



## Estudios isotópicos aplicados a la arqueología del sudeste de Sudamérica

Daniel Loponte\* y Roberto Bracco\*\*

\* Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. 3 de Febrero 1378 (C1426BJN). Buenos Aires, daniel.loponte@inapl.gob.ar

\*\* Departamento de Arqueología. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, UDELAR. Laboratorio de Carbono-14, Ministerio de Educación y Cultura - Laboratorio de Luminiscencia, UNCIEP, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, UDELAR, Montevideo. Iguá 4225 (11400), braccoboksar@montevideo.com.uy

Recibido el 1 de agosto de 2022, aceptado para su publicación el 7 de octubre de 2022.

<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.7234054>



Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución - No Comercial 2.5 Argentina.

### Presentación

Nos es sumamente grato presentar este primer volumen que reúne diferentes estudios relacionados con la aplicación de isótopos estables en la arqueología del sudeste de Sudamérica, región que se extiende desde el estado de Río de Janeiro en Brasil, hasta el sudeste de la Región Pampeana en Argentina. En este compendio están incluidos siete trabajos en los que participan más de 20 investigadores cuyas contribuciones ilustran la amplitud temática y teórico-metodológica de las investigaciones isotópicas de la región, incluyendo casos de estudio, síntesis regionales, perspectivas de género y aspectos metodológicos.

El primer trabajo corresponde a la contribución de Murilo Bastos y colaboradores, quienes analizan el registro del sitio Sambaquí do Moa, ubicado en la costa del estado de Río de Janeiro. Estos autores utilizan una colección museística obtenida décadas atrás para discutir los valores isotópicos de la dieta de 11 individuos de ambos sexos. Los resultados obtenidos muestran que los recursos animales marinos tuvieron un rol preponderante en la dieta, junto con una ingesta menor de plantas  $C_3$ , las cuales, no obstante, fueron significativas en términos calóricos. Estos resultados son concordantes, en líneas generales, con estudios isotópicos previos efectuados en sectores más meridionales de la costa atlántica del sur de Brasil (Bastos et al., 2014; Colonese et al., 2014; De Masi, 2001; Pezo-Lanfranco et al. 2018a). Otro de los aspectos notables de este trabajo, es la gran cantidad de especies identificadas en la colección arqueofaunística, lo cual refleja, en parte, la complejidad a la que se enfrentan los investigadores a la hora de aplicar modelos teóricos de mezcla y definir los factores de discriminación. Con este trabajo, además, se incorpora por primera vez un estudio isotópico de la dieta de los grupos costeros precoloniales del actual estado de Río de Janeiro.

La segunda contribución es una síntesis elaborada por Patricia Mut y Roberto Bracco, quienes analizan, con diferentes herramientas metodológicas, los datos isotópicos de las dietas de las poblaciones que habitaron los cerritos del este de Uruguay. Los resultados indican una incidencia muy significativa de los vegetales  $C_3$  en la dieta. Una fracción menor de individuos muestran valores relativamente altos en la apatita, reflejando el consumo de carbohidratos  $C_4$ . Esto último podría corresponder a la ingesta de maíz, que se registra en la llanura uruguaya desde por lo menos 2500 años AP (del Puerto, 2015). No obstante, el eventual consumo de este cereal no impactó de una manera apreciable los valores del colágeno. La importancia de las plantas, y especialmente de las plantas  $C_3$  dentro de la subsistencia de estas poblaciones, sustenta el modelo de acreción secular de los cerritos como consecuencia del procesamiento de geófitos, permitiendo articular dentro de esta explicación, las tasas extremadamente bajas de elevación de estas estructuras y las numerosas evidencias de calentamiento de los sedimentos. Los valores isotópicos obtenidos por estos investigadores muestran diferencias con otros estudios publicados para los cerritos del sur de Brasil (Chanca et al., 2021) demostrando una compleja variabilidad, que es extensiva a otros aspectos del registro arqueológico. Estos resultados, además, se suman a una serie de otras evidencias que indican que los cerritos del este de Uruguay tuvieron una génesis y una función diferentes a los "cerritos" del Delta del Paraná y del bajo río Uruguay más allá de que, en algunos estudios, se sigan considerando como rasgos equivalentes.

El siguiente trabajo es una contribución de Mirian Carbonera y colaboradores enfocada en el análisis de la dieta de individuos recuperados en sitios guaraníes de la Depresión Central Gaúcha (Río Grande do Sul). Con este trabajo, esta área también se incorpora a los estudios isotópicos regionales. Los resultados muestran el



consumo de proteínas esencialmente  $C_3$  y carbohidratos  $C_3$  y  $C_4$ . Estos últimos probablemente corresponden a la ingesta de maíz, consumido en cantidades suficientes (en forma de sólidos y probablemente de líquidos derivados) como para ser identificado tanto en la apatita como en el colágeno. Los valores isotópicos obtenidos son similares a los publicados para individuos recuperados en sitios guaraníes ubicados en otras áreas del interior del continente. Este estudio también incluye datos isotópicos de algunas de las principales presas, permitiendo reconstruir una parte de la cadena trófica local. Adicionalmente estos investigadores presentan valores de oxígeno-18, tanto de los humanos como de las presas, discutiendo los resultados en relación con los obtenidos previamente para esta ecozona. Otro de los tópicos que aborda esta contribución se relaciona con la discusión de los parámetros de calidad y preservación de las muestras óseas.

La cuarta contribución corresponde al trabajo de Luciana Catella y colegas, quienes analizan los valores isotópicos de las dietas de cazadores-recolectores del sector más meridional de la provincia de Buenos Aires. En este ambiente, que corresponde a la ecorregión del Espinal, se desarrollan pastizales y bosques xeromórficos con una importante oferta de plantas comestibles. Los resultados presentados por estos investigadores muestran una significativa contribución de los vegetales silvestres a la dieta, los cuales quedaron invisibilizados en los estudios arqueológicos previos. Otro notable hallazgo es la menor contribución que habrían tenido los mamíferos terrestres, especialmente el guanaco, que según modelos basados en evidencia zooarqueológica habría sido la base de las economías prehispánicas del área. Estos nuevos datos son sumamente importantes tanto en sí mismos, como por la interpelación a la estructura conceptual mediante la cual se analizan y conciben otros aspectos del registro arqueológico pampeano. Sin embargo, como destacan los autores, los resultados obtenidos a partir de la aplicación del modelo de mezcla bayesiano, deben ser considerados preliminares y como uno de los resultados posibles, algo que deberá ser confirmado mediante futuras investigaciones. Más allá de esto, se destaca la similitud del patrón encontrado respecto del estimado para sociedades cazadoras-recolectoras etnográficas que habitan en regiones con parámetros climáticos similares.

El quinto trabajo corresponde a la contribución de Daniel Loponte y colaboradores, enfocada en el análisis de los valores isotópicos de las dietas y la movilidad de los grupos cazadores-recolectores de la margen izquierda del bajo río Uruguay. Para este estudio los autores utilizaron diferentes colecciones museísticas obtenidas a lo largo del siglo XX y curadas en distintos

repositorios. Los análisis muestran, como tendencia general, dietas monoisotópicas  $C_3$  que reflejan los valores de los recursos vegetales del área y de las principales presas (peces y mamíferos terrestres), con consumos marginales de proteínas  $C_4$ . La no detección de consumo de carbohidratos  $C_4$  a nivel poblacional, indica que el maíz no fue consumido en niveles isotópicamente detectables. Estos resultados son similares a aquellos publicados para los grupos cazadores-recolectores de la margen derecha del río Uruguay y del valle del Paraná (Loponte, 2020). Este trabajo también incluye resultados de oxígeno-18, cuyos valores son los esperados para la ecozona del río Uruguay. No obstante, dentro de la colección se identificaron dos *outliers* internos, lo cual podría reflejar variabilidad metabólica o conductual, como así también la articulación de individuos que, si bien pertenecen a la misma región, podrían provenir de dos áreas distintas. Por otro lado, se discuten los resultados de oxígeno-18 de las presas principales y de los cánidos domésticos, que también arrojaron valores consistentes con aquellos esperados para esta ecozona.

