



**FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA**

**TESIS DOCTORAL:**

**Caracterización de las poblaciones prehistóricas de las  
Islas Canarias Occidentales a través del estudio de  
Isótopos estables en restos óseos.**

Elías Sánchez Cañadillas

febrero 2021

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

La Doctora Dña. Matilde Arnay y el Doctor D. Luis Rafael Galindo Martín directores de la tesis doctoral presentada por el licenciado D. Elías Sánchez Cañadillas.

Certifican que:

D. Elías Sánchez Cañadillas, ha realizado bajo su dirección el trabajo de investigación correspondiente a la Tesis Doctoral: ***Caracterización de las poblaciones prehispánicas de las Islas Canarias Occidentales a través del estudio de Isótopos estables en restos óseos.***

Revisado el trabajo, estiman que puede ser presentado para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura y defensa.

Para que así conste y surta los efectos oportunos, en el cumplimiento de las disposiciones vigentes, extienden y firman el presente certificado en La Laguna a 17 de febrero de 2021.

Matilde Arnay de la Rosa



Luis Rafael Galindo Martín



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilera  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

*A mi madre.*



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Resumen:**

El objetivo de esta tesis doctoral, titulada *Caracterización de las poblaciones prehispanicas de las Islas Canarias Occidentales a través del estudio de Isótopos estables en restos óseos*, consiste en la interpretación de los patrones alimentarios y posibles recursos consumidos de las poblaciones antiguas de las islas de La Gomera, La Palma y Tenerife, mediante la elaboración de análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno en el colágeno de restos óseos de los antiguos habitantes de canarias. La información de esta tesis es presentada en tres secciones, correspondientes a los resultados de cada isla, y en ellas se explican diversos casos de estudio en relación con la comparación de los datos isotópicos con otras categorías de análisis. Además, se incluye una sección con resultados generales, puesta en valor de los análisis realizados, y posibles aplicaciones de futuro.

El estudio de esta tesis revela una dependencia de los aborígenes de canarias de recursos animales y vegetales traídos a las islas desde el continente africano, que transformaron el medio para adecuarlo a sus necesidades, además de, en menor medida, el consumo de especies vegetales y animales silvestres, de entre las que destaca la recolección marina. Sin embargo, existen diferencias interinsulares, entre regiones de cada isla, y cronológicas que deben ser tenidas en cuenta para entender los procesos de adaptación y cambio de estas sociedades al medio, y del medio a estas sociedades.

Dado que esta tesis se solicita con una mención internacional, tanto el resumen como las conclusiones son presentados en español e inglés. Del mismo modo, al final de esta tesis doctoral se pueden encontrar dos Anexos que contienen, en primer lugar, la sección de resultados completamente traducida al inglés, y, en segundo lugar, un artículo de investigación titulado *Dietary changes across time: studying the indigenous period of La Gomera using  $\delta^{13}C$  and  $\delta^{15}N$  stable isotope analysis and radiocarbon dating*, publicado en la revista internacional *American Journal of Physical Anthropology* que forma parte de esta misma tesis doctoral.

**Palabras clave:** Isótopos estables, carbono, nitrógeno, Islas Canarias, carbono-14, cambio climático, adaptación,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Abstract:**

The main objective of this doctoral thesis, titled: *Characterization of the prehispanic population of the Western Canary Islands using stable isotope analysis on human remains* consists of the interpretation of dietary patterns and possible consumed natural resources by the ancient populations of the islands of La Gomera, La Palma, and Tenerife using carbon and nitrogen stable isotope analysis in human bone collagen. The information presented in this doctoral thesis is organized in three sections, each one corresponding to the results of each island, with several case studies that involve relating the isotopic information with other variables. Moreover, a general results section is included, which also contains a revision of the analysis and possible future application and improvements of this technique.

This study reveals that the main animal and vegetable species eaten by the indigenous population were those originally brought from the African continent, which helped transform the environment to suit their needs. Also, although less important, was the consumption of wild plant and animal species, especially marine seafood. However, there are differences between the consumption of these sources between islands, between regions inside the islands, and across time that must be acknowledged to better understand the adaptation and change of these societies to the environment, and vice-versa.

Given the fact that this doctoral thesis solicits an international mention, both the abstract and the conclusions are presented in this text in Spanish and English. Moreover, at the end of the main text of this thesis, two annexes can be found, one containing the results section translated into English, and the second one containing a research paper titled *Dietary changes across time: studying the indigenous period of La Gomera using  $\delta^{13}C$  and  $\delta^{15}N$  stable isotope analysis and radiocarbon dating*, published in the *American Journal of Physical Anthropology*.

**Keywords:** Stable isotopes, carbon, nitrogen, Canary Islands,  $^{14}C$ , climatic change, adaptation.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Agradecimientos:**

La arqueología, al igual que todas las disciplinas científicas, es un trabajo colectivo. Mientras excavamos, prospectamos, y analizamos el material (y a los seres humanos) de un tiempo anterior al nuestro, pretendemos dar explicaciones sobre sus modos de vida, formas de interactuar con su entorno, y características culturales. Este no es un trabajo que pueda recaer en los hombros de un solo individuo, la figura de Atlas no tiene cabida en la ciencia, y todos los investigadores saben que su trabajo se debe al esfuerzo de generaciones pasadas, del mismo modo, sus resultados servirán para contribuir al trabajo de generaciones futuras, pues el conocimiento tiende a reproducirse a sí mismo.

Como trabajadores del patrimonio, tenemos la responsabilidad de trasladarle a la sociedad nuestros hallazgos, la ciencia carece de sentido si no es explicable a toda la población, por ello, nuestro trabajo colectivo debe de ser además transparente, puesto que nuestro objeto de estudio es, además, el pasado de la sociedad, un pasado que tenemos la responsabilidad de comprender y transmitir.

Esta tesis doctoral, una pequeña gota en el océano que es el conocimiento sobre los Antiguos Canarios, no podría haber sido realizada sin el trabajo previo de decenas de personas que tuvieron, en sus manos y en sus mentes, algo que aportar sobre el conocimiento del patrimonio de esas islas. Y del mismo modo, toda la información que se encuentra en estas páginas no tiene ningún dueño, pues es fruto último de este trabajo colectivo, y propiedad de la ciudadanía.

Sin embargo, existe un gran número de personas a los que este trabajo debe su existencia, y a ellos se les debe un merecido reconocimiento.

En primer lugar, la génesis de este trabajo se debe a Matilde Arnay de la Rosa y a Luis Rafael Galindo Martín, ellos plantaron la primera semilla de este trabajo, y proporcionaron los consejos y la infraestructura necesaria para que se desarrollase en buen término, y por ello les estoy y estaré siempre eternamente agradecido. También, dentro de las personas indispensables para que esta tesis llegase a buen término hay que mencionar a Emilio González Reimers, cuyos consejos y ayudas en el análisis de datos han sido cruciales para poder interpretar la información de estas páginas.

Al respecto del análisis isotópico, Nemesio Pérez, y Eleazar Padrón han constituido dos auténticos ejemplos de praxis científica y voluntad de colaboración, sin su ayuda en lo referente

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

a todo lo relacionado con las técnicas de espectrometría de masas y análisis elemental, esta tesis no podría haberse realizado.

La Universidad de La Laguna, como institución, y como centro no solo educativo, sino como sede del conocimiento académico, y su profesorado, le han aportado muchísimo a esta tesis doctoral, tanto en los aspectos formativos, como experimentales. La persona que escribe estas líneas de debe su formación a los profesores de las Unidades de Prehistoria y Arqueología, en especial, a Esther Chávez Álvarez, que fue quien, por medio de la campaña de excavación de Pollentia, hace ya diez años, me enseñó a valorar y a disfrutar enormemente de la arqueología. Del mismo modo, Carolina Malloll ha sido una enorme inspiración académica y personal. Y también a Juan Francisco Navarro Mederos, quien ha constituido para mí siempre el ejemplo a seguir en cuanto a la arqueología de las Islas Canarias, y no podría pensar en alguien mejor para buscar orientación y consejo sobre cómo abordar un yacimiento o una cuestión metodológica referida al archipiélago.

También es necesario mencionar los enormes ánimos y apoyo prestados desde la Unidad de Historia Antigua, en concreto, los consejos y formación aportada por Francisco Díaz de Velasco, y la inestimable presencia y ayuda de Miguel Ángel Molinero Polo.

Por supuesto, no podríamos olvidar al departamento de Geografía, y a los inagotables debates y charlas sobre los antiguos canarios con Constantino Criado Hernández.

El departamento de química analítica de la Universidad de La Laguna también ha aportado muchísimo a esta tesis doctoral, especialmente los consejos prácticos y apoyo que los profesores José Elías Conde González, Eladia Peña Méndez, y Guillermo González Hernández, que siempre estuvieron dispuestos a echar una mano en los laboratorios y ayudar a ese arqueólogo desubicado en las instalaciones del departamento.

También, desde el departamento de Bioquímica, Microbiología, Biología Celular y Genética, Rosa Irene Fregel Lorenzo ha sido fuente de inspiración, de aporte de conocimiento, y de consejos durante todo el desarrollo de esta tesis doctoral, además de eternos debates sobre cine de los ochenta.

Desde la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, que participa también en este programa de doctorado, hay que agradecer también los enormes esfuerzos (y paciencia) de Amelia Rodríguez Rodríguez, Paloma Vidal, Jacob Morales, y Jonathan Santana, ustedes, sus consejos, y su investigación han aportado una calidad enorme a la información presentada en esta tesis, y espero de todo corazón que vean su trabajo debidamente reflejado en estas páginas.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Existe otra institución que ha estado siempre presente durante el desarrollo de esta tesis, el Museo Arqueológico de La Gomera, representado, como no podía ser de otra forma, por Juan Carlos Hernández Marrero. Estas líneas no le hacen justicia a todo el respeto y el cariño que te tengo, amigo, y nunca podré dejar de agradecerte no solo la ayuda y consejo que me has dado, que ha sido muchísima, sino también las reflexiones sobre nuestra disciplina, las visitas a los yacimientos, y los paseos por La Gomera con Inma y Darío.

También, los compañeros de doctorado merecen agradecimiento, nos hemos formado conjuntamente, y hemos sido fuentes mutuas de enseñanza y aprendizaje. Ramón Cebrián, Samuel James, Santiago Sossa, Selene Rodríguez, Emilio Vacas, Javier González, Fátima Mesa y Kelly Leonardo, ustedes han sido los mejores compañeros que se podría querer, y, aunque muchas veces haya sido para afrontar obstáculos administrativos, me alegro de haber compartido este tiempo con ustedes.

Desde fuera de Canarias, debo también agradecer a los investigadores que, a través de su experiencia y consejos, me han ayudado a llegar hasta aquí, Ainara Sistiaga, Zita Laffranchi, Marco Milella, Julia Beaumont, Marise Gorton, Antonio Delgado Huertas, Arsenio Granados Torres y Sylvia Jiménez han sido enormes ejemplos de profesionalidad, buena praxis y apoyo durante esta tesis doctoral.

Existe un aprecio y un respeto especialmente distinguido para cuatro personas que han sido maestros, compañeros, y amigos, tanto en la praxis arqueológica durante estos años, como en la vida. Ithaisa Abreu, Carlos García, Sandra Cancel y Efraín Marrero han sido y son tanto un referente de profesionalidad en nuestra disciplina, como ejemplos a seguir en lo personal. Creo que no he compartido más tiempo de campo con nadie más que con ustedes, y deben saber que han sido cruciales en mi formación como arqueólogo, y como persona. Muchísimas gracias por todo.

Dentro de este grupo tengo que dedicarle unas palabras en especial a Jared Carballo. No se ya en cuantos proyectos, artículos, excavaciones, congresos y un largo etcétera hemos participado juntos, me gustaría hacerte saber que ha sido una alegría haberte encontrado y compartir este camino contigo, aunque lo sabes ya de sobra.

Alejandra Calderón, también has estado, desde que nos conocemos, intrínsecamente ligada a esta investigación, tanto por tu aporte profesional, como el personal. A tu buen humor y a tu sonrisa hay que agradecerles por separado, puesto que han sido fundamentales en los momentos en los que no le veía final a este trabajo. Has estado ahí siempre para apoyarme, y espero haber respondido, y responder en el futuro de igual manera.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Por supuesto, como no podía ser de otra manera, tengo que agradecerte, Hacomar Ruiz, tu inquebrantable amistad. Nos licenciamos juntos en Historia, e hicimos el Máster de Arqueología también a la par, has sido el mejor compañero de clase, de estudio, de cuadrícula, de prospección, de senderismo, y de fiesta que he tenido. Pero eso ya lo sabes tú, porque poco se puede añadir a una amistad que lleva ya trece años sin perder aplomo, y que espero que dure tanto como la paciencia que tenemos el uno con el otro.

