.

2010b. Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal* 8 (3): 1462.

2012. Scientific opinion on dietary reference values for protein. *EFSA Journal* 10(2):2557.

Evershed, R. P.

2008. Organic residue analysis in archaeology: the archaeological biomarker revolution. *Archaeometry* 50(6):895-924.

Fernandes, R.

2016. A simple (r) model to predict the source of dietary carbon in individual consumers. *Archaeometry* 58(3): 500-512.

Fernandes, R., P. Grootes, M. J. Nadeau y O. Nehlich

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 (2):325-340.

Fernández, P. M.

2004. Tendencias temporales en el aprovechamiento de grasas durante el Holoceno tardío en el noroeste de Chubut. Trabajo presentado en el XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Río Cuarto.

Fundación Iberoamericana de Nutrición.

2008. "Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos" [FINUT]. Noviembre 2008. <http://www.fao.org/docrep/017/i1953s/i1953s.pdf> (5 de octubre 2018).

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 *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos*, editado por F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamondes, pp. 151-161. CEQUA, Punta Arenas.

Gordón, F., A. Tessone, M. Béguelin, G. I. Arrigoni y R. A. Guichón

2015. Paleodietas humanas en la costa patagónica durante el Holoceno tardío. Nuevos datos de isótopos estables y fechados radiocarbónicos para la costa centro-sur. *Intersecciones en Antropología* 16(2):327-338.

Hill, K.

1988. Macronutrient modifications of optimal foraging theory: an approach using indifference curves applied to some modern foragers. *Human Ecology* 16 (2):157-197.

Hockett, B. y J. Haws.

2003. Nutritional ecology and diachronic trends in Paleolithic diet and health. *Evolutionary Anthropology* 12 (5):211-216.

Jackman, S.

2009. *Bayesian analysis for the social sciences*. Wiley, Eastbourne.

Johnson, A., A. Gil, G. Neme y J. Freeman

2009. Maíces e intensificación: explorando el uso de los marcos de referencia. En *Arqueología y Evolución. Teoría, metodología y casos de estudio*, pp. 23-47. Colección Complejidad Humana, Buenos Aires.

Keene, A. S.

1985. Nutrition and economy: models for the study of prehistoric diet. En *The analysis of prehistoric diet*, editado por Jr. R. I. Gilbert y J. H. Mielke, pp. 155-190. Academic Press, Orlando.

- Killian Galván, V. A.**
2018. Models for paleodietary research: Three case-studies from arid and semi-arid environments in Northwest Argentina. *Journal of Archaeological Science: Reports* 18:608-616.
- Kochi, S.**
2017. Paleodietas en cazadores-recolectores del canal Beagle durante el Holoceno tardío. *Intersecciones en Antropología* 18(3):329-339.
- Kochi, S., S. A. Pérez, A. Tessone, A. Ugan, M. A. Tafuri, J. Nye, A. M. Tivoli y A. F. J. Zangrando**
2018. $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ variations in terrestrial and marine foodwebs of Beagle Channel in the Holocene. Implications for human paleodietary reconstructions. *Journal of Archaeological Science: Reports* 18:696-707.
- Larsen, C. S.**
2003. *Bioarchaeology: interpreting behavior from the human skeleton*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lehninger A. L., D. L. Nelson y M. M. Cox**
2009. *Lehninger: principios de bioquímica*. 5ta edición. Traducido por Claudi Cuchillo Foix. Omega, Barcelona.
- Leonard, W. R.**
2002. Food for thought. Dietary change was a driving force in human evolution. *Scientific American* 287:106-115.
- Martínez Marín, A. L., M. Hernández Pérez, L. Pérez Alba, G. Gómez Castro y D. Carrión Pardo**
2010. Metabolismo de los lípidos en los rumiantes. *Revista Electrónica de Veterinaria* 11:1695-7504.
- Morrison, R. T. y R. N. Boyd**
1998. *Química Orgánica, Quinta Edición*. Addison, Wesley y Longman, México.
- Musters, G. C.**
1997 [1871]. *Vida entre los patagones. Un año de excursiones por tierras no frecuentadas desde el Estrecho de Magallanes hasta el Río Negro*. El Elefante Blanco, Buenos Aires.
- Nakamura, K., D. A. Schoeller, F. J. Winkler y H. L. Schmidt**
1982. Geographical variations in the carbon isotope composition of the diet and hair in contemporary man. *Biological Mass Spectrometry* 9 (9):390-394
- Newsome, S. D., D. L. Phillips, B. J. Culleton, T. P. Guilderson y P. L. Koch**
2004. Dietary reconstruction of an early to middle Holocene human population from the central California coast: insights from advanced stable isotope mixing models. *Journal of Archaeological Science* 31:1101-1115.
- Noakes T. D, y J. Windt**
2016. Evidence that supports the prescription of low-carbohydrate high-fat diets: a narrative review. *British Journal of Sports Medicine* 51:133-139
- Ochoa, J. J. y A. H. Ladio**
2011. Pasado y presente del uso de plantas silvestre con órganos de almacenamiento subterráneos comestibles en la Patagonia. *Bonplandia* 20 (2):265-284.
- Orquera, L. A.**
1999. El consumo de moluscos por los canoeros del extremo sur. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXIV*:307-327.
- Panarello, H., A. F. J. Zangrando, A. Tessone, L. F. Kozameh y N. Testa**
2006. Análisis comparativo de paleodietas humanas entre la región del canal Beagle y Península Mitre: perspectivas desde los isótopos estables. *Magallania* 34 (2):37-46.
- Parnell, A. C., D. L. Phillips, S. Bearhop, B. X. Semmens, E. J. Ward, J. W. Moore, A. L. Jackson y R. Inger**
2013. Bayesian stable isotope mixing models. *Environmetrics* 24(6):387-399.
- Paruelo, J. M, A. Beltran, E. Jobbagy, O. E. Sala y R. A. Golluscio**
1998. The climate of Patagonia: General patterns and controls on biotic processes. *Ecología Austral* 8(2):85-101.