El sexto trabajo corresponde al estudio de Gabriela Oppitz, cuya contribución es novedosa para los estudios bioantropológicos de la región, ya que se enmarca dentro de una perspectiva de género. Utilizando el registro de la colección museística del sitio Armação do Sul, ubicado en la isla de Florianópolis, Oppitz discute cómo la determinación sexual del registro bioarqueológico puede sesgar los análisis isotópicos o mortuorios en sociedades que también pudieron tener diferenciaciones de género no binarias. La exploración de esta problemática, que es ciertamente dificultosa al carecer de categorías internas propias de la sociedad que se estudia, encuentra en el análisis de las anomalías un camino posible de interpretación para identificar eventuales categorías de género no basadas en el sexo biológico. Si bien es una aproximación que tiene una larga trayectoria dentro los estudios antropológicos, es una aplicación sumamente novedosa para el sudeste de Sudamérica.

La séptima y última contribución de esta serie corresponde al aporte de Luis Pezo-Lanfranco y André Carlo Colonese, quienes realizan una síntesis de las aproximaciones metodológicas que se emplean para analizar los valores isotópicos del registro arqueológico de la costa atlántica del sur de Brasil, señalando las potencialidades y limitaciones de cada método en particular. Estos autores hacen énfasis en algunos de los problemas de investigación analizados en el área de la costa atlántica brasilera, que son extensivos al resto de la región, tales como la presencia de plantas cultivadas, las relaciones entre la fauna y las sociedades humanas, la identificación de jerarquías sociales y las prácticas de desmame, lo que nos proporciona una introducción

adecuada para comentar algunos de los tópicos más frecuentes dentro de la agenda isotópica regional.

### *El consumo de maíz y de otras plantas*

Uno de los temas más relevantes de la agenda isotópica local está focalizado en la detección del consumo de plantas, particularmente de las plantas cultivadas. Entre estas últimas sobresale el maíz, ya que es un cultivo fácilmente manipulable para sociedades con prácticas agrícolas incipientes o marginales, dado que requiere una escasa inversión de energía y puede crecer con poco o ningún cuidado. La amplia variabilidad de su germoplasma permite que se adapte a ambientes muy diversos y a diferentes pisos ecológicos. Una vez cultivado, sus granos pueden ser fácilmente almacenados por largo tiempo, constituyendo una reserva ante eventuales y repentinos cambios en el estado productivo del ambiente. Por otro lado, cuando los cultivos integran una parte significativa del ciclo económico, la producción de maíz incentiva o es susceptible de acoplarse con cultivos consociados, tales como los porotos y las calabazas, generando, eventualmente, un ciclo agrícola de cierta complejidad. El maíz tiene, además, una elevada cantidad de calorías y rendimientos productivos potencialmente altos por unidad de superficie. Asimismo, su fermentación (“chicha”, entre otras posibilidades) tiene un efecto dietario benéfico, ya que incrementa la biodisponibilidad de proteínas, especialmente de la lisina, generando paralelamente una bebida ligeramente alcohólica (2 % - 12 % v/v) (Sangwan et al., 2014; Somerville et al., 2015). Estas propiedades han contribuido a que el maíz tuviera un gran valor simbólico entre numerosas sociedades precoloniales y etnográficas de Sudamérica. Los datos más relevantes y certeros para nuestra región o áreas inmediatas, muestran que el maíz habría estado disponible alrededor del IV milenio AP en el actual estado de Minas Gerais (Prous, 1980-1981) y en el tercer milenio AP en la llanura de Uruguay (del Puerto, 2015). Estos datos señalan su cultivo en el sudeste de Sudamérica, como mínimo, durante el Holoceno tardío ( $\leq 3000$  años AP). Sin embargo, identificar poblaciones donde este cereal constituyó una parte significativa de la dieta y por ende, del ciclo económico asociado, es algo diferente. Por ejemplo, es bien conocido que los grupos pilagá (“pit’laxá”) del Chaco argentino cultivaban maíz, calabazas y tabaco en huertos que, a menudo, tenían tan solo entre 4 y 8 m de lado. Un estudio arqueológico de sus sitios residenciales podría identificar micro restos de maíz y de calabazas, postulando la existencia de una economía mixta. Sin embargo, esta categorización sería equívoca, ya que estos cultivos, que tenían una inversión de tiempo y

energía mínima, les proporcionaban alimentos tan solo unas pocas semanas al año (Palavecino, 1933). Otras sociedades chaqueñas precoloniales y etnográficas también incluyeron vegetales cultivados en sus dietas, pero sus economías se basaban igualmente en la caza, la pesca y la recolección. Incluso, algunos grupos cultivaban calabazas solo para fabricar sonajeros (Métraux, 1944; Palavecino, 1933). La arqueología y la etnografía mundial han documentado una gran cantidad de casos similares, donde existe una pequeña manipulación o cultivo de plantas domesticadas, cuya incidencia en la organización económica, social y tecnológica ha sido aleatoria, irregular y marginal (Binford, 2001). Este problema analítico se traslada de manera horizontal a todo el registro arqueológico de la región.

En el Delta del Paraná, que es precisamente un área cuya población y cultura material precolonial ha estado estrechamente relacionada con los grupos chaqueños, se han registrado granos de almidón identificados como maíz. No obstante, los estudios isotópicos demuestran que, tanto en el Delta del Paraná como en el valle medio de este río, e incluso en el sector inferior del río Uruguay, su consumo a nivel poblacional es isotópicamente indetectable. Lo mismo sucede con otros recursos vegetales  $C_4$ , ya que los resultados muestran dietas esencialmente monoisotópicas  $C_3$ , tendencia que se observa de manera acentuada, incluso, entre los carbohidratos ingeridos (Feuillet & Loponte, 2021; Loponte, 2020; Loponte et al., este volumen; Ottalagano & Loponte, 2017). Por el contrario, un ejemplo bien claro del impacto del maíz en la dieta se observa de manera sistemática e incuestionable en los individuos recuperados en sitios guaraníes, tanto del interior del continente como en la costa atlántica (Loponte et al. 2016a; Loponte & Carbonera, 2021; Carbonera et al., este volumen; Loponte, 2020).

En las Tierras Altas del Planalto meridional, dentro de contextos Itararé-Taquara, también se identificaron granos de almidón de maíz (e.g. Corteletti et al., 2015). De manera concurrente, algunos individuos recuperados en otros sitios de esta unidad arqueológica, arrojaron valores ligeramente altos en la apatita y secundariamente en el colágeno (De Masi, 2001). Sin embargo, estos resultados isotópicos no parecen representar la tendencia poblacional, ya que, dentro de una muestra mayor a la analizada por De Masi, las dietas de los individuos recuperados en el Planalto muestran una clara tendencia monoisotópica  $C_3$  (Loponte et al., 2016a; Loponte & Carbonera, 2021). Esto sugiere que el maíz (y tal vez otras plantas cultivadas habitualmente consociadas al maíz), pudieron actuar solo como un reaseguro ante fluctuaciones ambientales o sociales para estas poblaciones, tal como fue postulado por



Beber (2006), sin que tuvieran un impacto significativo dentro de los sistemas de subsistencia-asentamiento o tecnológico. Un esquema de este tipo también permite excluir un vector cronológico definido en el uso de plantas cultivadas, es decir, estas pueden ser identificadas en sitios relativamente tempranos, y estar totalmente ausentes en contextos tardíos, o viceversa. Este esquema de variabilidad puede reflejarse a nivel individual, entre distintos grupos familiares o incluso entre asentamientos de una misma región (cf. Binford, 2001; Palavecino, 1933). Una situación que de alguna manera también es similar, se observa en el registro de los cerritos del este de Uruguay (Mut & Bracco en este volumen), donde el maíz es isotópicamente indetectable en la mayoría de los individuos. No obstante, una pequeña fracción de la muestra presenta un claro impacto derivado del consumo de carbohidratos  $C_4$ , especialmente observable en la apatita, que es donde primero aparecen las señales isotópicas más seguras del consumo de maíz (Ambrose & Norr, 1993). En una escala aún menor, puede sugerirse un esquema similar para el valle del Paraná (Feuillet Terzaghi & Loponte, 2021). No obstante, aún se requiere ampliar las nuestras analizadas, particularmente de los individuos recuperados en los sitios del Grupo Cerámica Incisa, algunos de los cuales han arrojado valores similares a los esperados para agricultores tempranos de maíz (Loponte, 2020). Dentro de este contexto general de baja o nula incidencia del maíz en las dietas, no puede descartarse una importante gravitación dentro de la esfera simbólica.