No se me olvidan todos los amigos que no han tenido participación directa en esta tesis, aunque sí han formado parte de mi vida durante estos años. Pedro, Nazareth, Sergio, Samuel, Rocío, Enrique, Javier, Miriam, Nicolás, Camila, Airam, Santi, Cintia, Carla, Cristina, Verónica, Ricardo, María, Yeray y Víctor. No se me olvidan ustedes dos, José Carlos y Alexis, que ya no están entre nosotros.

Hay otros muchos nombres que podría poner en esta lista, pero el que jamás podría dejar de poner es el tuyo, Puri Marín, que has sido la persona que me inspiró y me dio ánimos para comenzar este recorrido, y siempre tendrás un lugar especial en mi corazón.

Por último gracias, Mamá, Cristina y Tomás, a ustedes tres les dedico esta tesis, porque son las personas más importantes de mi vida.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Índice de Contenidos:**

<b>Introducción.....</b>	<b>12</b>
0.1 Introducción.....	13
0.1.1 Antecedentes: Los inicios de la antropología en Canarias en el siglo XIX.....	14
0.1.2 Los inicios de la arqueología: Desde inicios del siglo XX hasta los años 80.....	16
0.1.3 Los estudios de bioantropología, desde los años 80 hasta la actualidad.....	19
0.2 Objetivos de la tesis doctoral.....	20
0.3 Metodología.....	23
0.4 Limitaciones de este trabajo.....	25
0.5 Desarrollo de la tesis doctoral.....	27
0.6 Referencias (Introducción).....	31
<b>Sección I: Los Isótopos estables.....</b>	<b>35</b>
I.1 Los isótopos estables.....	36
I.1.1 La estructura de un átomo.....	36
I.1.2 Los Elementos Químicos.....	38
I.1.3 Los isótopos.....	39
I.1.4 Isótopos estables e isótopos radioactivos.....	40
I.1.5 Abundancia natural de los isótopos.....	40
I.1.6 La expresión delta.....	42
I.1.7 Los estándares de referencia.....	43
I.1.8 Fraccionamiento isotópico.....	45
I.2 Principales isótopos de estudio.....	46
I.2.1 Hidrógeno.....	46
I.2.2 Oxígeno.....	46
I.2.3 Carbono.....	47
I.2.4 Nitrógeno.....	49

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

I.3 Los isoscapes.....	50
I.4 Análisis Elemental.....	51
I.5 Espectrómetro de Masas de Relaciones Isotópicas (IRMS).....	53
I.5.1 Bulk Stable Isotope Analysis.....	53
I.5.2 Compound Specific Stable Isotope Analysis.....	53
I.6 Referencias (Sección I) .....	54
<b>Sección II: Material y Métodos.....</b>	<b>57</b>
II.1 El registro óseo: Composición y Formación.....	58
II.1.1 Composición del hueso.....	58
II.1.2 Formación del hueso.....	60
II.1.3 Composición de Los dientes.....	61
II.1.4 Formación de los dientes.....	62
II.1.5 Preservación de colágeno en huesos y dientes arqueológicos.....	62
II.1.6 Indicadores de calidad del colágeno.....	64
II.2 Extracción y toma de muestras.....	66
II.2.1 Extracción de la muestra.....	66
II.2.2 Limpieza y preservación de la muestra.....	68
II.3 Métodos de pretratamiento.....	68
II.3.1 Método propuesto por Ambrose (1990) .....	68
II.3.2 Método propuesto por Beaumont et al. (2013) .....	71
II.4 Referencias (Sección II) .....	73
<b>Sección III: Estudio de Isótopos estables de la población aborigen de La Gomera.....</b>	<b>75</b>
III.1 Los estudios arqueológicos de La Gomera.....	76
III.2 Antropología de los aborígenes de La Gomera.....	77
III.3 Los Gomereros y su interacción con el Medio.....	78

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

III.3.1 La Ganadería.....	78
III.3.2 La recolección de especies marinas.....	79
III.3.3 Las especies vegetales: Agricultura.....	80
III.3.4 Las especies vegetales silvestres.....	80
III.3.5 Los animales silvestres.....	83
III.4 Material y Métodos.....	83
III.4.1 El registro antropológico de La Gomera.....	83
III.4.2 La Contextualización del registro funerario: Dataciones Radiocarbónicas.....	85
III.4.3 Selección de muestras y pretratamiento.....	93
III.4.4 Primer grupo muestral.....	93
III.4.5 Segundo grupo muestral.....	94
III.5 Consideraciones respecto a los diferentes métodos de pretratamiento y análisis empleados	
III.5.1 Cantidad porcentual de colágeno por método de pretratamiento.....	98
III.5.2 Cantidad porcentual de carbono por método de pretratamiento.....	98
III.5.3 Cantidad porcentual de nitrógeno por método de pretratamiento.....	99
III.5.4 Ratio de carbono:nitrógeno por método empleado.....	100
III.6 El análisis de isótopos estables de la población aborigen de La Gomera.....	102
III.7 Análisis isotópico de ovicápridos de La Gomera.....	106
III.8 Resultados.....	108
III.8.1 Criterios de calidad de la muestra.....	108
III.8.2 Isotopos estables.....	109
III.8.3 Los isotopos estables en relación con el sexo.....	111
III.8.4 Los isótopos estables en relación con la edad.....	112
III.8.5 Los isótopos estables de La Gomera en relación con las áreas de enterramiento.....	112

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

III.8.6 <i>Los isótopos de carbono y nitrógeno en relación con los datos cronológicos de La Gomera.....</i>	113
III.9 Valoración de los Resultados.....	117
III.9.1 <i>Comparativa entre los isótopos de los seres humanos y los ovicápridos.....</i>	117
III.9.2 <i>Comparativa entre los datos isotópicos por sexo.....</i>	117
III.9.3 <i>Diferencias en la dieta a través del tiempo.....</i>	118
III.9.4 <i>Los isotopos de carbono y los cambios en el clima.....</i>	119
III.9.5 <i>Las fuentes, el registro arqueológico y los isótopos estables.....</i>	121
III.10 Referencias (Sección III) .....	124
<b>Sección IV: Estudio de Isótopos Estables de La población aborigen de La Palma.....</b>	<b>131</b>
IV.1 Los estudios arqueológicos en La Palma.....	132
IV.2 Antropología de los aborígenes de La Palma.....	134
IV.3 Los Auaritas y su interacción con el Medio.....	135
IV.3.1 <i>La Ganadería.....</i>	135
IV.3.2 <i>La recolección de especies marinas.....</i>	136
IV.3.3 <i>Las especies vegetales: Agricultura.....</i>	137
IV.3.4 <i>Las especies vegetales silvestres.....</i>	138
IV.4 Material y métodos.....	140
IV.4.1 <i>El registro antropológico de La Palma.....</i>	140
IV.4.2 <i>La necrópolis del Espigón.....</i>	141
IV.4.3 <i>La Necrópolis de la Cucaracha.....</i>	142
IV.4.4 <i>Selección de muestras y pretratamiento.....</i>	143
IV.5 Resultados.....	146
IV.5.1 <i>Criterios de Calidad de la muestra.....</i>	146
IV.5.2 <i>Los datos isotópicos de La Cucaracha.....</i>	151

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

IV.5.3 Isótopos estables.....	152
IV.5.4 Análisis de Isotopos estables por yacimientos.....	152
IV.6 Valoración de los resultados.....	154
IV.6.1 Los vegetales.....	154
IV.6.2 El consumo animal.....	156
IV.6.3 ¿Variaciones locales o variaciones temporales?.....	157
IV.6.4 La necrópolis de La Cucaracha.....	158
IV.7 Referencias (Sección IV).....	158
<b>Sección V: Estudio de Isótopos Estables de La población aborigen de Tenerife.....</b>	<b>162</b>
V.1 Los precedentes arqueológicos de Tenerife.....	163
V.2 Antropología de los aborígenes de Tenerife.....	166
V.3 Los Guanches y su interacción con el Medio.....	167
V.3.1 La Ganadería.....	167
V.3.2 La recolección de especies marinas.....	168
V.3.3 Las especies vegetales: Agricultura.....	169
V.3.4 Las especies vegetales silvestres.....	170
V.4 El Estudio Isotópico del Barranco del Agua de Dios (Tegueste).....	172
V.5 Material y método.....	175
V.6 Resultados.....	178
V.6.1 Comparativa por sexos.....	179
V.6.2 Comparativa entre los datos antropométricos y los isótopos estables.....	181
V.6.3 Comparativa mediante regresiones lineales.....	182
V.7 Valoración de los Resultados.....	183
V.8 El Estudio Isotópico de la Dentina Incremental de los restos funerarios de Las Cañadas del Teide.....	185

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

V.8.1 Las cuevas funerarias analizadas en este estudio.....	187
V.9 El estudio de la Dentina Incremental.....	188
V.9.1 Material y método.....	191
V.9.2 Tratamiento de muestras.....	195
V.10 Resultados.....	196
V.10.1 Análisis individual del patrón de dieta de los individuos muestreados.....	196
V.11 Valoración de los Resultados.....	208
V.12 Estudio comparativo entre la dieta de un entorno local (Bco del Agua de Dios) y un entorno supralocal (Las Cañadas del Teide).....	212
V.13 Referencias (Sección V).....	214
<b>Sección VI: Resultados.....</b>	<b>222</b>
VI.1 Comparativa de los datos isotópicos entre Islas.....	223
VI.2 Los resultados de isótopos estables de las islas occidentales en relación con el sexo de los aborígenes.....	243
VI.3 El registro isotópico de las fuentes de alimentación.....	248
VI.4 Valoración de los resultados.....	254
VI.5 El uso del software bayesiano FRUITS (Food Reconstruction Using Isotope Transferred Signals) para la reconstrucción de la dieta de los aborígenes de Canarias.....	256
VI.5.1 Un caso de discriminación por priors en FRUITS.....	257
VI.5.2 Diferencias interinsulares en la dieta de los aborígenes canarios empleando criterios estadísticos bayesianos (FRUITS).....	260
VI.6 Referencias (Sección VI) .....	264
<b>Sección VII: Conclusiones.....</b>	<b>268</b>
<b>Sección VIII: Colonización y Resiliencia.....</b>	<b>278</b>

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865      Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

# INTRODUCCIÓN

---

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

### **0.1 Introducción:**

El presente trabajo, titulado *Caracterización de las poblaciones prehispánicas de las Islas Canarias Occidentales a través del estudio de isótopos estables en restos óseos* surge dentro del contexto de las actividades del actual grupo de investigación vinculado a la Universidad de La Laguna: **Bioantropología, paleopatología, dieta y nutrición en poblaciones antiguas, influencias del medio (BAPADNNPA)**. Este grupo de investigación, liderado por Matilde Arnay de La Rosa, tiene como objetivo responder a preguntas acerca de los antiguos pobladores de las Islas Canarias mediante el uso de diversas técnicas relacionadas con la arqueología y la antropología desde una perspectiva interdisciplinar, combinando el análisis macroscópico, la genética, los estudios de elementos traza, y los isótopos estables.

Este trabajo pretende responder igualmente a diversas preguntas acerca de la alimentación de los aborígenes de Canarias, y como influyeron cuestiones como la adaptabilidad al medio y las conductas socioculturales en esta dieta desde la llegada de estos grupos humanos al archipiélago hasta la finalización de la forma de vida indígena tras la conquista de las Islas Canarias a finales del siglo XV. El objeto de estudio son los restos humanos de aborígenes de las Islas Canarias Occidentales, esta selección se debe a la complejidad de los procesos de formación y habituación del doctorado a la técnica empleada, los tiempos de obtención y preparación de muestras, y el coste de dichos análisis, que han llevado a la necesidad de acotar el proceso de muestreo a tres de las Islas Canarias Occidentales, Tenerife, La Palma y La Gomera.

Hay que entender, que esta investigación, que intenta aportar nuevos conocimientos sobre los modos de vida de la población estudiada, se sustenta en las contribuciones y los esfuerzos previos de los diversos profesionales de la antropología y la arqueología en Canarias, al constante desarrollo de estas disciplinas, y a la incorporación de nuevas metodologías y técnicas de análisis, como la que nos ocupa, que, mediante la respuesta a preguntas concretas, contribuyen a profundizar en la reconstrucción científica de la sociedad aborigen de Canarias.