- Peterson, B. J. y B. Fry**
1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18:293–320.
- Phillips, D. L.**
2012. Converting isotope values to diet composition: the use of mixing models. *Journal of Mammalogy* 93 (2):342-352.
- Phillips, D. L., S. D. Newsome y J. W. Gregg**
2005. Combining sources in stable isotope mixing models: alternative methods. *Oecologia* 144(4):520-527.
- Piana, E. L., M. M. Vázquez, y A. M. Tivoli**
2007. Dieta y algo más. Animales pequeños y variabilidad del comportamiento humano en el canal Beagle. En *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos*, editado por F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamondes, pp. 39-50. CEQUA, Punta Arenas.
- Pollard, A. M., C. Batt, B. Stern y S. Young**
2007. *Analytical Chemistry in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Post, D. M., C. A. Layman, D. A. Arrington, G. Takimoto, J. Quattrochi y C. G. Montana**
2007. Getting to the fat of the matter: models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses. *Oecologia* 152(1):179-189.
- Rabinowitch, I. M.**
1936. Clinical and other observations on Canadian Eskimos in the Eastern Arctic. *Canadian Medical Association Journal* 34(5):487-501.
- Rapoport, E. H. y A. H. Ladio**
1999. Los bosques andino-patagónicos como fuentes de alimento. *Bosque* 20 (2):55-64.
- Roffet-Salque, M., J. Dunne, D. T. Alfto, E. Casanova, L. J. E. Cramp, Lucy, J. Smyth, H. Whelton y R. P. Evershed**
2017. From the inside out: upscaling organic residue analyses of archaeological ceramics. *Journal of Archaeological Science: Reports* 16:627-640.
- Schwarzc, H. P. y M. J. Schoeninger**
1991. Stable isotope analyses in human nutritional ecology. *American Journal of Physical Anthropology* 34:283-321.
- Skibo, J. M.**
1992. *Pottery function. A use-alteration perspective*. Plenum Press, New York.
- Speth, J. D.**
2012. *Paleoanthropology and archaeology of big-game hunting: protein, fat or politics*. Springer, New York.
- Speth, J. D. y K. A. Spielmann**
1983. Energy source, protein metabolism, and hunter-gatherer subsistence strategies. *Journal of Anthropological Research* 2:1-31.
- Stefansson, V.**
1944. *Arctic manual*. Macmillan, New York.
- Stock, B. C., A. L. Jackson, E. J. Ward, A. C. Parnell, D. L. Phillips y B. X. Semmens**
2018. *Analyzing mixing systems using a new generation of Bayesian tracer mixing models*. PeerJ 6:e5096. DOI 10.7717/peerj.5096
- Sturm, C., J. K. Clark y L. Barton**
2016. The logic of ceramic technology in marginal environments: implications for mobile life. *American Antiquity* 81:645-663.
- Suby, J. A., A. F. Zangrando y E. Piana**
2011. Exploraciones osteológicas de la salud de las poblaciones humanas del canal Beagle. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXXVI*: 249-270.
- Tessone, A.**
2010. *Arqueología y ecología isotópica. Estudio de isótopos estables de restos humanos del Holoceno tardío en Patagonia meridional*. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Tivoli, A. M. y A. F. Zangrando

2011. Subsistence variations and landscape use among maritime hunter-gatherers. A zooarchaeological analysis from the Beagle Channel (Tierra del Fuego, Argentina). *Journal of Archaeological Science* 38(5): 1148-1156.

Trumbo, P., S. Schlicker, A. A. Yates y M. Poos

2002. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 102 (11):1621-1630.

Ulijaszek, S. J., Mann, N. y Elton, S.

2012. *Evolving human nutrition: implications for public health.* Cambridge University Press, Cambridge.

United States Department of Agriculture.

2015 "USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28." 2015. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>

Zilio, L., F. Gordón, M. Béguelin y A. S. Castro

2014. Paleodietas humanas en el sur del Golfo San Jorge (provincia de Santa Cruz) a partir del análisis de isótopos estables. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 16(1):51-64.