Por supuesto que no toda la discusión acerca de las plantas cultivadas la podemos hacer girar sobre el maíz. La importancia de los vegetales  $C_3$  en la dieta de los grupos de los cerritos de Uruguay, que podrían ser en parte manipulados o cultivados, es un ejemplo de ello (Mut & Bracco, este volumen). Este panorama escapa, de alguna manera, a la tradicional serie “maíz-porotos-calabazas” para centrarse en el análisis de otros recursos vegetales que tienen un alto valor nutricional y que son predecibles, abundantes y concentrados. Estas propiedades que son inherentes a múltiples especies vegetales silvestres, permiten una verdadera cosecha de alimentos no cultivados (e.g. Métraux, 1944; Susnik, 1982) disminuyendo los costos de obtención y, en consecuencia, aumentando el retorno energético frente a la agricultura, que es una opción con un menor rendimiento energético (Bowles, 2011).

Una situación similar se observa en el Planalto meridional donde los resultados isotópicos muestran que el consumo de vegetales  $C_3$  fue muy significativo y, probablemente, uno de los más altos de todas las sociedades precoloniales del sudeste de Sudamérica (Loponte & Carbonera, 2021). Este hallazgo, antes que

considerar extensas actividades de cultivo de plantas  $C_3$ , sustenta la hipótesis tradicional de la arqueología local acerca de la importancia de la semilla de *Araucaria angustifolia* ( $C_3$ ) en la dieta de aquellos grupos humanos, hipótesis que además tiene un significativo marco etnográfico de referencia específico (Beber, 2006; Schmitz et al., 1988).

De una manera equivalente, en el Delta del Paraná se ha llamado la atención sobre la potencial importancia de recursos vegetales ( $C_3$ ) concentrados y abundantes, tales como *Prosopis* sp., *Oryza latifolia* y *Syagrus Romazzoniana* (Loponte, 2008), que fueron intensamente explotados y/o manipulados por las sociedades etnográficas de los humedales de la cuenca del Plata (Acosta & Ríos Román, 2013; Arenas, 2003; Métraux, 1944; Susnik, 1982). Las plantas silvestres son una fuente de alimentos a menudo soslayada, no solo por los problemas de visibilidad, sino por cierta tendencia a considerar que el consumo de vegetales tiene una fuente primaria predominantemente vinculada con la producción de alimentos. El estudio de Catella y colaboradores (en este volumen), es otro ejemplo acerca de la importancia de los alimentos vegetales silvestres para un área donde, por problemas de conservación, estos recursos habían sido marginados en los modelos de subsistencia (ver también para aquella área Barrientos et al., 2015). Dentro de este contexto acerca de la incidencia de las plantas silvestres en la dieta, es oportuno señalar que el sudeste de la región pampeana tiene una riqueza específica de plantas vasculares silvestres más reducida comparada con las áreas tropicales y subtropicales del sudeste de Sudamérica (Barthlott et al., 2007; Mutke & Barthlott, 2005).

La discusión sobre la producción de alimentos basadas en isótopos estables también es un tópico de interés dentro de los estudios arqueológicos de la costa del sur de Brasil (Bastos et al., 2015 y este volumen; Pezo-Lanfranco et al., 2018a, 2018b). Aquí existe un importante esfuerzo para demostrar el desarrollo de estrategias económicas mixtas entre los grupos que explotaban el efecto de borde entre la selva tropical continental y los recursos marinos y cuyos contextos artefactuales, en la mayoría de los casos, parecen responder pobremente a lo que se esperaría para sociedades con economías donde la producción de alimentos ha sido importante. Ciertamente, la identificación de restos botánicos en términos taxonómicos amplios, a nivel de familia o género, es otra gran dificultad que enfrentan los investigadores, como así también la determinación de granos de almidón de especies que pueden ser explotadas en su forma silvestre, como *Ipomoea* sp., *Manihot* sp., *Dioscorea* sp. entre otras. Por otro lado, la identificación de granos

de almidón de maíz ha quedado en algunos casos en una situación de cierta ambigüedad, o relacionada con grupos del interior del continente, aunque también se plantea un uso simbólico o ritual (Boyadjian & Eggers, 2014; Boyadjian et al., 2016, p. 145; Scheel-Ybert & C. Boyadjian, 2020, p. 6). Con un importante repertorio de plantas identificadas en los sambaquís, que sin duda son silvestres (e.g. Scheel-Ybert & C. Boyadjian, 2020, Tabla 1), el lugar de las plantas cultivadas dentro del cuadro ya pequeño en términos cuantitativos de ingestas vegetales, parece quedar bastante reducido (ver, sin embargo, Pezo-Lanfranco et al., 2018b). Por ello, debemos resaltar el esfuerzo de estos investigadores en aumentar la capacidad analítica de los recursos instrumentales que se aplican sobre estos registros, incluyendo otras aproximaciones bioarqueológicas (Pezo-Lanfranco et al., 2018b). En esta discusión, se observa claramente la necesidad de disponer de los valores de la bioapatita, los cuales comienzan a ser incorporados a medida que se multiplican los estudios en esta área en particular (Bastos et al., 2014; Loponte & Carbonera, 2021 y en prep.; Pezo-Lanfranco et al., 2018a).

### Los animales domésticos y las mascotas

El perro es el único animal domesticado que con seguridad tuvo una amplia distribución en el sudeste de Sudamérica, al menos desde Rio Grande do Sul hasta el Delta del Paraná. Algunos autores señalan que esta especie se registra en la región desde 1600 años AP (Chanca et al. 2021), pero lo cierto es que se detecta desde por lo menos ~2300 años AP, y probablemente su presencia alcance el IV milenio AP como mínimo (Loponte et al., 2021). Los datos isotópicos de los perros del Delta del Paraná y del bajo río Uruguay muestran una dieta diferenciada respecto de los humanos recuperados en los mismos sitios. Si bien también tienen dietas monoisotópicas  $C_3$ , el nivel trófico de los alimentos consumidos fue inferior (Loponte et al., 2021 y este volumen). Esto no es una situación desconocida para la arqueología, ya que existen algunas referencias en la literatura donde los cánidos no reflejan necesariamente la dieta de los humanos con los que convivieron (ver un resumen en Loponte et al., 2021 y la bibliografía allí citada). Por otro lado, y de una manera algo sorprendente, los valores de estos perros caen dentro del *cluster* dietario de los humanos recuperados en los cerritos del este de Uruguay (Mut & Bracco, en este volumen). Si bien aquí puede estar incidiendo un proceso de equifinalidad, abre un nuevo campo de hipótesis respecto de la procedencia de los perros de los valles del río Uruguay y Paraná. Los isótopos trazadores de movilidad y origen ( $\delta^{18}O$  y  $^{87}Sr/^{86}Sr$ ) también se

están utilizando para discutir el registro de los cánidos domésticos. Por el momento, los valores obtenidos en los perros del río Uruguay son consistentes con los humanos y la fauna local de esta área, como así también sucede con los ejemplares procedentes de la margen argentina de este río e incluso, con aquellos procedentes del valle del río Paraná, que corresponden a otra ecozona del oxígeno-18 (Loponte et al., 2021). Si bien los tamaños de las muestras analizadas aún son pequeños para la complejidad del problema, nuevos estudios en desarrollo, permitirán mejorar estos y otros aspectos inherentes a los cánidos domésticos de la región.