#### **0.1.1 Antecedentes: Los inicios de la antropología en Canarias en el siglo XIX:**

El estudio de los aborígenes se inicia en gran parte al interés que suscitan los propios cuerpos de los antiguos pobladores de Canarias, desde la conquista de las islas se conoce la forma de enterramiento de los indígenas en cuevas naturales, con una preparación específica que permitía su momificación o “mirlado”, y una mortaja compuesta de pieles sujetas al cuerpo (Alberto Barroso et. al, 2013; Méndez Rodríguez, 2014) Sin embargo, no es hasta comienzos del siglo XIX cuando aparece un marcado interés científico por conocer a los canarios del pasado, aunque expresado en la forma de gabinetes y colecciones privadas, que no dejan de ser

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

curiosidades adscritas al campo de la "Historia Natural". Un ejemplo relevante lo constituye el "Museo Casilda" en Tacoronte, en 1840, creado por Sebastián Pérez Yanes y cuyos objetos arqueológicos provenían de la compra de otras colecciones. Esta actividad, la de la compra de objetos arqueológicos, será la forma en que se inicien muchas colecciones privadas y públicas, y también será la forma en que cese de existir el "Museo Casilda", debido a la compra por un coleccionista argentino de la gran mayoría de sus restos arqueológicos en 1889.

Los restos antropológicos aborígenes son posiblemente el elemento más preciado de estas colecciones, referidos en los textos como "momias". Aunque no serán los únicos elementos arqueológicos que compongan grandes colecciones; en el Puerto de la Cruz, Ramón Gómez poseía una de las mayores colecciones de cerámica aborigen (Farrujia de la Rosa, 2010).

Hay que destacar, sin embargo, que las colecciones de este tipo no se circunscriben al ámbito privado, y diversas instituciones, como el Instituto de Canarias de La Laguna, actualmente Instituto Cabrera Pinto, contó con un Museo de Historia Natural, en el que se conservaban diversos restos humanos y elementos de la cultura material, entre ellos la parte inferior de una momia de procedencia incierta.

Este ímpetu coleccionista y de creación de gabinete se vería acompañado de unas primeras aproximaciones al conocimiento científico mediante el estudio y descripción de los ítems arqueológicos, especialmente por medio de los naturalistas y (posteriormente) académicos franceses. La primera de estas obras es "*Essais sur les Îles Fortunees et l'Atlantique Atlantide ou precis de l'histoire general de l'archipel des Canaries*", escrito por Jean Baptiste Bory de Saint-Vicent en 1803, en esta obra se hace una primera hipótesis científica mediante el estudio de evidencias materiales, siendo esta una hipotética relación entre Canarias, Egipto y Siria, producto, también, del auge de estudios arqueológicos franceses en ambas regiones (Farrujia de la Rosa, 2010). Aunque, sin duda, cabe destacar la aportación de S. Berthelot, considerado en cierto modo el precursor de los estudios científicos de arqueología y antropología en Canarias (Navarro Mederos, 1997), responsable además de la presencia de R. Verneau en el Archipiélago (Diego Cuscoy, 1971, 1975).

La influencia francesa continuaría predominando en el estudio de los antiguos canarios, especialmente tras el descubrimiento del hombre de Cromañón en 1869 por parte de Luis Lartet. A partir de entonces comienza el ímpetu por comparar los restos humanos de Canarias con el recién descubierto fósil europeo, lo que llevaría a Sabino Berthelot a enviar en 1877 algunos restos humanos a París para su estudio. La repercusión de esos primeros estudios motivó la presencia en las islas de René Verneau, profesor del Museo de Historia Natural y presidente del

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Instituto Francés de Arqueología (entre otros muchos méritos), y el comienzo de sus trabajos antropológicos sobre los restos aborígenes disponibles en las islas.

Durante sus seis estancias en el Archipiélago, Verneau define varios tipos antropométricos basados en las características del cráneo, y definirá el tipo “cromañoide”, que, según sus estudios, era especialmente abundante en Tenerife y La Gomera.

Como elementos ajenos al intervencionismo francés, aunque muy influenciados por la antropología francesa, también debemos destacar a Juan Bethencourt Alfonso, fundador del *Gabinete Científico de Santa Cruz de Tenerife* en 1877, a Rosendo García Ramos y Breillard, Agustín Millares Torres, y por supuesto al doctor Gregorio Chill y Naranjo (Farrujia de la Rosa, 2010). Estos autores tienen como principal elemento vertebrador el definir a que adscripción cultural o “momento evolutivo” en la prehistoria se puede ligar a los antiguos pobladores del archipiélago, debido a la carencia de elementos de metal. Por ello, surge entonces el concepto del Neolítico de Canarias, que tendrá una gran aceptación en los inicios de la investigación arqueológica canaria (Diego Cuscoy, 2008).

Desde finales del siglo XIX y el descubrimiento del llamado hombre de Cromañón, existe un interés en asociar al aborigen con esta raza prehistórica, que ya hemos mencionado tiene un subtexto político, y esto influenciará a los estudiosos autóctonos, generando una línea de pensamiento que tendrá siempre como punto de partida la asociación del aborigen con el hombre de Cromañón. Gregorio Chill y Naranjo publicará sus *“Estudios históricos, climáticos y patológicos de las Islas Canarias”* (1876) en donde defenderá esta vinculación con los cromagnoides europeos.

0.1.2 Los inicios de la arqueología: Desde inicios del siglo XX hasta los años 80:

El siglo XX tendrá como su primer gran exponente en los avances de la antropología canaria a Ernst Hooton, y su obra titulada *“Los primitivos habitantes de las islas canarias”* (1925, 2005 su versión en español). En ella, Hooton introduce el tipo “mediterranoide”, que tendría un origen africano, en oposición al “cromañoide” anteriormente descrito (Rodríguez Martín y Martín Oval, 2009).

La arqueología canaria no verá grandes avances hasta la creación, en 1941, de las Comisarias Provinciales de Excavaciones Arqueológicas por parte del gobierno franquista, presidida por Julio Martínez Santa-Olalla. Se crean entonces en Canarias dos comisarías provinciales, una en Santa Cruz de Tenerife, y otra en Gran Canaria. Adicionalmente a esta creación, y como interés en generar una línea de estudio enfocada en la unificación política del

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

pasado aborigen y el de los territorios norteafricanos controlados por el Estado, José Pérez de Barradas había defendido en los años 30 un sustrato común para todas las islas, emparentado con el Sahara.

Adicionalmente a esta creación, José Pérez de Barradas había defendido en los años 30 un sustrato común para todas las islas, emparentado con el Sahara. Estos planteamientos se han enmarcado en el interés que existía en esos momento en generar una línea de estudio enfocada a la unificación política del pasado aborigen y de los territorios norteafricanos controlados por el Estado (Farrujia de la Rosa, 2010).

Martínez Santa-Olalla actuará como tutor y supervisor de Sebastián Jiménez Sánchez, de Juan Álvarez delgado y de Luis Diego Cuscoy, los dos últimos se sucederían en la Comisaría Provincial de Tenerife, mientras que Jiménez Sánchez se encargaría de la de Gran Canaria. En los comienzos de la investigación de Diego Cuscoy se planteará, muy en la línea de lo dicho por Pérez de Barradas, una cultura de *sustrato común* o “pancanaria”, aunque posteriormente, en sus propios estudios, Cuscoy argumentaba la posibilidad de que, sobre esta cultura de sustrato se hubiesen insertado otras poblaciones mediante oleadas migratorias (la atlántica y la mediterránea), que generarían, mediante el aislamiento, dos grupos de islas culturalmente diferentes (las islas occidentales y las orientales) (Diego Cuscoy, 1953).

Se puede afirmar sin cautela que Cuscoy es el primer arqueólogo que investiga a fondo Tenerife. Primero, por su gran actividad de campo, destacada por unas primeras prospecciones sistematizadas, que no solo se centran en acudir a los lugares sugeridos por los informantes, sino que además se orientan al reconocimiento integral del terreno (Alberto Barroso et. al, 2006). Y posteriormente, por sus “recuperaciones” y excavaciones iniciales, que aunque no tuvieran la precisión metodológica que luego se exigiría, aportaron una importante información sobre la forma de vida guanche (Soler, 2010). De todas las zonas visitadas por Diego Cuscoy, Las Cañadas del Teide siempre tuvieron una consideración especial, y fue quien propuso, por vez primera, el posible uso comunal de la región central de la isla definiendo las características de sus principales yacimientos (Diego Cuscoy, 2008, 1968).

Sus primeras excavaciones serán plasmadas en la monografía “Excavaciones Arqueológicas en Tenerife (Canarias). Plan nacional 1944-1945”, publicadas por Juan Álvarez Delgado, quien era por aquel entonces Comisario Provincial, aunque redactadas por Cuscoy, que había excavado ya en toda la provincia occidental. Cuscoy, por su parte, publicará su primera obra descriptiva sobre el mundo aborigen en 1951, titulada “El determinismo geográfico y la habitación del aborigen de las Islas Canarias” (Diego Cuscoy, 1951). Además de esto, seguirá

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

excavando (y publicando sus hallazgos), como atestiguan las memorias de Roque Blanco (1960), la “Cueva sepulcral nº4” del Barranco del Agua de Dios (1964) y otras tres cuevas sepulcrales en las Cañadas del Teide (1965). Posteriormente, Diego Cuscoy será director del Museo Arqueológico de Tenerife hasta su fallecimiento, y se verá muy influenciado por las investigaciones antropológicas llevadas a cabo por I. Schwidetzky, cuyas principales obras en Canarias (1963 y 1975) se publicaron en las series del Museo Arqueológico de Tenerife.

Las clasificaciones tipológicas y de base raciológica de los restos aborígenes continuarán en la década de los 60 con los trabajos de Ilse Schwidetzky y Miquel Fusté. Schwidetzky, que pertenece a la escuela alemana de antropología física, propone que la mayoría de la población canaria tendría una “mezcla” de los tipos “mediterranoide” y “cromañoide” (Rodríguez Martín y Martín Oval, 2009). Además, la década de los 60 e inicios de los setenta estarán marcadas por los estudios de Juan Millares Torres y el desarrollo de la paleopatología como disciplina antropológica. Millares Torres realizará algunas aproximaciones al estilo de vida de las poblaciones prehistóricas. Según Conrado Rodríguez Martín, es un autor pionero en el estudio paleopatológico no solo en Canarias, sino también en España (Rodríguez Martín y Martín Oval, 2009).

En 1968 se crea la Inspección General de Excavaciones Arqueológicas, adscrita al Museo Arqueológico Nacional de Madrid, que sustituye a la Comisaría de Excavaciones Arqueológicas. Además, se creará en ese mismo año el Departamento de Arqueología, Prehistoria y Etnología, al que se incorporará Manuel Pellicer, Catedrático Agregado de Prehistoria y Arqueología.

La celebración en Canarias del V Congreso Panafricano de Prehistoria y Estudios del Cuaternario y del Simposio del Hombre de Cro-Magnon, auspiciado por Luis Diego Cuscoy, dejó firmemente asentada la idea de la indiscutible relación histórica del poblamiento aborigen de las islas y el Norte de África. No obstante, aún prevalecía la idea de conectar a los aborígenes canarios con los cromagnoides, en este caso con su variante norteafricana, (Mecta-Afalou) (Farrujia de la Rosa, 2010).

El establecimiento del Departamento de Arqueología, Prehistoria y Etnología de la Universidad de La Laguna resulta bastante rompedor en el desarrollo de la arqueología insular. Pellicer planteó como primer paso la elaboración de las Cartas Arqueológicas de las distintas islas y la excavación de yacimientos que pudieran aportar una visión estratigráfica de la ocupación aborigen en las islas (Pellicer Catalán, 1968). Ese fue el objetivo principal de las excavaciones realizadas entonces, según las metodologías más novedosas (Pellicer Catalán, 1968), realizando la excavación de Barranco Hondo en 1971, junto a Pilar Acosta (Pellicer Catalán

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

y Acosta Martínez, 1971), mientras que Diego Cuscoy, tras excavar la Cueva de Belmaco en La Palma, comenzaba la excavación en 1970 del yacimiento sepulcral de *la Enladrillada*, en el Barranco del Agua de Dios, de donde se recuperan diversos conjuntos de restos óseos. Los primeros restos humanos recuperados en la región de Tegueste habían sido un aporte de Juan Álvarez Rixo a finales del siglo XIX (Tejera Gaspar, 1992) y la información arqueológica de esta región previo a las intervenciones de Cuscoy era muy escasa, con algunos aportes adicionales mediante correspondencia entre el Prebendado Pacheco y el propio Álvarez Rixo, en el que se mencionan varias cuevas de habitación.