Además de animales domésticos debemos considerar la presencia de mascotas de especies silvestres (Pezo-Lanfranco & Colonese, este volumen), cuyas dietas tuvieron algún grado de mediatización humana. Esta dieta diferencial permitiría identificarlas de sus pares que permanecieron fuera de la influencia humana, tal como fue señalado para ejemplares de *Nasua* sp. (Toso et al., 2021). Llamativamente, un ejemplar de esta misma especie fue identificado en el sitio guaraní Arroyo Fredes en el Delta del Paraná, fuera de su área de distribución, sugiriendo la posibilidad de que haya sido traslado allí como mascota por los grupos guaraníes que colonizaron el área (Ramírez et al., 2015). De esta manera, los coatíes comienzan a ser de especial interés para este campo de análisis, el cual, no obstante, enfrenta algunos problemas. Entre ellos, la incertidumbre inherente derivada de identificar mascotas solo por sus señales isotópicas, ya que numerosas especies utilizan las áreas de descarte de residuos humanos como áreas de alimentación, especialmente alrededor de las aldeas que tienen cierta estabilidad residencial. Asimismo, en el caso de sociedades con cultivos, los parches productivos humanos también son utilizados como áreas de alimentación por diversas especies de animales que son susceptibles de ser cazadas en esos mismos lugares ("*garden hunting*" cf. Linares 1976), incorporándose de esta manera al registro arqueológico con señales isotópicas diferentes a las de sus congéneres silvestres.

Por otro lado, centrándonos sobre un registro más específico, sabemos que los guaraníes para el momento del primer contacto con los europeos tenían anátides semidomesticadas o domesticadas en las aldeas de la costa del sur de Brasil y Paraguay (Loponte & Carbonera, 2021). Si bien por ahora ignoramos qué alimentación recibían, no es improbable que una parte de la dieta estuviera compuesta por maíz, en un ambiente social donde este cereal era frecuente. Algunas presas de estos grupos también tienen señales mixtas o francamente  $C_4$ , tales como *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Myocastor coypus* y algunos peces fluviales (Carbonera et al., este



volumen; Corriale & Loponte, 2015; Loponte, 2020; Ottalagano, 2021). Asimismo, en la costa atlántica hay especies de peces que tienen valores isotópicos ( $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ ) similares al maíz (Schoeninger & DeNiro 1984). Todo ello no hace sino aumentar la complejidad del análisis de la dieta de estas poblaciones, resaltando la necesidad de contar con datos de la fracción inorgánica para una mejor aproximación a las pautas dietarias.

### *El rol de los estudios isotópicos en el análisis de los sistemas de asentamiento-subsistencia*

Los estudios etnográficos y arqueológicos han demostrado que los patrones de asentamiento de las poblaciones pre-industriales están influenciados por múltiples factores sociales, políticos y ambientales, entre las cuales, las estrategias de subsistencia tienen un rol central. Dónde, qué y cómo se adquiere el alimento explican en gran medida otros aspectos que pautan el registro arqueológico, tales como la distribución de los sitios en el paisaje y los procesos de formación de los mismos (Binford, 1980, 1990, 2001; Dewar & McBride, 1992; Jochim, 1998; Kelly, 1995; Kirch et al., 2004; Sabloff & Ashmore, 2001; Trigger, 1968, entre muchos otros). Los estudios isotópicos, por el tipo de información que proveen, tienen un papel destacado dentro de esta discusión. En el sudeste de Sudamérica, los sitios residenciales están en gran medida distribuidos con el fin de minimizar la incongruencia espacial con los principales recursos explotados. En la costa atlántica del sur de Brasil es notable la relación entre una subsistencia basada en los recursos marinos y el patrón lineal de asentamiento dentro de una estrecha franja costera, con sitios residenciales que en gran medida se encuentran en dunas someras (Bastos et al., 2014; Colonese et al., 2014; DeBlasi et al., 2007; Prous, 1992; Rosa, 2006; Toso et al., 2021). En el humedal del Paraná inferior (Delta del Paraná y sectores continentales intermedios y adyacentes), los asentamientos están dispersos sobre cordones litorales, crestas de playas y albardones, todos de origen natural y con un patrón de dispersión irregular (Loponte et al., 2016b), reflejando la distribución igualmente heterogénea de los parches acuático-terrestres que permitían obtener los principales recursos explotados (peces y mamíferos de hábitos acuáticos). En la llanura del este de Uruguay, los cerritos se distribuyen en gran medida de una manera concurrente con los humedales donde hay una alta disponibilidad de plantas comestibles, las cuales impactaron de una manera notable en la subsistencia (Bracco et al. 2000, 2008, 2020, 2021; Mut & Bracco, este volumen).

Para el caso de los sitios guaraníes del interior de la región, estos se concentran en el fondo de los valles de

los grandes ríos donde predominan topografías planas o suavemente onduladas, aptos para el desarrollo de parcelas de cultivo más o menos extensas. Como sucede con numerosas sociedades con economías mixtas desarrolladas, la calidad agronómica de los suelos parece haber sido uno de los aspectos centrales a la hora de elegir los lugares para los sitios residenciales. Esto permitía aumentar la productividad y minimizar los costos de transporte del alimento cultivado. En la provincia de Misiones y en el alto valle del río Uruguay, por ejemplo, los sitios guaraníes se distribuyen principalmente sobre las fajas costeras adyacentes a los ríos Paraná, Iguazú y Uruguay, donde los suelos son menos pedregosos, más planos y más profundos y que son, precisamente, los más aptos para el desarrollo de los principales cultivos guaraníes. En la Depresión Central Gaúcha, específicamente en las cuencas de los ríos Forqueta y Taquarí-Antas, los sitios residenciales guaraníes también están ubicados en los fondos de los valles (Schneider, 2017, 2019; Schneider & Machado, 2017, 2020).

En la región también se han desarrollado algunos estudios isotópicos basados en  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  y  $^{18}\text{O}$ . En la costa del sur de Brasil están siendo aplicados para discutir movimientos de individuos entre el interior del continente y la costa atlántica, o identificar núcleos poblacionales formados por individuos de distintos orígenes (Bastos et al., 2015; De Masi, 2001). En el Delta del Paraná, estos estudios buscan determinar la movilidad entre las cuencas de los ríos Uruguay y Paraná, patrones residenciales y rangos de acción en los eventos de caza (Loponte & Ottalagano, 2022; Loponte et al., este volumen). Otros análisis de movilidad están relacionados con las poblaciones guaraníes, cuyo estudio tiene un promisorio futuro debido a los desplazamientos a gran escala que fueron facilitados por la movilidad fluvial y la existencia de una dilatada red intraétnica que abarcó diferentes ecozonas del oxígeno-18 (Carbonera et al. este volumen y la bibliografía allí citada).

### *Jerarquías y conductas sociales*

La identificación de categorías sociales, los procesos de desmame y la variabilidad sexo-etaria en la alimentación, también forman parte de la agenda isotópica local de una manera sumamente activa (Loponte & Mazza, 2021; Loponte & Ottalagano, 2022; Oppitz et al., 2018; Oppitz, este volumen; Pezo-Lanfranco & Colonese, este volumen; Pezzo-Lanfranco et al., 2018a, 2018b). El análisis del proceso de desmame, que también es un tópico de interés de la arqueología mundial, cuenta con estudios locales que utilizan tanto muestreos longitudinales de dientes como edades de

muerte bien establecidas. El avance de este campo de análisis a nivel regional, permitirá comparar sociedades con modos de producción y estructuras sociales muy diferentes, constituyendo un significativo aporte para la discusión acerca de la variabilidad del proceso de desmame.

Los estudios isotópicos también son reconocidamente útiles para identificar jerarquías sociales, aportando uno de los principales indicios tempranos de diferenciación social entre sociedades de horticultores como de cazadores-recolectores que ya poseen algún nivel de complejidad (Ambrose & Krigbaum, 2003; Le Huray & Schutkowski, 2005; Ubelaker et al., 1995, entre otros). Si bien por el momento no hay evidencias de base isotópica que reflejen situaciones de desigualdad social, estos estudios tienen un enorme potencial de desarrollo en la arqueología local. Otro aspecto que impacta el análisis de las estructuras sociales son los enfoques no binarios del registro bioarqueológico (Oppitz, este volumen), que permiten no rechazar, sino pensar desde otra perspectiva, aquellos desvíos y valores atípicos que, a menudo, nos encontramos cuando analizamos series de datos. Si bien este campo de análisis aún no cuenta con un desarrollo equivalente a los anteriores, prevemos que tendrá un crecimiento exponencial, especialmente en aquellas áreas que cuentan con un abundante registro bioantropológico, tal como sucede en los cerritos de Uruguay, el valle del Paraná, algunos sectores del Planalto y la costa atlántica del sur de Brasil.

### **Problemas de preservación, métodos de análisis y colecciones museísticas**

A medida que aumentan los estudios isotópicos en la región con muestras de edad holocena tardía, comienza a ser cada vez más evidente la preservación diferencial del registro óseo y su distinta aptitud para realizar estudios isotópicos. Si bien el grado de preservación ósea puede cambiar notoriamente entre los diferentes sitios de una misma región, o incluso entre sectores de un mismo sitio, se observa como tendencia general que en el Delta del Paraná y en el valle inferior del río Uruguay, predomina una excelente conservación del colágeno y, por ende, de la fracción inorgánica en los restos óseos. No solo los indicadores analíticos de calidad isotópica obtenidos hasta el momento son adecuados, sino que los resultados tienen distribuciones normales sin valores erráticos o atípicos. Esta situación de buena preservación desmejora hacia el área del Paraná medio (Feuillet Terzaghi & Loponte, 2021; Galligani, 2020; Galligani et al., 2021; Loponte, 2020; Ottalagano, 2021), para transformarse en un serio problema para aquellas muestras provenientes de Misiones, este de Paraguay, el Alto valle del río Uruguay o la Depresión Central

de Río Grande do Sul (Carbonera et al., este volumen; Loponte & Carbonera, 2021; Loponte et al., 2016a). En estas últimas áreas hay un amplio desarrollo de oxisoles, que son suelos tropicales con conocidos problemas para la buena conservación del hueso y especialmente del colágeno (Ambrose & Krigbaum, 2003; Pestle & Colvard, 2012; Willis & Oxenham, 2016, entre otros). En aquellos sitios guaraníes ubicados en áreas que presentan suelos con un importante aporte de detritos antrópicos (*"terras pretas"*) y que en general presentan pH neutros o alcalinos, la conservación ósea es mejor. Lamentablemente, la mayor parte del registro óseo humano guaraní está disperso en urnas enterradas en los oxisoles, lo que ha producido una enorme pérdida del registro bioantropológico. A menudo las urnas contienen solo los dientes o las láminas del esmalte dental sin dentina. En estas dos regiones también existe un serio problema de conservación de los restos óseos humanos de la unidad Itararé-Taquara, que mejora sensiblemente en *loci* específicos con condiciones microambientales particulares como las grutas, cuevas o aleros, tal como sucede para el registro de la Gruta Tres de Mayo (Rizzo, 1968). Para el área del Planalto brasileño meridional, la preservación ósea es sustancialmente mejor, sobre todo para el abundante registro óseo humano que se encuentra en las cavidades rocosas (De Masi, 2001; Loponte & Carbonera, 2021), como así también en los sitios de la costa atlántica (Bastos et al. 2014, 2015, este volumen; Pezo-Lanfranco et al., 2018a, 2018b).

Si bien es cierto que para evaluar los problemas de conservación del colágeno disponemos de una batería de herramientas analíticas adecuadas y ampliamente aceptadas (Ambrose, 1993; DeNiro, 1985; Dobberstein et al., 2009; Harbeck & Grupe, 2009; Pestle & Colvard, 2012; Van Klinken, 1999; Willis & Oxenham, 2016, entre muchos otros), no existen desarrollos equivalentes para discutir el grado de conservación de la apatita. Algunos investigadores son favorables al uso de métodos tales como la espectrometría infrarroja (FTIR), pero para otros, este método provee resultados complejos y poco seguros respecto del impacto de la diagénesis sobre los valores isotópicos (ver diferentes posiciones en France et al., 2020; Lee-Thorp, 2002; Lee-Thorp & Sponheimer, 2003; Surovell & Stiner, 2001; Tatar et al., 2014; Trueman et al., 2008; Wright & Schwarcz, 1996, entre otros). Dado que la recristalización de la apatita, que está inserta en la estructura anisótropa del colágeno, depende en gran medida de la conservación de este último (Keenan, 2016; Kendall et al., 2018; Pearson et al., 1995, 1996; Pestle & Covard, 2012) la buena preservación de las fibras del colágeno es un dato *proxy*, positivo y ampliamente considerado, para identificar una adecuada integridad de la apatita y de sus valores isotópicos



(Ambrose & Krigbaum, 2003; Pestle & Colvard, 2012). Independientemente de ello, es indispensable el uso de pre-tratamientos, disponibles desde hace ya varios años, antes de utilizar los datos isotópicos de estos cristales (e.g. Koch et al. 1997; Kohn et al., 1999; Sponheimer & Lee-Thorp, 1999). Estos métodos eliminan gran parte de la contaminación post-depositacional que puede alojarse en la fracción inorgánica, y cuyo contaminante más frecuente son carbonatos adsorbidos, y por ello fácilmente solubilizables con ácidos débiles. Para el caso donde se presuma una mala conservación de la apatita, como por ejemplo para aquellas muestras donde el colágeno está degradado, existen numerosos recursos de estadística clásica, además del análisis de las cadenas tróficas locales, para evaluar la calidad de los resultados (e.g. Carbonera en este volumen y la bibliografía allí citada). La relación entre los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  también aportan importantes evidencias respecto de la integridad de la apatita (Carbonera et al., en este volumen; Pezo-Lanfranco et al., 2018a y las referencias allí citadas), y si bien no es frecuente, se puede incluso utilizar el grado de concordancia de las edades radiocarbónicas obtenidas en ambas fracciones óseas (Surovell, 2000; Zazzo & Saliège, 2011). Este último método puede resultar algo oneroso, pero puede aplicarse como un muestreo azaroso sobre las colecciones. El empleo de los valores de la apatita es muy importante para cualquier agenda isotópica, no solo porque refleja la dieta total de los individuos y permite comprender las conductas dietarias y las cadenas tróficas con mayor profundidad y calidad, sino porque es más resistente a la diagénesis que el colágeno, el cual enfrenta serios problemas de preservación en los ambientes tropicales y subtropicales, tal como sucede en gran parte de nuestra región de estudio (Carbonera et al., este volumen, Galligani 2020; Galligani et al., 2022; Muller et al., 2022; para en trópicos en general, ver Pestle & Covard, 2012). Para aquellas muestras donde la apatita ósea está contaminada, aún tenemos la posibilidad de analizar los valores del esmalte dental, si hubiera muestras disponibles. Si bien este tejido no refleja la dieta de los individuos adultos, en ocasiones extremas, que lamentablemente son frecuentes para algunas áreas de nuestra región, constituye la última reserva de información isotópica, que tampoco está exenta de ser impactada por procesos diagenéticos.

Otro aspecto notable dentro de las investigaciones isotópicas regionales es la utilización de colecciones museísticas obtenidas por otros investigadores, durante el siglo XX. Este volumen es un ejemplo de ello, ya que cuatro de los siete trabajos presentados emplean muestras de este tipo. Existen numerosas colecciones bioantropológicas en el ámbito de los repositorios académicos de Brasil, Uruguay Argentina

que no han sido estudiadas y que constituyen un enorme reservorio de información, donde el esfuerzo de muestreo de campo ya ha sido realizado. Un aspecto importante relacionado con la utilización de colecciones museológicas es la coordinación entre los distintos equipos de investigación para evitar estudios duplicados, optimizando recursos y minimizando el daño a las colecciones por la extracción de muestras destinadas a análisis destructivos.

### Agendas compartidas

Una situación frecuente en las investigaciones isotópicas que se desarrollan en regiones acotadas como la nuestra, es el diálogo inherente entre los resultados de los diferentes programas de investigación. Este diálogo, que también puede ser directo entre los investigadores, encuentra un campo común tanto en los ejes temáticos como en un registro compartido. Por ejemplo, la distribución continua de los cerritos desde el sur de Brasil hasta Uruguay es un campo fértil para la discusión de resultados y la articulación de programas de investigación. De la misma manera, la distribución del registro guaraní desde el sur de Brasil hasta el Delta del Paraná es otro campo de cooperación internacional en desarrollo. También debemos destacar la participación de investigadores e instituciones europeas en la ejecución de diversos estudios isotópicos locales. La incorporación de profesionales de otros países y de otras especialidades, como así también el empleo de recursos analíticos y financieros extrarregionales, no solo enriquece la discusión teórico-metodológica, sino que además auxilia las limitadas arcas de la investigación académica de algunos de nuestros países. Este volumen, precisamente, incluye varios ejemplos de esta cooperación.