0.1.3 Los estudios de bioantropología, desde los años 80 hasta la actualidad:

El Departamento de Historia de la Medicina, que actuará en colaboración con el Museo Arqueológico de Tenerife iniciará una línea de investigación centrada en la paleopatología de las poblaciones aborígenes de Tenerife, y tendrá como principal exponente a Conrado Rodríguez Maffiote, que dirigirá varias tesis doctorales sobre las condiciones de vida de la población aborigen (Rodríguez Martín, 1990, Rodríguez Martín y Martín Oval 1997).

Posiblemente los mayores avances a nivel internacional de esta línea de investigación se deban a la creación del proyecto “CRONOS. Bioantropología de las momias guanches” (González Antón et al., 1990) y a la celebración del “I congreso internacional de estudios sobre momias”, en 1992, que ha seguido celebrándose en diferentes ubicaciones, y cuya última edición, en 2018, volvió a ser en Tenerife. Este congreso supone un foro de intercambio de nuevas disciplinas y metodologías para el estudio del aborigen, e incluye el primer análisis de paleodieta a través de isótopos estables que se aplica a muestras Canarias, realizado por Larry Tieszen (Tieszen et al., 1995).

Estos proyectos generaron, además, la creación en 1993 del Instituto Canario de Paleopatología y Bioantropología, que mediante convenios con otras instituciones, como la Universidad de La Laguna o el Hospital Universitario de Canarias, continúan realizando estudios bioantropológicos sobre los restos de la población aborigen (Rodríguez Maffiote, 1995), haciendo especial hincapié en los estudios paleopatológicos (Rodríguez Martín, 2000, 1995a, 1995b, 1992; Rodríguez Martín y Martín Oval, 1997, 2009).

Desde la Universidad de La Laguna, ya desde la década de los 80 comienza a gestarse una línea de investigación coordinado por Matilde Arnay de la Rosa y Emilio González Reimers, orientado hacia el análisis arqueológico y antropológico de los restos procedentes de excavaciones arqueológicas. Primeramente se realizarán estudios macroscópicos sobre las poblaciones inhumadas en Las Cañadas del Teide (Arnay-de-la-Rosa, 1983; Arnay-de-la-Rosa et

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

al., 1989), y posteriormente se iniciarán los estudios de dieta y paleonutrición, incorporándose al equipo Luis Rafael Galindo Martín, quien aportará diferentes metodologías desde la Química Analítica, como pueden ser el análisis de oligoelementos (Arnay-de-la-Rosa et al., 1985).

Existen, en la década de los 90, numerosas intervenciones arqueológicas lideradas por miembros de este grupo de investigación, que tienen como objetivo el estudio bioantropológico. Podemos destacar las intervenciones en La Palma, especialmente en la cueva de la Zarza (Velasco-Vázquez y Martín Rodríguez, 1996), y en El Hierro, en la necrópolis de La Lajura (Ruiz González et al., 1999; Velasco-Vázquez et al., 2005, 2001). En esta etapa de la investigación los estudios se centraron en el análisis de paleodieta mediante la determinación de oligoelementos (Pérez González et al., 2001; Velasco-Vázquez et al., 1997), además de análisis paleopatológicos, una línea de investigación que continuará hasta la actualidad (Arnay-de-la-Rosa et al., 2015, 2015; Gonzalez Reimers et al., 2015, 2005, 2001; Trujillo-Mederos et al., 2013).

Las excavaciones del Acceso al Pescante de Vallehermoso, en 2005, serán el contexto bajo el cual se realice el primer estudio de isótopos estables en colágeno de restos óseos (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009), que posteriormente se ampliará con un estudio de varias islas (Gran Canaria, El Hierro y La Palma) (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010) y Las Cañadas del Teide (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011). Las Cañadas del Teide y la interacción humana con ese entorno será una de las vías más recientemente exploradas por este grupo de investigación (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017a, 2017b).

## **0.2 Objetivos de la tesis doctoral:**

El objetivo principal de esta tesis doctoral es el estudio de la dieta de los aborígenes de Canarias mediante el desarrollo de un “perfil isotópico” para cada una de las unidades territoriales (islas) estudiadas. Entendemos como dieta al consumo de recursos cárnicos y vegetales que tuvo esta población durante el periodo cronológico en el que ocuparon el archipiélago, esto implica tanto los alimentos importados a las islas por los pobladores originales, como el rango de recursos disponibles que se encontraban en las islas cuando llegaron a estos territorios.

Para estudiar la dieta de las comunidades prehispanicas de las Islas Canarias Occidentales emplearemos una técnica analítica específica, que es el estudio de los isótopos estables en restos óseos. El estudio de isótopos estables para responder a preguntas sobre la dieta de poblaciones del pasado, empleando diferentes tejidos ha sido recurrente en la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

literatura académica desde los años ochenta (Chisholm et al., 1982). Sin embargo, con el paso de los años, los métodos de extracción de analitos y las técnicas de análisis han cambiado enormemente, permitiendo ahora no solo un mayor nivel de resolución, sino además la incorporación de otros elementos o “proxies” complementarios a los estudios isotópicos, lo que ha permitido dar respuesta a preguntas específicas de índole diacrónica, regional, y cultural.

En esta tesis doctoral, por tanto, además de la aplicación de esta técnica de análisis según los últimos criterios metodológicos y analíticos, se combinará la información obtenida de este perfil isotópico insular con información analítica adicional, como la cronología, o la distribución espacial, para dar respuestas específicas a lo largo de cuatro casos de estudio concretos:

1- En primer lugar, se aplicará este método a los restos antropológicos de la isla de La Gomera. Primeramente, para establecer el perfil de la isla en su conjunto, y posteriormente, para realizar una comparativa a diferentes escalas. Dado que los restos óseos recuperados en la isla provienen de gran cantidad de yacimientos funerarios, se realizará un análisis regional, dividiendo los yacimientos según su ubicación geográfica.

Posteriormente, dentro del mismo caso de estudio, se analizarán los resultados conjuntamente a una batería de dataciones radiocarbónicas, para este estudio se ha obtenido un dato isotópico conjunto a un dato de carbono-14, por lo que podremos correlacionar el perfil isotópico de individuos específicos con respecto al periodo cronológico al que pertenecen, esto nos permitirá elaborar no solo un perfil isotópico insular, sino además, un desarrollo cronológico de los cambios en la dieta de los aborígenes de La Gomera durante el periodo de ocupación aborígen.

2- El segundo caso de estudio se centra en el análisis de isótopos estables de la población aborígen de La Palma. La muestra antropológica de La Palma se encuentra dividida en un número reducido de yacimientos que cuentan, cada uno de ellos, con varios individuos inhumados, por lo que podremos establecer una comparativa entre yacimientos, y evaluar las posibles dietas diferenciales de individuos que habitaron en diferentes zonas de la isla, y que, posiblemente, constituirían grupos homogéneos.

Además, La isla de La Palma cuenta con un yacimiento funerario cuyas condiciones de formación y conservación son particularmente reseñables, el yacimiento de La Montaña de La Cucaracha. Al encontrarse los restos de este yacimiento con un nivel muy alto de termoalteración, elaboraremos una valoración tafonómica de las muestras disponibles, y

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

realizaremos una extracción de colágeno y análisis isotópico de estos individuos, para poder compararlos con el resto de las muestras de La Palma.

3- El tercer caso de estudio se centrará en un solo yacimiento de la isla de Tenerife, El Barranco del Agua de Dios. Pretendemos mediante este estudio valorar la dieta de una población local con un gran número de individuos, y comprobar si existen diferencias en la alimentación de los individuos de una población homogénea, haciendo especial hincapié en el estudio de la dieta según el sexo de los individuos, para comprobar si, efectivamente, hombres y mujeres consumen el mismo tipo de recursos.

Adicionalmente, dado que todos los restos antropológicos de la población del Barranco del Agua de Dios cuentan con datos antropométricos, compararemos dos variables de los huesos estudiados con los datos de paleodieta de estos individuos, pretendemos ver, dentro de una población local, si las variaciones interindividuales de robustez y desarrollo muscular se pueden relacionar con la dieta de dicha población, y hasta qué punto puede influenciar estas.

4- También en Tenerife, pero no limitado al ámbito local, se encuentra el cuarto caso de estudio. En este caso elaboraremos el perfil isotópico de una población supralocal, la de los individuos inhumados en las cuevas funerarias de Las Cañadas del Teide, con el objetivo de comprobar la diferencia entre una población inhumada en un lugar alejado de la zona de hábitat sedentario, y la anteriormente estudiada muestra del Barranco del Agua de Dios, que reflejaría la dieta de una población inhumada en una zona de hábitat sedentaria.

Además, al grupo muestral de Las Cañadas del Teide se le aplicará una técnica de mayor resolución de análisis, que es el estudio de la dentina incremental, consistente en la valoración isotópica de cada uno de los milímetros de dentina de una pieza dental extraída de uno de los restos antropológicos estudiado. Esta técnica, de reciente creación y aplicación en la Universidad de Bradford, pretende dar respuesta a los momentos específicos de destete de la población aborigen de Tenerife, y también dar respuesta a cómo evoluciona la dieta de estos individuos desde su infancia hasta el fin de su desarrollo dental.

Finalmente, tras la valoración de cada uno de estos casos de estudio, hemos hecho una valoración general para toda la población aborigen de las Islas Canarias Occidentales, esta valoración contará con un criterio de análisis interinsular, para comprobar si, en efecto, los antiguos pobladores de las diferentes islas del archipiélago tienen dietas diferentes, y hasta que punto cada medio insular condiciona las mismas. Esto se hará mediante el estudio comparativo de todos los datos de esta tesis, junto con los datos de las primeras publicaciones de isótopos

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

estables del equipo de investigación de Bioantropología de la ULL (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011, 2010, 2009).

Por último, se realizará una comparativa entre los datos de isótopos de esta tesis doctoral junto con los datos isotópicos disponibles de las posibles fuentes de alimentación, el objetivo de esta comparación es establecer una valoración estadística de los recursos consumidos, y establecer hipótesis sobre el aporte de cada uno de ellos a la dieta de estas poblaciones.

### **0.3 Metodología:**

Para dar respuesta a la cuestión principal de esta tesis, es decir, definir cómo era la dieta de las poblaciones prehispánicas de las Islas Canarias Occidentales se ha decidido utilizar un tipo de análisis prioritario, el estudio de los isótopos estables en el colágeno de restos óseos antropológicos.

Los restos óseos de contextos arqueológicos, como hemos visto anteriormente, han sido uno de los elementos que más han atraído la atención de antropólogos y arqueólogos en las Islas Canarias. En la actualidad, las instituciones patrimoniales y ambas universidades del archipiélago cuentan con un gran número de restos óseos provenientes de diferentes intervenciones. Para la realización de esta tesis se ha solicitado a los organismos responsables la posibilidad de extraer una muestra de hueso cortical de cada individuo, factible de ser estudiado según los propósitos de este trabajo. Se obtuvo una respuesta positiva por parte de todas las instituciones solicitadas, como se detalla en las secciones correspondientes de uno de los casos prácticos de esta tesis. Cada toma de muestras implicará el traslado a las instituciones seleccionadas, la ordenación y selección del material, y la extracción física de una muestra de hueso de cada uno de los individuos elegidos.

El colágeno, la parte orgánica del hueso, está compuesto de una mezcla de aminoácidos esenciales y no esenciales, que provienen, en su mayor parte, de las proteínas ingeridas. Cada una de las muestras de esta tesis, con la salvedad de las muestras de dentina incremental de individuos de Las Cañadas del Teide, se tomaron de una fracción de hueso cortical, y este fue sometido a un proceso de extracción de colágeno realizado mediante una metodología específica para cada grupo muestral.<sup>1</sup> Las extracciones de colágeno se realizaron en el laboratorio número dos del Departamento de Química Analítica de la Facultad de Química de la

---

<sup>1</sup> Estos métodos se detallan en la sección 3 de esta tesis doctoral (página 98).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Universidad de La Laguna, bajo la supervisión del doctor Luis Rafael Galindo Martín, codirector de esta tesis doctoral.

El colágeno extraído se analizó en distintos grupos muestrales en las instalaciones de Medio Ambiente del ITER (Instituto Tecnológico y de Energías Renovables), bajo la supervisión de los doctores Eleazar Padrón González y Nemesio Pérez, ambos integrantes del área de Medio Ambiente del ITER y del Instituto Vulcanológico de Canarias (INVOLCAN). Estos análisis han sido posibles mediante un convenio de colaboración suscrito entre los departamentos a los que están vinculados los directores de esta tesis doctoral y Nemesio Pérez, director del mencionado INVOLCAN.