Finalmente, para concluir con esta presentación, queremos agradecer a los investigadores que frecuentemente trabajan con isótopos estables aplicados a la arqueología de la región por sus contribuciones para conformar este volumen temático.

### Bibliografía

- Acosta, A. & Ríos Roman, V. (2013). Explotación prehispanica de palmeras por grupos cazadores recolectores y horticultores del extremo sur de Sudamérica: el caso del humedal del Paraná inferior (Argentina). *Pesquisas Antropologia* 70, 197-216.
- Ambrose, S. H. (1993). Isotopic analysis of paleodiets: Methodological and interpretive considerations. En M. K. Sandford (Ed.), *Investigations of ancient human tissue: Chemical analysis in anthropology* (pp. 59-129). Langhorne: Gordon and Breach Science Publishers.

- Ambrose, S. H. & Krigbaum, J. (2003). Bone chemistry and bioarchaeology. *Journal of Anthropological Archaeology*, 22, 193-199.
- Ambrose, S. H. & Norr, L. (1993). Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. En J. B. Lambert & L. Grupe (Eds.), *Prehistoric human bone. Archaeology at the molecular level* (pp. 1-37). Berlin Heidelberg: Verlag Springer.
- Arenas, P. (2003). *Etnografía y alimentación entre los toba-ñachilamole'ek y wichí-lhuku'tas del Chaco Central (Argentina)*. Buenos Aires: edición del autor.
- Barrientos, G., Catella, L. & Oliva, F. (2015). Nuevos datos de isótopos estables del C y N para el sudeste de la Región Pampeana. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos*, 1(1), 96-98.
- Barthlott, W., Hostert, A., Kier, G., Küper, W., Kreft, H., Mutke, J., Rafiqpoor, M. D. & Sommer, J. H. (2007). Geographic Patterns of Vascular Plant Diversity at Continental to Global Scales (Geographische Muster der Gefäßpflanzenvielfalt im kontinentalen und globalen Maßstab). *Erdkunde*, 61(4), 305-315.
- Bastos, M. Q. R., Lessa, A., Rodrigues-Carvalho, C., Tykot, R. H. & Santos, R. V. (2014). Análise de isótopos de carbono e nitrogênio: a dieta antes e após a presença de cerâmica no sítio Forte Marechal Luz. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 24, 137-151.
- Bastos, M. Q. R., Santos, R. V., Tykot, R. H., Mendonça de Souza, S. M. F., Rodrigues-Carvalho, C. & Lessa, A. (2015). Isotopic evidences regarding migration at the archeological site of Praia da Tapera: New data to an old matter. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 4, 588-595.
- Beber, M. (2006). O Sistema de Assentamento dos Grupos Ceramistas do Planalto Sul-brasileiro: o caso da Tradição Taquara/Itararé. En P. I. Schmitz (Ed.), *Arqueologia do Sul do Brasil. Documentos*, 10, 6-126.
- Binford, L.R. (1980). Willow smoke and dog's tails: Hunter-gatherer settlement system and archaeological site formation. *American Antiquity*, 45 (1), 1-17.
- Binford, L.R. (1990). Mobility, housing, and environment: a comparative study. *Journal of Anthropological Research* 46, (2), 119-152.
- Binford, R. L. (2001). *Constructing frames of reference: An analytical method for archaeological theory building using ethnographic and environmental data sets*. Berkeley: University of California Press, 563 pp.
- Bowles, S. (2011). Cultivation of cereals by the first farmers was not more productive than foraging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(12), 4760-4765.
- Boyadjian, C. H. C. & Eggers, S. (2014). Micro-Remains Trapped in Dental Calculus Reveal Plants Consumed by Brazilian Shell Mound Builders. En M. Roksandic, M. Burchel, S. Eggers, D. Klökler & S. Mendonça De Souza, S. (Eds.), *The cultural dynamics of shell-matrix sites* (pp. 279-288). University of New Mexico Press.
- Boyadjian, C. H. C., Eggers, S., Reinhard, K. J. & Scheel-Ybert, R. (2016). Dieta no sambaquí Jabuticabeira-II (SC): Consumo de plantas revelado por microvestígios provenientes de cálculo dentário. *Cadernos do LEPAARQ*, XIII (25), 131-161.
- Bracco, R., Fregeiro, M. I., Panarello, H., Odino, R. & Souto, B. (2000). Dieta, modos de producción de alimentos y complejidad. En A. Durán & R. Bracco (Eds.), *Arqueología de las Tierras Bajas* (pp. 227-248). Montevideo: Ministerio de Educación y Cultura, Comisión Nacional de Arqueología.
- Bracco, R., del Puerto, L. & Inda, H. (2008). Prehistoria y Arqueología de la Cuenca de Laguna Merín. En D. Loponte & A. Acosta (Eds.), *Entre la tierra y el agua: arqueología de humedales de Sudamérica* (pp. 1-59). Buenos Aires: Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano.
- Bracco, R., Duarte, C., Gutiérrez, O., Tassano, M., Norbis, W. & Panario, D. (2020). El fuego en los procesos constructivos de los montículos del sur de la cuenca de la Laguna Merín (Uruguay): Un aporte de la datación por luminiscencia (OSL/TL). *Latin American Antiquity*, 31(3), 498-516.
- Bracco, R., Duarte, C., Gutiérrez, O. & Panario, D. (2021). El fuego, los hornos de tierra y la elevación de los montículos de la cuenca de la Laguna Merín. *Revista de Arqueología*, 34(1), 152-176.
- Carbonera, M., Schneider, F., Machado, N.T.G. & Loponte, D. (2022). Estudos isotópicos da dieta guarani e a cadeia trófica associada a bacia do rio Taquari, Rio Grande do Sul. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos*. En prensa.
- Chanca, I., Caroline Borges C. & Colonese A. C. et al. (2021). Food and diet of the pre-Columbian mound builders of the Patos Lagoon region in southern Brazil with stable isotope analysis. *Journal of Archaeological Science*, 133, 105439.
- Colonese, A. C., Collins, M., Lucquin, A., Eustace, M., Hancock, Y. et al. (2014). Long-term resilience of late Holocene coastal subsistence system in Southeastern South America. *PLoS ONE*, 9, e93854.
- Corriale, M. J. & Loponte, D. (2015). Use of stable carbon isotope ratio for foraging behavior analysis of capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from Esteros del Iberá, Argentina. *Mammalian Biology*, 80, 73-80.
- Corteletti, R., Dickau, R., De Blasis, P. & Iriarte, J. (2015). Revisiting the economy and mobility of southern proto-Jê (Taquara-Itararé) groups in the southern Brazilian highlands: Starch grain and phytoliths analyses from the Bonin site, Urubici, Brazil. *Journal*



- of *Archaeological Science*, 58, 46-61.
- DeBlasis, P., Kneip, A., Scheel-Ybert, R., Giannini, P. & Gaspar, M. (2007). Sambaquis e Paisagem: Dinâmica Natural e Arqueología Regional no Litoral Sul do Brasil. *Arqueología Sudamericana Arqueología Sul-americana*, 3(1), 29-61.
- De Masi, M. A. N. (2001). *Pescadores coleteiros da costa Sul do Brasil. Pesquisas, Série Antropologia*, 57, 1-136.
- DeNiro, M. J. (1985). Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature*, 317, 806-809.
- del Puerto, L. (2015). *Interrelaciones humano-ambientales durante el Holoceno tardío en el este del Uruguay: Cambio climático y dinámica cultural*. Montevideo: Universidad de la República.
- Dewar, R. E. & McBride, K. A. (1992). Remnant Settlement Patterns. En J. Rossignol & L. Wandsnider (Eds.), *Space, Time, and Archaeological Landscapes. Interdisciplinary Contributions to Archaeology* (pp. 227-256). Boston: Springer.
- Dobberstein, R. C., Collins, M. J., Craig, O. E., Taylor, G., Penkman, K. E. H. & Ritz-Timme, S. (2009). Archaeological collagen: Why worry about collagen diagenesis? *Archaeological and Anthropological Sciences*, 1(1), 31-42.
- Feuillet Terzaghi, R. & Loponte, D. (2021). The pre-Columbian cemetery Río Salado-Coronda and the low-level food production explored by stable isotopes in the Paraná basin, South America. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 35(4), e102720.
- France, C. A. M., Sugiyama, N. & Aguayo, E. (2020). Establishing a preservation index for bone, dentin, and enamel bioapatite mineral using ATR-FTIR. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 33, 102551.
- Galligani, P. (2020). *Preservación Ósea Diferencial en un Ambiente Subtropical del Centro-Este de Argentina: Tafonomía Regional en Perspectiva Arqueológica*. Oxford: Bar Publishing Series.
- Galligani, P., Barrientos, G., Catella, L. & Morales N. (2021). Diagénesis ósea, calidad del colágeno y señal isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) en muestras humanas y faunísticas de la cuenca Salado-Coronda (Pcia. De Santa Fe): implicancias regionales. *Libro de Resúmenes de las XV Jornadas Nacionales de Antropología Biológica*. P. 11. La Plata.
- Harbeck, M. & Grupe, G. (2009). Experimental Chemical Degradation Compared to Natural Diagenetic Alteration of Collagen: Implications for Collagen Quality Indicators for Stable Isotope Analysis. *Archaeological and Anthropological Science*, 1, 43-57.
- Jochim, M. (1998). *A Hunter-Gatherer Landscape*. Southwest Germany in the Late Paleolithic and Mesolithic. Nueva York y Londres: Plenum Press.
- Keenan, S. (2016). From bone to fossil: A review of the diagenesis of bioapatite. *American Mineralogist*, 101, 1943-1951.
- Kelly, R. L. (1995). *The Foraging Spectrum. Diversity of Hunter-Gatherer Lifeways*. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Kendall, C., Høier Eriksen, A. M., Kontopoulos, I., Collins, M. J. & Turner-Walker, G. (2018). Diagenesis of archaeological bone and tooth. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 491, 21-37.
- Kirch, P. V., Hartshorn, A. S., Chadwick, O. A., Vitousek, P. M., Sherrod, D. R., Coil, J. Holm, L. & Sharp, W. D. (2004). Environment, agriculture, and settlement patterns in a marginal Polynesian landscape. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 101, 9936-9941.
- Koch, P. L., Tuross, N. & Fogel, M. L. (1997). The effects of sample treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbonate in biogenic hydroxylapatite. *Journal of Archaeological Science*, 24, 417-429.
- Kohn, M. J., Schoeninger, M. J. & Barker, W. W. (1999). Altered states: effects of diagenesis on fossil tooth chemistry. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 18, 2737-2747.
- Le Huray, J. D. & Schutkowski, H. (2005). Diet and social status during the La Tène period in Bohemia: Carbon and nitrogen stable isotope analysis of bone collagen from Kutná Hora-Karlov and Radovesice. *Journal of Anthropological Archaeology*, 24(2), 135-147. doi:10.1016/j.jaa.2004.09.002
- Lee-Thorp, J. (2002). Two decades of progress towards understanding fossilization processes and isotopic signals in calcified tissue minerals. *Archaeometry*, 44(3), 435-446.
- Lee-Thorp, J. A. & Sponheimer, M. (2003). Three case studies used to reassess the reliability of fossil bone and enamel isotope signals for paleodietary studies. *Journal of Anthropological Archaeology*, 22, 208-216.
- Linares, O. F. (1976). "Garden hunting" in the American tropics. *Human Ecology*, 4(4), 331-349. doi.org/10.1007/BF01557917
- Loponte, D. (2008). Arqueología del humedal del Paraná inferior. En *Arqueología de la Cuenca del Plata*, D. Loponte & A. Acosta (Eds.). Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. Buenos Aires.
- Loponte, D. (2020). La agricultura prehispánica en el Nordeste argentino analizada a través de los isótopos estables. *Anuario de Arqueología*, 12, 25-64.
- Loponte, D. & Carbonera, M. (2017). Distribution, antiquity, and niche of pre-Columbian Guaraní Amazonian horticulturalists in the Misiones rainforest, Argentina. *Pesquisas. Série Antropologia*, 73, 05-30.
- Loponte, D. & Carbonera, M. (2021). From the Atlantic

- coast to the lowland forests: stable isotope analysis of the diet of foragers-horticulturists in southern Brazil. *International Journal of Osteoarchaeology*, 31(6), 1237-1246.
- Loponte, D. & Mazza, B. (2021). Breastfeeding and weaning in Late Holocene hunter-gatherers of the lower Paraná wetland, South America. *American Journal of Physical Anthropology*, 176(3), 504-520.
- Loponte, D. & Ottalagano, F. (2022). Hunter-gatherer mobility analyzed through  $\delta^{18}\text{O}$  in the patchy environment of the Paraná valley, South American Lowlands. *Environmental Archaeology*. <https://doi.org/10.1080/14614103.2022.2037324>
- Loponte, D., Carbonera, M., Corriale, M. J. & Acosta, A. (2016a). Horticulturists and Oxygen Ecozones in the Tropical and Subtropical Forests of Southeast South America. *Environmental Archaeology*, 22(3), 247-267.
- Loponte, D., Acosta, A. & Tchilinguirían, P. (2016b). Estructuras "monticulares", unidades arqueológicas y falsas premisas en la arqueología del noreste argentino. *Anuario de Arqueología*, 8(8), 45-78.
- Loponte, D., Acosta, A., Gascue, A., Pfrengle, S., Schuenemann, V. et al. (2021). The Southernmost Pre-Columbian Dogs in the Americas: Phenotype, Chronology, Diet and Genetics. *Environmental Archaeology*. doi: 10.1080/14614103.2021.1922985.
- Loponte, D., Gascue, A., Bortolotto, N., Carbonera, M., Ferrari, A. & Acosta, A. (2022). Subsistencia y movilidad de los grupos cazadores-recolectores complejos de la margen izquierda del bajo río Uruguay analizada a través de isótopos estables. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos*. En Prensa.
- Métraux, A. (1944). Estudios de etnografía chaqueña. *Anales del Instituto de Etnología Americana*. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, 5, 263-311.
- Milheira, R., T. Attorre, T. & Borges, C. (2019). Constructores de cerritos na Laguna Dos Patos, Pontal da Barra, sul do Brasil: lugar persistente, território e ambiente construído no Holoceno recente. *Latin American Antiquity*, 30 (1), 35-54.
- Muller, L. M., Kipnis, R., Ferreira, M. P., Marzo, S., Fiedler, B., Lucas, M. et al. (2022). Late Holocene dietary and cultural variability on the Xingu River, Amazon Basin: A stable isotopic approach. *PLoS ONE*, 17(8), e0271545.
- Mut, P. & Bracco, R. (2022). Dieta de los constructores de montículos del este de Uruguay, una aproximación biogeoquímica. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos*. En prensa.
- Mutke, J. & Barthlott, W. (2005). Patterns of vascular plant diversity at continental to global scales. *Biol. Skr.* 55, 521-531.
- Oppitz, G. (2022). Contested grounds: a non-binary isotopic approach to sex and gender in precolonial coastal Brazil. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos*. En prensa.
- Oppitz, G., Bastos, M. Q. R., Scherer, L. Z., Lessa, A., Martins, V., Camargo, P. & DeBlasis, P. (2018). Pensando Sobre Mobilidade, Dieta e Mudança Social: Análises Isotópicas no Sítio Armação Do Sul, Florianópolis/SC. *Cadernos do LEPAARQ*, 15, 237-266.
- Palavecino, E. (1933). Los indios Pilagá del río Pilcomayo. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*, XXXVII, 517-582.
- Pestle, W. J. & Colvard, M. (2012). Bone collagen preservation in the tropics: a case study from ancient Puerto Rico. *Journal of Archaeological Science*, 39(7), 2079-2090.
- Prous, A. (1980-1981). Fouilles du Grand Abride Santana do Riacho. *Journal de la Société des Américanistes*, 67, 163-183.
- Ottalagano, F. (2021). Isotopic values of faunal resources exploited by the complex hunter-gatherer groups in the Paraná river ecosystem (South America) during the late Holocene. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 35, 102680.
- Ottalagano, F. & Loponte, D. (2017). Stable isotopes and diet in complex hunter-gatherers in Paraná basin, South America. *Archaeological and Anthropological Science*, 9, 865-877.
- Pearson, A., Bocherens, H., Saliège, J.-F., Paris, F., Zeitoun, V. & Gérard, M. (1995). Early diagenetic evolution of bone phosphate: an x-ray diffractometry analysis. *Journal of Archaeological Science*, 22, 211-221.
- Pearson, A., Bocherens, H., Mariotti, A. & Renard, M. (1996). Diagenetic evolution and experimental heating of bone phosphate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 126, 135-149.
- Pezo-Lanfranco, L. (2018). Evidence of variability in carbohydrate consumption in prehistoric fisherhunter-gatherers of Southeastern Brazil: Spatiotemporal trends of oral health markers. *American Journal of Physical Anthropology*, 167(3), 507-523.
- Pezo-Lanfranco, L. & Colonese, A. C. (2022). Isótopos estáveis em reconstrução paleodietética na costa do Brasil: recomendações para uma agenda de pesquisa arqueológica. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos*. En Prensa.
- Pezo-Lanfranco, L., DeBlasis, P. & Eggers, S. (2018a). Weaning process and subadult diets in a monumental Brazilian shellmound. *Journal of Archaeological Science Reports* 22, 452-469.
- Pezo-Lanfranco, L., Eggers, S., Petronilho, C., Toso, A., da Rocha Bandeira, D., Von Tersch, M., dos Santos, A.M.P., da Costa, B. R., Meyer, R. & Colonese, A. C., (2018b).