En estas instalaciones se realizó un análisis de Espectrometría de Masas de Ratios Isotópicos (IRMS), y se obtuvo la información correspondiente a las relaciones isotópicas entre el  $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$  ( $\delta^{15}\text{N}$ ) y  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$  ( $\delta^{13}\text{C}$ ), además de la correspondiente a tres criterios indicativos de calidad de cada una de las muestras analizadas, la cantidad porcentual de átomos de carbono por muestra (%C), la cantidad porcentual de nitrógeno por muestra (%N) y la relación entre ambos porcentajes, expresada como la ratio de carbono/nitrógeno (C:N).

Todas las muestras de colágeno de esta tesis doctoral han sido extraídas en dichas instalaciones, con la salvedad de las seis piezas dentales procedentes de Las Cañadas del Teide. Estas piezas dentales se extrajeron de cráneos recuperados en distintas intervenciones arqueológicas y que actualmente se encuentran depositados en el laboratorio de Prehistoria de la ULL. Posteriormente, se trasladaron a la Universidad de Bradford, donde el doctorando realizó una estancia de investigación de tres meses y diez días como beneficiario de una beca de Erasmus+ de prácticas.

Dicha estancia en la Universidad de Bradford tuvo como objetivo el aprendizaje de una metodología específica de extracción y análisis de la dentina, con un nivel de resolución mayor que el análisis del colágeno del hueso.

Una vez se obtengan todos los datos analíticos, serán tratados en cada una de las secciones correspondientes en conjunto con su información complementaria. La obtención de dicha información complementaria obedece, en cada caso, a criterios específicos relacionadas con la escala de análisis requerida, así, por ejemplo, para el análisis diacrónico de las muestras de La Gomera, se requerirá del calibrado de una batería de dataciones radiocarbónicas, mientras que para los análisis espaciales, se contará con las coordenadas georreferenciadas de cada uno de los sitios arqueológicos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Independientemente de la escala de análisis, se empleará un criterio estadístico unificado para todas las muestras, con el objetivo de dar un mismo sentido a toda la información cuantitativa. La información numérica se someterá a pruebas estadísticas no paramétricas para validar las hipótesis planteadas en cada caso, y se emplearán la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney, para los casos en los que solo se trabaje con dos variables independientes, y la prueba no paramétrica de H de Kruskall-Wallis, para los casos en los que se haya trabajado con tres o más variables independientes.

Para todas las pruebas estadísticas y gráficas se utilizará el software de IBM SPSS (versión 25.5), el programa de estadística bayesiana de reciente desarrollo, FRUITS (Food Reconstruction Using Isotopic Transferred Signals) (Fernandes et al., 2014) y, en menor medida el Microsoft Excel (versión 2013). La información gráfica será elaborada con el software gvSIG (versión 2.5.1) y Adobe Photoshop (Versión CS6).

#### **0.4 Limitaciones de este trabajo:**

El trabajo que nos ocupa, si bien pretende aportar una importante cantidad de información novedosa acerca de los modos de vida de la población aborigen, e interrelacionar dicha información junto a otras variables, tiene algunas limitaciones, por la naturaleza de la técnica empleada y el soporte de esta.

En primer lugar, debemos entender los problemas derivados de trabajar con restos óseos de las poblaciones indígenas de Canarias. El material óseo humano merece cierta consideración al trabajar con el mismo, no solo por su propia condición de constituir el último registro físico de lo que fuera un ser humano, sino también, por sus características finitas.

El análisis de isótopos estables se podría englobar dentro de lo que consideramos una técnica de análisis destructiva, ya que es necesaria la disolución del hueso cortical para extraer la matriz orgánica que se encuentra en su interior. De modo que, aunque se trate de pequeños fragmentos de hueso, obtenidos de una pieza ósea que puede ser restaurada, hay que tener en cuenta que van a ser eliminados físicamente. Por lo que la selección y toma de muestras debe seguir unos protocolos rigurosos, para garantizar que el daño que reciba el hueso en sí sea el mínimo, y se extraiga una cantidad suficiente para la extracción, pero no excesiva, que permita a su vez el estudio de dicho hueso de forma macro y microscópica en un futuro, es decir, sin dañar partes del mismo de las que se pueda extraer información o realizar mediciones, ni emplear agentes químicos previos o posteriores a la extracción que puedan alterar su composición y obstruir futuros análisis.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Durante el desarrollo de esta tesis doctoral se han realizado tomas de muestras en las instituciones dedicadas a la conservación y (en ocasiones) exposición del material arqueológico de Canarias, y todas las extracciones han sido realizadas bajo la supervisión del personal técnico de dichas instituciones, tras solicitar y obtener la documentación pertinente. Del mismo modo, existe un registro gráfico de dichas extracciones, y de las piezas *ante-* y *post-* extracción.

Otra limitación, relacionada también con el tipo de material que hemos empleado, es la limitación del propio registro antropológico de las Islas Canarias. Durante el desarrollo de este trabajo nos hemos encontrado, en numerosas ocasiones, con colecciones de restos que, bien se encontraban revueltos, o bien eran clasificados por unidades anatómicas, y no por individuos, cuando las personas que los recuperaban los guardaban para su estudio y conservación.

Eso ha provocado que, en muchas ocasiones, haya sido necesario establecer el número mínimo de individuos (NMI) en cada uno de los yacimientos y unidades regionales estudiadas. Dado que era imposible asociar una pieza con otra (por ejemplo, una extremidad inferior con un cráneo o una pelvis). De modo que se ha utilizado un método para establecer el número mínimo de individuos, basado en los estudios de White (1953), consistente en la contabilización del resto óseo más abundante y su posterior lateralización. Las muestras se han tomado de cada uno de los individuos de los yacimientos donde se pudo efectuar esa cuantificación

Por esta misma razón, en casos en los que se trabajó con grandes corpus de muestras provenientes de toda la isla (como es el caso de La Gomera), el NMI dependerá de que hueso es el más abundante en cada unidad arqueológica (cueva), por lo que el estudio no siempre contará con el mismo tipo de hueso para cada ocasión. Esto supone una limitación en si misma, ya que cada hueso tiene un ratio de remodelación diferente (Fahy et al., 2017), este ratio no es el mismo en un hueso largo (7-10 años) que en una costilla (3-5 años), por lo que, si bien se reflejan los últimos años de vida de un individuo, en ocasiones se reflejan más o menos años según el tipo de hueso empleado. El criterio ideal de muestreo, y además siendo coincidente con uno de los huesos más abundantes y mejor conservados en el registro arqueológico, será la selección de las tibias, de existir dicha posibilidad.

La conservación de los huesos es otro factor limitante para tener en cuenta. Los aborígenes de las Islas Canarias no entierran los cuerpos de sus difuntos, sino que los depositan en cuevas, a veces cubiertos con lajas de piedra, a veces descubiertos. La afección del hueso expuesto a la intemperie es mayor que la afección del hueso bajo tierra, y la acción de la humedad, el calor, los animales, y los ataques microbianos deterioran la conservación no solo de cada resto, sino de su matriz orgánica. Es esperable, por tanto, que las cantidades de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

colágeno varíen por muestra, y puede darse la situación que, en algunos individuos, no quede colágeno, o esté tan deteriorado que resulte imposible un análisis.

Para subsanar esto, disponemos de criterios de calidad de la muestra, que serán el elemento de evaluación de cada uno de los análisis de esta tesis, además, el propio método de extracción de colágeno, que parte de los estudios de Longin (1971), no es un método único, sino que ha sido sujeto a cambios y modificaciones por diferentes autores. Durante el desarrollo de este trabajo se emplearán diferentes métodos para evaluar cuál de ellos presenta una mayor eficiencia a la hora de extraer materia orgánica viable.

Los controles de calidad de la muestra, la cantidad de colágeno, y las variables derivadas de la experimentación son elementos cuantificables, que no están sujetos a crítica. Sin embargo, la interpretación de los datos obtenidos es, en última instancia, una construcción subjetiva realizada a partir de la información precedente sobre las fuentes de alimentación de los antiguos canarios y la nueva información aportada por los análisis isotópicos.

En este trabajo se han empleado diferentes pruebas estadísticas para determinar la diferencia entre los valores isotópicos de las poblaciones estudiadas, y estas diferencias o similitudes serán comparadas con otros trabajos sobre isótopos estables que existen para otras poblaciones arqueológicas, y con el propio registro material y las evidencias arqueológicas de Canarias.

Para corroborar o desmentir nuestras hipótesis contamos con la existencia de datos isotópicos sobre las posibles fuentes de alimentación de los aborígenes, tanto obtenidos durante la experimentación de esta tesis, como en publicaciones previas (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010). Estos datos sobre los “consumidos” nos servirán como marco de referencia para contextualizar nuestras muestras de “consumidores”, y evaluar en que posición trófica se encuentran. Asimismo, contamos con la posibilidad de emplear diferentes herramientas matemáticas, como los modelos mixtos, o la estadística bayesiana (a través del software FRUITS), para corroborar nuestras hipótesis acerca de la alimentación de los antiguos canarios.

#### **0.5 Desarrollo de la tesis doctoral:**

El trabajo presentado en estas páginas es fruto de cinco años de aprendizaje de metodología, obtención de muestras, experimentación, obtención de resultados, contextualización de resultados, e interpretación de resultados. Procesos que, de forma ideal, habrían sido desarrollados de forma secuencial.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Sin embargo, cada una de las partes de este proceso ha tenido que ser realizada acudiendo a unas instituciones y bajo unas condiciones particulares, de modo que, ya de partida, la obtención de muestras ha estado sujeta a los tiempos de solicitud, obtención de permiso, y traslado a los diferentes museos e islas implicados en esta tesis.

El proceso de extracción de colágeno se ha realizado, por tanto, cuando se disponía de suficiente material como para elaborar secuencias largas, durante varios meses, de extracción, para poder rentabilizar las horas y el material de laboratorio de la forma más eficiente. Por último, el análisis del colágeno también ha estado sujeto a la disponibilidad de los espectrómetros de masas del Instituto Tecnológico y de Energías Renovables, y se ha acudido a esta institución tras obtener una cantidad de analito lo suficientemente grande como para realizar un proceso de análisis de forma ininterrumpida durante varias semanas, y así poder determinar un horario específico de uso del IRMS que no interrumpiera con los muchos proyectos de investigación del equipo del ITER.

Del mismo modo, la estancia de investigación, realizada mediante una beca Erasmus + en la Universidad de Bradford, ha dependido de las propias convocatorias de la Universidad de La Laguna y los tiempos estipulados para la realización de la estancia, que en este caso transcurrió desde noviembre de 2018 hasta febrero de 2019. Del mismo modo, el propio proceso de análisis de la dentina incremental de las muestras llevadas a Bradford se vio interrumpido por las propias necesidades del laboratorio, por lo que, si bien se obtuvo la mayor parte del datum isotópico mientras se realizaba la estancia, no fue hasta enero de 2020 cuando se pudo disponer del total de datos completamente analizados y procesados.

Por último, dentro del conjunto “Islas Occidentales de Canarias”, durante el desarrollo de esta tesis doctoral, el lector podrá comprobar como no existe representación de la isla de El Hierro, con la salvedad de la incorporación de datos previos en la sección de resultados (página 222.) por motivos comparativos. Se ha realizado una recogida de muestras para isótopos en la isla de El Hierro, en las instalaciones que constituirán el futuro Museo Arqueológico de Valverde (aún en construcción). Esta toma de muestras se realiza en julio-agosto de 2020, dentro del marco del proyecto PALEOBIM, que a su vez había sido retrasado desde el año 2019 debido a la situación de emergencia sanitaria causada por la pandemia global causada por el virus COVID-19.

Al realizar dicha toma de muestras esta tesis doctoral se encuentra ya en un avanzado proceso de redacción, por lo que resulta imposible, por cuestiones de tiempo y por la propia

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

situación de emergencia sanitaria, hacer la extracción de colágeno y el análisis isotópico de las muestras de dicha isla.

La estructura de reacción de los distintos capítulos, sin embargo, se ha mantenido dentro de la planificación prevista, y se ha elaborado cada capítulo o sección de esta tesis según se han extraído y analizado las muestras, procesado los datos, y elaborado las conclusiones. Todas las secciones de esta tesis doctoral dedicadas a casos de estudio insulares siguen la misma distribución, una breve introducción para contextualizar los estudios arqueológicos y bioantropológicos existentes hasta la fecha, y unas notas sobre la dieta de los aborígenes en cada una de las islas, teniendo en cuenta las fuentes de consumo principales.<sup>2</sup>

1) La Introducción presenta el marco general de antecedentes, objetivos, metodología y desarrollo de esta tesis doctoral, esta sección actúa como declaración de intenciones, a la par que establece el eje temático del trabajo.

2) La sección primera, “Los Isotopos estables”, desarrolla los conceptos básicos que se van a tratar en esta tesis, explica qué es un isótopo y cómo funciona el fraccionamiento isotópico en la naturaleza, además de presentar los principales elementos que se emplean en las ciencias naturales.

3) La sección segunda, correspondiente al material utilizado, explica los dos soportes físicos sobre los que se obtienen los datos isotópicos, estos son el material óseo (entendido como el hueso cortical y el diente), y los analitos que se extraen de ellos (el colágeno y la dentina). Además, presenta los dos métodos de extracción utilizados en esta tesis doctoral.

4) La tercera sección constituye el primer caso de estudio, la isla de La Gomera, en este capítulo se explican los actuales conocimientos sobre las fuentes de alimentación de los aborígenes de la isla y se introduce el grupo muestral de la misma. A continuación, se exponen los resultados de la extracción de colágeno de los dos métodos empleados en esta tesis, que sirve, además, como justificación de porqué se ha preferido uno sobre otro para el resto de este trabajo. Posteriormente, se analizan los resultados y se comparan con datos de fauna de la isla, con las variables sexo, región y escala cronológica. Además de presentar unos resultados generales del estudio.

5) El siguiente capítulo habla sobre los estudios realizados en la isla de La Palma, siguiendo la misma estructura que la sección dedicada a La Gomera. En este caso de estudio

---

<sup>2</sup> No pretendemos que sea una revisión completa de la actualidad arqueológica de cada isla, sino de una breve introducción exploratoria, para contextualizar cada isla.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

además se hace hincapié en el estado tafonómico de los restos óseos del yacimiento de La Cucaracha, y los problemas que constituye el analizarlos empleando los métodos de esta tesis. Dado que no se dispone de tanto material suplementario para la isla de La Palma, tan solo se incluye la comparativa de isótopos estables con un análisis regional de las posibles divisiones territoriales de la isla.

6) El capítulo dedicado a Tenerife sigue la misma estructura que los anteriores, con el añadido de incluir no uno, sino dos casos de estudio diferentes. En primer lugar, se explica el caso de estudio de la población aborigen de El Barranco del Agua de Dios, y se compara la información isotópica con diferentes marcadores óseos. Posteriormente, se introduce el estudio realizado sobre muestras de Las Cañadas del Teide como parte de la estancia en la Universidad de Bradford<sup>3</sup>, y se valoran los resultados de los estudios de dentina incremental. Por último, se establece una comparativa de las posibles diferencias en la dieta de las dos poblaciones estudiadas, entendiendo que Las Cañadas del Teide actúa como un contexto supralocal, en el que encontramos varios individuos que pertenecen a diferentes grupos locales, y que realizan una actividad económica similar.

7) El siguiente capítulo conforma un análisis de todos los datos de esta tesis en conjunto, incluyendo la información isotópica obtenida en publicaciones anteriores, la primera parte de esta sección corresponde, por tanto, a valorar las dietas de la población aborigen según islas. Posteriormente, teniendo en cuenta que muchos individuos se encuentran sexados, se realiza un análisis de la dieta de los aborígenes de las Islas Occidentales por sexo. Por último, se realiza una valoración y una comparación trófica entre todos los datos de esta tesis y la información isotópica sobre las posibles fuentes de alimentación, empleando el software FRUITS para este fin, y para poder establecer con mayor precisión posibles diferencias en la dieta de las poblaciones de cada isla.

8) La sección séptima constituye unas breves conclusiones, enumeradas siguiendo el esquema original de esta introducción, y contestando a las hipótesis planteadas en la misma.

9) Por último, se pretende elaborar una valoración de los resultados, y una contextualización de estos dentro de las principales hipótesis acerca de la interacción del ser humano con su medio, la influencia que tienen las poblaciones humanas sobre el ecosistema, y

---

<sup>3</sup> Esta investigación se enmarca dentro de los proyectos de investigación del que el doctorando participa en la actualidad, como el proyecto "Guanches y europeos en Las Cañadas del Teide, Ocupación, Producción y Comunicación" (HAR2015-68323-P).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

viceversa. Además, se incluyen posibles perspectivas de futuro y se plantean nuevas cuestiones y como pueden resolverse.

La bibliografía será presentada de forma diferenciada al término de cada una de las secciones de la tesis, dada la diversidad de casos incluidos, ya que consideramos que de esta forma se facilita su consulta.

Tras esta sección, se presenta un listado de figuras y tablas a modo de Anexo 1. Se incluye la traducción de los capítulos de Resultados y Conclusiones al inglés, para cumplir con los requerimientos exigidos con motivo de la solicitud de la candidatura de esta tesis para una mención internacional, en el Anexo 2. Se presenta un artículo de investigación con la información del capítulo dedicado a la Gomera, publicado en una revista de impacto internacional (Q1), como Anexo 3, en cumplimiento de uno de los requisitos del programa de doctorado DOCTESO para la finalización de la tesis doctoral.

#### **0.6 Referencias (Introducción):**

Alberto Barroso, V., Delgado-Darías, T., Velasco-Vázquez, J., Santana Cabrera, J., 2013. En la ambigüedad de tu piel. Sobre momias y tumbas. *Tabona Rev. Prehist. Arqueol.* 20, 33–60.

Alberto Barroso, V., Hernández Gómez, C.M., Barro Rois, A., Borges Domínguez, E., Prieto Rodríguez, D., Dorta Barrero, N., García Ávila, J.C., 2006. Arqueología en el sur de Tenerife. El mito de los paraderos pastoriles. *Tabona Rev. Prehist. Arqueol.* 91–114.

Arnay-de-la-Rosa, M., 1983. Estudio antropológico de los restos procedentes de la cueva sepulcral de la Cañada del Capricho. *Tabona: Revista de Prehistoria y Arqueología* 21–28.

Arnay-de-la-Rosa, M., del Valle Castro Alemán, V., Gonzalez Reimers, E., Galindo-Martín, L., 1985. Oligoelementos y masa ósea en los cadáveres prehistóricos de El Portillo (Tenerife): Aportación al conocimiento de la dieta aborigen. *Tabona: Revista de Prehistoria y Arqueología* 463–464.

Arnay-de-la-Rosa, M., Gámez-Mendoza, A., Navarro-Mederos, J.F., Hernández-Marrero, J.C., Fregel, R., Yanes, Y., Galindo-Martín, L., Romanek, C.S., González-Reimers, E., 2009. Dietary patterns during the early prehispanic settlement in La Gomera (Canary Islands). *JAS* 36, 1972–1981.

Arnay-de-la-Rosa, M., Gonzalez Reimers, E., Jorge Hernández, J.A., Martín Herrera, A., 1989. Análisis histomorfométrico de muestras de cresta ilíaca en la población prehistórica de Tenerife: un estudio preliminar. *Tebeto: Anuario del Archivo Histórico Insular de Fuerteventura* 223–234.

Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Pou Hernández, S., Marrero Salas, E., García Ávila, C., 2017a. Prehispanic (Guanches) mummies and sodium salts in burial caves of Las Cañadas del Teide (Tenerife). *Anthropologischer Anzeiger* 74, 143–153.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Hernández-Marrero, J.C., Castañeyra-Ruiz, M., Trujillo-Mederos, A., González-Arnay, E., 2015. Cartilage-derived tumor in a prehispanic individual from La Gomera (Canary Islands). *International Journal of Palaeopathology* 11, 66–69.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Navarro-Mederos, J.F., Criado Hernández, C., Clavijo Redondo, M.Á., García Ávila, C., Marrero Salas, E., Abreu Hernández, I., 2017b. Estudios sobre el patrimonio arqueológico del parque nacional del Teide., in: *Proyectos de Investigación en Parques Nacionales: 2012-2015*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Red de Parques Nacionales, pp. 107–129.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Romanek, C.S., Noakes, J.E., Galindo-Martín, 2011. Paleonutritional and paleodietary survey on prehistoric humans from Las Cañadas del Teide (Tenerife, Canary Islands) based on chemical and histological analysis of bone. *JAS* 38,

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Velasco-Vázquez, J., Romanek, C.S., Noakes, J.E., 2010. Paleodietary analysis of the prehistoric population of the Canary Islands inferred from stable isotopes (carbon, nitrogen and hydrogen) in bone collagen. *JAS* 37, 1490–1501.

Chisholm, B.S., Nelson, D.E., Schwarcz, H.P., 1982. Stable Carbon Isotope Ratios as a Measure of Marine Versus Terrestrial Protein in Ancient Diets. *Science* 216, 1131–1132.

Diego Cuscoy, L., 1953. Nuevas excavaciones arqueológicas en las Canarias Occidentales. Yacimientos de Tenerife y La Gomera (1947-1951). (No. 28). *Informes y Memorias de la Comisaría General de Excavaciones Arqueológicas*.

Diego Cuscoy, L., 1968. *Los Guanches: Vida y Cultura del Primitivo Habitante de Tenerife*. San Cristobal de La Laguna.

Diego Cuscoy, L., 1971. Don Elías Serra Ràfols y la época heroica de la arqueología canaria. *Rev. Hist. Canar.* 169, 14–19.

Diego Cuscoy, L., Galand, L., 1975. Nouveaux documents sur les Iles Canaries 79, 5–37.

Diego Cuscoy, L., 2008. *Los Guanches: vida y cultura del primitivo habitante de Tenerife*. Instituto de Estudios Canarios, San Cristobal de La Laguna.

Fahy, G.E., Deter, C., Pitfield, R., Miszkiewicz, J.J., Mahoney, P., 2017. Bone deep: Variation in stable isotope ratios and histomorphometric measurements of bone remodelling within adult humans. *Journal of Archaeological Science* 87, 10–16.

Farrujia de la Rosa, A.J., 2010. *En busca del pasado guanche: Historia de la arqueología en Canarias (1834-1968)*. KA Ediciones, Santa Cruz de Tenerife.

Fernandes, R., Millard, A., Brabec, M., Nadeau, M.-J., Grootes, P.M., 2014. Food Reconstruction Using Isotopic Transferred Signals (FRUITS): A Bayesian Model for Diet Reconstruction. *PLoS ONE* 9.

González Antón, R., Rodríguez Martín, C., Estévez González, F., 1990. *Proyecto Cronos: Bioantropología de las momias guanches*. *Eres. Arqueología/Bioantropología* 137–140.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Gonzalez Reimers, E., Arnay-de-la-Rosa, M., Velasco-Vázquez, J., 2005. Casos de síndrome de Klippel Feil en la población prehispanica de las islas de La Gomera y El Hierro. Tabona 195–205.

Gonzalez Reimers, E., Mas Pascual, A., Arnay-de-la-Rosa, M., Velasco-Vázquez, J., Jiménez Gomez, M. del C., 2001. Klippel-Feil syndrome in the prehispanic population of El Hierro (Canary Islands). Annals of the Rheumatic Diseases 60, 173.

Gonzalez Reimers, E., Trujillo-Mederos, A., Ordoñez, A., Arnay-de-la-Rosa, M., 2015. A case of calcaneal osteomyelitis from the prehispanic population of El Hierro (Canary Islands). International Journal of Palaeopathology 8, 36–41.

Longin, R., 1971. New Method of Collagen Extraction for Radiocarbon Dating. Nature 230, 241–242.

Méndez Rodríguez, D., 2014. Momias, Xaxos y Mirlados. Las narraciones sobre el embalsamamiento de los aborígenes de las Islas Canarias. Instituto de Estudios Canarios, San Cristobal de La Laguna.

Navarro-Mederos, J.F., 1997. Arqueología de las Islas Canarias. Espac. Tiempo Forma Ser. Prehist. Arqueol. 10, 447–478.

Pellicer Catalán, M., 1968. Panorama y perspectivas de la arqueología canaria. Revista de Historia Canaria 291–302.

Pellicer Catalán, M., Acosta Martínez, P., 1971. Estratigrafías arqueológicas canarias: la Cueva del Barranco de la Arena(Tenerife). Anuario de Estudios Atlánticos 265–279.

Pérez González, E., Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Galindo-Martín, L., Velasco-Vázquez, J., 2001. Paleonutritional analysis on the Prehispanic Population from La Palma (Canary Islands). Biological Trace Element Research 79, 161–167.

Rodríguez Mafiotte, C., 1995. Las momias guanches de Tenerife. Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife.

Rodríguez Martín, C., 1990. Una perspectiva histórica de la Paleopatología en Canarias. Eres Arqueol. 1, 21–59.