- Middle Holocene plant cultivation on the Atlantic forest coast of Brazil? *Royal Society Open Science*, 5, e180432
- Prous, A. (1992). *Arqueologia brasileira*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Ramírez, M., Prevosti, F. J., Acosta, A., Buc, N. & Loponte, D. (2015). On the presence of *Nasua Storr* (Carnivora, Procyonidae) in the Buenos Aires province in the late Holocene. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, n.s.* 17(1), 51-58.
- Rizzo, A. (1968). *Un yacimiento arqueológico en la provincia de Misiones. La Gruta Tres de Mayo*. Tesis doctoral. Rosario: Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias del Hombre. Universidad Nacional de Rosario.
- Rosa, A. O. (2006). A importância dos mariscos na subsistência de antigos grupos indígenas do litoral central do Rio Grande do Sul. *Pesquisas, Antropologia*, 63, 259-288.
- Sabloff, J. & Ashmore, W. (2001). An aspect of archaeology's recent past and its relevance in the New Millennium. En G. Feinman y Price, D. (Eds.), *Archaeology at the millennium* (pp. 11-32). Springer. Nueva York.
- Sangwan, S., Kumar, S. & Goyal, S. (2014). Maize utilisation in food bioprocessing: An overview. En D. P. Chaudhary, S. Kumar, & S. Langyan (Eds.), *Maize: Nutrition dynamics and novel uses* (pp. 119-134). Springer.
- Scheel-Ybert, R. & Boyadjian, C. (2020). Gardens on the coast: Considerations on food production by Brazilian shellmound builders. *Journal of Anthropological Archaeology*, 60, e101211.
- Schmitz, P., Becker, I. B., La Salvia, F., Lazzarotto, D. & Riberio, P. M. (1988). As tradições ceramistas do Planalto Sul-Brasileiro. *Arqueologia no Rio Grande do Sul. Documentos*, 2, 75-130.
- Schneider, F. (2017). *Interpretação do Espaço Guarani: um estudo de caso no sul da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, Rio Grande do Sul, Brasil*. Tesis de Maestría. Lajeado: Universidade do Vale do Taquari, Univates.
- Schneider, F. (2019). *Poder, Transformação e Permanência: a dinâmica de ocupação Guarani na Bacia do Rio Taquari-Antas, Rio Grande do Sul, Brasil*. Tesis doctoral. Lajeado: Universidade do Vale do Taquari, Univates.
- Schneider, F. & Machado, T. N. (2017). Tempo e Espaço Guarani: um estudo acerca da ocupação, cronologia e dinâmica de movimentação pré-colonial na Bacia do Rio Taquari/Antas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 12(1), 31-56.
- Schneider, F. & Machado, T. N. (2020). Organização Regional dos Assentamentos Guarani: uma proposta interpretativa a partir da cerâmica arqueológica. *Habitats*, 18(2), 393-419.
- Schoeninger, M. J. & DeNiro, M. J. (1984). Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48, 625-639.
- Somerville, A. D., Goldstein, P. S., Baitzel, S. I., Bruwelheide, K. L., Dahlstedt, A. C., Yzurdiaga, L., Raubenheimer, S., Knudson, K. J. & Schoeninger, M. J. (2015). Diet and gender in the Tiwanaku colonies: Stable isotope analysis of human bone collagen and apatite from Moquegua, Peru. *American Journal of Physical Anthropology* 158(3), 408-422.
- Sponheimer, M. & Lee-Thorp, J. A. (1999). Oxygen Isotopes in Enamel Carbonate and their Ecological Significance. *Journal of Archaeological Science*, 26, 723-728.
- Surovell, T. A. (2000). Radiocarbon dating of bone apatite by step heating. *Geoarchaeology*, 15(6), 591-608.
- Surovell, T. A. & Stiner, M. C. (2001). Standardizing infra-red measures of bone mineral crystallinity: An experimental approach. *Journal of Archaeological Science*, 28, 633-642.
- Susnik, B. (1982). *Los aborígenes de Paraguay*. Asunción: Museo Etnográfico Andrés Barbero.
- Tatar, A-S., Ponta, O. & Kelemen, B. (2014). Bone diagenesis and ftir indices: a correlation. *Studia Universitatis Babeş-bolyai Biologia*, LIX, 1, 101-113.
- Toso, A., Hallingstad, E., McGrath, K., Fossile, T., Conlan, C., et al. (2021). Fishing intensification as response to Late Holocene socio-ecological instability in southeastern South America. *Scientific Report*, 11, e23506.
- Trigger, B. G. (1968). The Determinants of Settlement Patterns. En K. C. Chang (Ed.), *Settlement Archaeology* (pp. 53-78). Palo Alto: National Press.
- Trueman, C. N., Privat, K. & Field, J. (2008). Why do crystallinity values fail to predict the extent of diagenetic alteration of bone mineral? Beyond documenting diagenesis: The fifth international bone diagenesis workshop. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, 266(3-4), 160-167.
- Ubelaker, D., Katzenberg, M. A. & Doyon, L. G. (1995). Status and diet in precontact highland Ecuador. *American Journal of Physical Anthropology* 97, 403-411.
- Van Klinken, G. J. (1999). Bone Collagen Quality Indicators for Paleodietary and Radiocarbon Measurements. *Journal of Archaeological Science*, 26, 687-695.
- Vogel, J. & van der Merwe, N. (1977). Isotopic evidence for early maize cultivation in New York State. *American Antiquity*, 42(2), 238-242.
- Willis, A. & Oxenham, M. (2016). Reconstructing diet at An son and Hoa Diem: Implications for understanding Southeast Asian subsistence patterns'.



- En M. Oxenham & H. R. Buckley (Eds.), *The Routledge Handbook of Bioarchaeology in Southeast Asia and the Pacific Islands* (pp. 137-157). London and New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- Wright, L. E. & Schwarcz, H. P. (1996). Infrared and isotopic evidence for diagenesis of bone apatite at Dos Pilas, Guatemala: palaeodietary implications. *Journal of Archaeological Science*, 23, 933-944.
- Zazzo, A. & Saliège, J. F. (2011). Radiocarbon dating of biological apatites: A review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 310(1-2), 52-61.