Rodríguez Martín, C., 1992. Osteopatología del habitante prehispanico de Tenerife, Islas Canarias, in: Actas del I Congreso Internacional de Estudios sobre momias. Museo Arqueológico y Etnográfico - Cabildo de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife, pp. 65–78.

Rodríguez Martín, C., 1995a. Biología esquelética de la población prehispanica de la comarca Isora-Daute, in: La Piedra Zanata. Museo Arqueológico de Tenerife - O.A.C.I.M.C. - Cabildo de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife, pp. 227–265.

Rodríguez Martín, C., 1995b. Patología de la columna vertebral en poblaciones del pasado. Revisión en la población prehispanica de Tenerife. Eres (Arqueología) 6, 157–170.

Rodríguez Martín, C., 2000. Osteocondritis disecante en poblaciones del pasado. Una revisión sobre su teología, con especial referencia a Canarias. Eres (Arqueología) 9, 201–219.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Rodríguez Martín, C., Martín Oval, M., 1997. Marcadores esqueléticos de stress ocupacional en la población guanche de Tenerife (Islas Canarias). *Eres Arqueol.* 7, 105–117.

Rodríguez Martín, C.R., Martín Oval, M.M., 2009. Guanches: Una historia bioantropológica., Museo Arqueológico de Tenerife. ed. Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo, Santa Cruz de Tenerife.

Ruiz González, M., Sánchez Perera, S., Velasco-Vázquez, J., 1999. La necrópolis Bimbache de Montaña La Lajura (El Pinar, Isla de El Hierro). *El Pajar: Cuaderno de Etnografía Canaria* 16–19.

Tejera Gaspar, A., 1992. Tenerife y los guanches. Centro de la Cultura Popular Canaria. Santa Cruz de Tenerife.

Tieszen, L., Matzner, S., Buesman, S.K., 1995. Dietary reconstruction based on stable isotopes (13C,15N) of The Guanche pre-hispanic Tenerife, Canary Islands. *Proceedings of the 1st World Congress on Mummies Studies* 1, 41–57.

Trujillo-Mederos, A., Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Carmona Calero, E.M., González Toledo, J.M., Castañeyra Ruiz, A., Ordoñez, A., Castañeyra Perdomo, A., 2013. Tibial marks in bare tibiae: relationship with robusticity indices. *European Journal of Anatomy* 17, 9–16.

Velasco-Vázquez, J., Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Hernández Torres, O., 1997. Paleodietary analysis of the prehistoric population of El Hierro (Canary Islands). *Biological Trace Element Research* 60, 235–241.

Velasco-Vázquez, J., Martín Rodríguez, E., 1996. Consideraciones Bioantropológicas en torno a los yacimientos de La Zara (Garafía), La Palmera (Tijarafe) y Los Pedregales (El Paso). *El Museo Canario* 59–76.

Velasco-Vázquez, J., N. Ruiz González, T., Sánchez Perera, S., Delgado-Darias, T., González Reimers, E., 2001. De una sociedad igualitaria a la complejidad de las normas sociales, prevalencia de caries en la población prehistórica de la Necrópolis de La Lajura (La Frontera, El Hierro). *Tabona: Revista de Prehistoria y Arqueología* 213–246.

Velasco-Vázquez, J., Ruíz González, T., Sánchez Perera, S., 2005. El Lugar de los antepasados, La necrópolis bimbache de montaña La Lajura. Cabildo Insular de El Hierro, El Hierro.

White, J.A., 1953. A method of calculating the dietary percentage of various food animals utilized by aboriginal peoples 18, 396–398.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

## SECCIÓN I: LOS ISÓTOPOS ESTABLES

---

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

## **I.1 Los Isótopos estables:**

### **I.1.1 La estructura de un átomo:**

Toda la materia conocida en el universo está compuesta de átomos. Los átomos son la porción menor de todos los elementos con características únicas que encontramos en la naturaleza, y por ello, son la base de todos los **elementos químicos** del universo. Etimológicamente, la propia palabra átomo designa todo aquello que “no se puede dividir”, por lo que haría referencia a la unidad menor constituyente de la materia.<sup>4</sup> El término proviene de la *escuela atomista*, constituida en la Antigua Grecia en torno al siglo V a.c., y fue abandonado a cambio de la concepción Aristotélica de la materia elemental, hasta ya entrado el siglo XIX d.c., cuando la aparición de la física moderna retomó el concepto defendido por Demócrito e inició su estudio científico.

Para explicar con propiedad que es un átomo, la mejor forma es tomar un elemento de la vida cotidiana y descomponerlo hasta su fracción atómica. Emplearemos la explicación de la gota de agua, siguiendo el ejemplo de Richard Feynman (Feynman, 2014).

Una simple gota de agua, de cinco milímetros de diámetro, observada a través de un aparato magnificador, como un microscopio electrónico, con una resolución de mil millones de aumentos, se convierte en un conjunto de formas circulares que se agitan entre sí; estas formas son las **moléculas** que conforman el compuesto químico que llamamos “agua”, cuya nomenclatura específica es H<sub>2</sub>O. Cada una de estas moléculas está compuesta por **dos átomos de Hidrógeno, y uno de Oxígeno**. Los átomos son, por tanto, los elementos constituyentes de las estructuras moleculares, que a su vez generan los tejidos o sustancias del mundo material. En este ejemplo en particular, dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno forman una molécula de agua, y miles de millones de moléculas de agua forman una gota, de los millones de gotas que conforman un vaso de agua corriente.

Estos elementos constituyentes de la materia, a su vez, están formados por partículas subatómicas. Existen diversos tipos de partículas subatómicas, pero para explicar su influencia en los átomos e isótopos solo necesitamos conocer tres tipos, los **protones**, los **electrones** y los **neutrones**, que, a su vez, se engloban dentro de las llamadas partículas complejas, o **fermiones**.

Las características de estas partículas y su importancia en la estructura del átomo tienen que ver con su **carga electromagnética**. El protón es una partícula con carga electromagnética

---

<sup>4</sup> Hoy en día, sabemos, gracias al **Modelo Estándar** de la física cuántica, que las unidades menores de la materia son las **partículas elementales**, que interactúan con las **cuatro fuerzas fundamentales**.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

positiva, el electrón, una partícula con carga negativo, y el neutrón es una partícula sin carga. Cada átomo tiene una parte nuclear, compuesta por protones y neutrones, y una parte externa, compuesta por sus electrones.

Tradicionalmente se emplea el modelo elaborado por Ernest Rutherford en 1912 para concebir un átomo, en el que la parte nuclear se ubicaría en el “centro” del átomo y poseería la carga electromagnética positiva, mientras que los electrones orbitarían en torno al núcleo del átomo, dejando un espacio vacío entre el electrón y el núcleo del átomo. Aunque muy popular, esta concepción del átomo esta hoy en día obsoleta, los electrones no forman “orbitas” alrededor del núcleo atómico, sino que se encuentran en regiones características, y no se puede conocer su posición exacta, el modelo o ecuación de Schrödinger-Pauli (1927) nos explica que el electrón se comporta como una **onda**, que tiene cierta probabilidad de encontrarse en determinadas zonas del átomo.

El electrón se mueve a tal velocidad por la superficie del átomo que su posición exacta nunca es conocida, por ello la mejor forma de concebirlo es como una **nube de partículas con carga negativa**. El espacio por el que los electrones tienen probabilidad de moverse es el llamado espacio extranuclear, esta zona es la mayor parte de un átomo, y dado que los electrones se mueven por zonas específicas, se compone mayormente de espacio vacío, sin partículas (Malainey, 2011).

La carga positiva del átomo y la carga negativa ejercen de balance, lo que genera que los átomos sean eléctricamente neutros, los cambios en el núcleo, tales como el decaimiento radiactivo, o la alteración del número de protones, provocan que el átomo se transforme en un átomo de otro elemento diferente al original. Por otra parte, dado que los electrones son móviles, y son una parte fundamental de los enlaces de un átomo con otro para formar moléculas, su remoción o añadido se denomina **ionización**.

#### 1.1.2 Los Elementos Químicos:

En 1869, Dimitri Mendeléiev publicó la primera versión de la tabla periódica en un intento de organizar los elementos conocidos hasta la fecha según su peso atómico y sus propiedades. Cada elemento está identificado por una o dos letras, que dependen del nombre en latín de cada elemento. A cada uno de los elementos se le añade un **número atómico (Z)** correspondiente a la cantidad de protones en su núcleo, y, además, se incluye su **número másico (A)**, que representa el número total de protones y neutrones en el núcleo. Para calcular la cantidad de neutrones (N) de un átomo, tan solo hay que realizar la función  $A - Z = N$  (Holden et al., 2018).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

La forma idónea de representar un átomo es la representación de su símbolo en conjunto con su número másico en la parte superior izquierda, y su número atómico en la parte inferior izquierda del símbolo, por ejemplo:  ${}^1_1H$ , para el caso del elemento del hidrógeno, en el que sus números atómicos y másicos son idénticos, puesto que carece de neutrones. En el caso de un elemento como el carbono, su principal núclido<sup>5</sup> se representaría de la siguiente manera:  ${}^{12}_6C$ .

Mientras que el número atómico de un átomo no cambia, si lo hace su número másico, dependiendo de la cantidad de neutrones que tenga. En la naturaleza, como veremos a continuación, existen diversas formas en las que puede aparecer un átomo, con diferentes números másicos. Para calcular el **peso atómico** de un elemento, se emplea el valor medio de todos los números másicos de sus isótopos. La actual tabla periódica contiene 118 elementos, de los cuales, sin embargo, solo 92 se dan de manera natural en nuestro entorno, y de estos, 61 ocurren en más de dos formas estables diferentes (Meier-Augustein, 2018).

### 1.1.3 Los isótopos:

Cada núclido de un elemento tiene siempre el mismo número de protones, pero, como hemos indicado anteriormente, puede poseer diferencias en su cantidad de neutrones. Cada una de las variantes de un átomo se denomina **isótopo**. Este término fue acuñado por Frederick Soddy, Químico de la Universidad de Glasgow, empleando los conceptos Griegos de *isos* (ισος), referente a “igual en cantidad/calidad” y *topos* (τοπος), “lugar/posición” (Meier-Augustein, 2018). Esta definición hacía referencia al hecho de que todos los isótopos de un elemento ocupan la misma posición en la tabla periódica que dicho elemento, pues su número atómico es el mismo, pese a no compartir el mismo número másico.

Dado que el número de neutrones no afecta a las propiedades químicas de un elemento, tan solo su masa, los diferentes isótopos de un mismo elemento son iguales en propiedad, y tan solo se diferencian por ser más “pesados” que su variante atómica estandarizada. Es decir, **su número másico es mayor, porque está condicionado por la existencia de más neutrones que en su variante normal.**

Para ejemplificar esto tomemos como referencia el átomo de carbono,  ${}^{12}_6C$ . Este átomo tiene las siguientes características: Z=6, A=12, N=6, Si le añadimos un neutrón (N=7), pasaría a

---

<sup>5</sup> Un núclido, por definición, es cualquier combinación de protones y neutrones, este término es sinónimo de isótopo. El término átomo, más comúnmente usado, hace siempre referencia a la versión “estándar” de un elemento.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

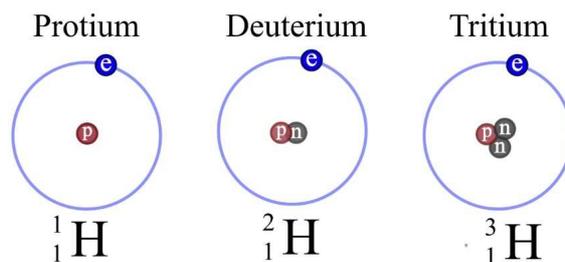
María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

tener las siguientes características:  $Z=6$ ,  $A=13$ ,  $N=7$ ; se convertiría así en un isótopo estable del carbono, expresado de la siguiente forma  ${}^{13}_6\text{C}^6$ .

El elemento químico más simple, y por tanto más abundante en la naturaleza, es el hidrógeno, compuesto por un protón y un electrón. El hidrógeno en su variante estándar se formula como  ${}^1\text{H}$ , y sus dos isótopos pesados pueden ser formulados como  ${}^2\text{H}$  y  ${}^3\text{H}$  respectivamente, o como *D*, y *T* (Deuterio y Tritio). La única diferencia de estos isótopos es que tanto el deuterio como el tritio tienen una y dos **unidades de masa atómica (uma)** más que el hidrógeno “corriente”, condicionada por su cantidad de neutrones ( $N=1$  y  $N=2$  respectivamente), lo que los vuelve átomos más pesados.

Además de su mayor “peso”, la principal diferencia de los isótopos con respecto a los átomos “estándar” es su abundancia en la naturaleza, los isótopos pesados no se dan en la naturaleza con la misma frecuencia que los isótopos ligeros, por lo que existe una diferente proporción de cada uno de ellos en el medio natural.



**Figura I.1:** Isótopos estables del hidrógeno. Fuente: “Wayne Bresling: Understanding Isotopes (version web:” <https://terpconnect.umd.edu/~wbreslyn/chemistry/isotopes/isotopes-of-hydrogen.html>)

<sup>6</sup> Dado que todos los elementos comparten número atómico, no es necesario indicarlo en cada caso, por lo que usualmente se denominan los diferentes isótopos de un átomo tan solo mediante el símbolo del elemento y su número másico, por ejemplo:  ${}^{12}\text{C}$ ,  ${}^{13}\text{C}$ ,  ${}^{14}\text{C}$ .

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

#### I.1.4 Isótopos estables e Isótopos radioactivos:

Hoy en día la palabra isótopo, en el lenguaje común, tiene implícito el concepto de radioactividad, aunque esto no sea del todo cierto, los isótopos pueden ser estables y radioactivos, en cuyo caso preferimos denominarlos **radioisótopos**.

La radioactividad, o desintegración nuclear, es el proceso mediante el cual los núcleos atómicos pierden energía mediante la emisión de radiación. Los isótopos radioactivos, por tanto, son aquellos isótopos que tienen un número másico muy alto y no pueden permanecer estables sin desintegrarse. Por ejemplo, en el caso del elemento del carbono, su isótopo más ligero es la versión “estándar” de este elemento, el carbono 12 ( $^{12}\text{C}$ ), tiene un isótopo estable pesado, que abunda en menor cantidad en el medio natural, el carbono 13 ( $^{13}\text{C}$ ), y un isótopo radioactivo o inestable, el carbono 14 ( $^{14}\text{C}$ ).

No se puede predecir cuándo se descompondrá un isótopo radioactivo en concreto, pero sí cual es la **constante de decaimiento** de los isótopos de un elemento en un cuerpo determinado (por ejemplo, un resto orgánico), la medición de la cantidad de un radioisótopo en un cuerpo y su producto de descomposición/constante de decaimiento permite elaborar sistemas de datación radiométrica, siendo el más conocido para la arqueología la datación mediante carbono 14.

Se considera, por tanto, como estables, a los isótopos que no se desintegran con el tiempo, los núclidos (o isótopos) estables no emiten radiación ionizante (Redondo Ortega, 2008). Además, los isótopos estables suelen encontrarse en elementos con bajo peso atómico (como el hidrógeno, el azufre, o el carbono), y la abundancia del elemento ligero con respecto a su isótopo pesado es mucho mayor.

En la actualidad, se sabe que casi todos los elementos conocidos se componen de una mezcla atómica de diferentes isótopos. En algunos casos, como el oro, un isótopo determinado compone el 100% del producto, y en otros, como el cloro, los diferentes isótopos de este elemento se encuentran en proporciones comparables. En los 92 elementos naturales que componen la materia, existen 1300 núclidos conocidos, de los cuales solo 274 son estables (Redondo Ortega, 2008).

#### I.1.5 Abundancia natural de los isótopos:

La abundancia media de todos los isótopos estables de elementos no radioactivos se estableció con la formación de la Tierra, y a rasgos generales, esto no ha cambiado. Existen unos valores “base” de abundancia isotópica de un elemento ligero frente a sus homólogos pesados,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

y podemos encontrarlos en la mayoría de las publicaciones científicas que tratan este tema (Ehleringer y Cerling, 2002; Ehleringer y Rundel, 1989).

Elemento	Isótopo	Abundancia (%)
<b>Hidrógeno</b>	<sup>1</sup> H	99.985
	<sup>2</sup> H	0.015
<b>Carbono</b>	<sup>12</sup> C	98.89
	<sup>13</sup> C	1.11
<b>Nitrógeno</b>	<sup>14</sup> N	99.63
	<sup>15</sup> N	0.37
<b>Oxígeno</b>	<sup>16</sup> O	99.759
	<sup>17</sup> O	0.037
	<sup>18</sup> O	0.204
<b>Azufre</b>	<sup>32</sup> S	95
	<sup>33</sup> S	0.76
	<sup>34</sup> S	4.22
	<sup>36</sup> S	0.014
<b>Estroncio</b>	<sup>84</sup> Sr	0.56
	<sup>86</sup> Sr	9.86
	<sup>87</sup> Sr	7.02
	<sup>88</sup> Sr	82.56

**Tabla I.1:** Abundancia relativa en la naturaleza (%) de los principales isótopos estables estudiados en ciencias naturales según Ehleringer & Rundel (1989).

No obstante, dichas tablas de abundancia reflejan valores globales de abundancia isotópica, es decir, referidas a la abundancia natural de, por ejemplo, el <sup>12</sup>C frente al <sup>13</sup>C en el contenido total de carbono en el planeta. Ahora bien, no reflejan las abundancias isotópicas en los diferentes cuerpos y sustancias que hay en el planeta. La proporción isotópica de elementos pesados frente a ligeros no es una constante en la mayoría de organismos vivos y sustancias que podemos encontrar en la Tierra, sino que cambia según los diferentes procesos químicos, físicos y biológicos a los que se ven sometidos (Meier-Augustein, 2018). Por ejemplo, encontraremos una mayor abundancia de isótopos de <sup>13</sup>C en determinados tipos de plantas que habitan en medios áridos y con altas temperaturas, que en las que viven en entornos con una mayor humedad relativa (Malainey, 2011).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

La variación de las abundancias isotópicas en diferentes elementos fue reconocida desde 1967 por la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), y desde 2009 se elaboran informes actualizados sobre los pesos atómicos de diferentes elementos y su abundancia isotópica, siendo la última actualización del año 2018 (Holden et al., 2018). Esta variación es muy pequeña si se compara de forma porcentual (%), de modo que encontraríamos, para el caso del  $^{13}\text{C}$ , una cantidad del 0.11% de todo el carbono existente en el medio natural, cuyo isótopo más abundante sería el  $^{12}\text{C}$ , con una abundancia del 98.89% (Meier-Augustein, 2018).

Aunque no es el procedimiento utilizado con mayor frecuencia, existe una ecuación para medir la abundancia porcentual de un isótopo en un compuesto frente a su homólogo ligero.

$$\text{Abundancia } A = \frac{N^{\circ} \text{ de átomos de } ^{13}\text{C}}{N^{\circ} \text{ átomos } ^{13}\text{C} + N^{\circ} \text{ átomos } ^{12}\text{C}} \times 100 \text{ (expresado en \%)}$$

Esta ecuación, usando el carbono como referencia, mediría la cantidad de isótopos pesados de carbono en un compuesto con respecto al total de isótopos del mismo compuesto. Dado que estas cantidades, como hemos explicado anteriormente, suelen ser muy pequeñas, lo más probable es que nos encontremos como resultado de esta ecuación un cero (0) seguido de un porcentaje de cuatro cifras o más, debido a la poca cantidad de isótopos de  $^{13}\text{C}$  frente a los de  $^{12}\text{C}$ . Para tratar esto, se emplea hoy en día más comúnmente la expresión delta.

#### 1.1.6 La expresión delta:

Para expresar la variación isotópica de un elemento frente a su homólogo ligero se emplea la notación delta ( $\delta$ ) para representar los cambios en la abundancia isotópica de un material o sustancia, comparándolo con un estándar de referencia, que sirve como valor “cero” de dicha comparación. En cada análisis isotópico es estrictamente necesario incluir información específica sobre “qué” representa el delta del isótopo analizado, y con respecto a qué estándar de referencia se está midiendo (Meier-Augustein, 2018). La IUPAC, hasta la fecha, considera la siguiente ecuación para definir correctamente como se calcula la expresión delta  $\delta$  (Coplen, 2011).

$$\delta^h E_{s/std} = ([R_s - R_{std}]/R_{std}) = ((R_s/R_{std}) - 1)$$

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

En la ecuación,  $R_s$  es la ratio isotópica medida del isótopo pesado (h) de un elemento (E) en una muestra (S) sobre el isótopo ligero del mismo elemento (Es decir, la ratio  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ). Por otro lado,  $R_{std}$  es la ratio del estándar escogido (por ejemplo, V-SMOW). Esta ecuación sigue presentando unos valores con gran cantidad de decimales, por lo que se puede usar un factor de 1000 (ecuación  $\times 1000$ , ecuación  $\times 10^{-3}$ ) para “acortar” las cantidades y establecerlas con la notación científica ‰.

$$\text{Por ejemplo} = \delta^{\text{h}}\text{E}_{\text{s/std}} = -0.02345 = -23,45 \times 10^{-3} = -23,45 \text{ ‰}$$

El signo menos significa que la abundancia isotópica de nuestro elemento a estudiar en la muestra “S” es menor que la abundancia isotópica de dicho elemento en el material de referencia escogido (STD); del mismo modo, los valores expresados de forma positiva (por ejemplo,  $^{15}\text{N} = 9,54$ ) indicarán que la abundancia isotópica de la muestra es superior a la del material de referencia.

Usando la notación delta, una diferencia de abundancia en un compuesto de 0,011 % corresponde en un cambio de 10 ‰ (Meier-Augustein, 2018). De esta forma, es mucho más fácil expresar las variaciones isotópicas en diferentes muestras.

#### 1.1.7 Los estándares de referencia:

Anteriormente hemos mencionado la necesidad, a la hora de calcular el delta, de disponer de un estándar de referencia. Estos estándares son muestras “maestras” de referencia, cuyos niveles de abundancia isotópicas ya se conocen, y los valores de su delta son, por definición, cero ( $\delta = 0$ ), para los isótopos para los que sirven de valor de referencia. Los estándares de referencia provienen de muestras reales, y como tales, son finitos y en muchos casos ya no se encuentran disponibles. Para paliar esta situación nuevos estándares han sido creados.

Los estándares de referencia más utilizados y los isótopos para los que se utilizan son los siguientes:

PDB: “Pee Dee Belemnite”, un fósil de *Belemnitella Americana*, encontrado en la formación Pee Dee en Carolina del Sur, actualmente inexistente, se emplea un estándar sustituto, denominado VPDB (“Vienna Pee Dee Belemnite”). Se utiliza para establecer el “0” en el  $\delta$  del isótopo de carbono 13 ( $\delta^{13}\text{C} = 0$ ).

SMOW: “Standard Mean Ocean Water”, aunque lleva ese nombre, no se compone de agua marina, sino de  $\text{H}_2\text{O}$  puro, y hace referencia al estado del agua al encontrarse en su forma

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilera  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

líquida en el mar, ya que la composición isotópica del oxígeno en el agua cambia según su estado en el ciclo hidrológico (lluvia, nieve, agua lacustre...). El estándar actual de referencia es el VSMOW (“Vienna Standard Mean Ocean Water”), y se utiliza como estándar de referencia para isótopos de oxígeno ( $\delta^{18}\text{O} = 0$ ).

AIR: Para tomar como referencia el valor estándar del nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N}$ ) se emplea el nitrógeno atmosférico actual ( $\text{N}_2$ ), que conforma aproximadamente el 78% de la atmosfera terrestre, y se encuentra de forma homogénea a nivel isotópico. No tiene una referencia actualizada moderna, ya que es una muestra muy abundante.

CDT: “Canyon Diablo Troililite”, un fragmento de meteorito recuperado en Arizona, se decidió usarlo como estándar del azufre ( $\delta^{34}\text{S}$ ) porque se pensó que la composición isotópica del azufre en este material era homogénea, pero en 1997 la IAEA (Internacional Atomic Energy Agency) planteó posibles problemas con respecto a la variabilidad de la abundancia isotópica de esta muestra, por lo que se acordó utilizar una nueva escala (VCDT), que no provenía del mismo material, aunque mantuvo el nombre.

Existen, además, una serie de estándares creados a posteriori por las diferentes agencias internacionales que trabajan estableciendo las abundancias de los diferentes compuestos y revisando la información isotópica para conseguir la mayor precisión y calibrado de los estudios en esta materia. Estos estándares no suelen utilizarse como patrón “maestro” para calcular el delta de un isótopo en un compuesto, pero sí sirven para calibrar el instrumental analítico y la propia validez de los estándares generales. Estas agencias son la ya mencionada IAEA (International Atomic Energy Agency), la USGS (United States Geological Survey) y el NIST (National Institute of Standards and Technology).

Usualmente, los materiales de referencia son entregados con un nombre de material de referencia internacional (IRM), un código de la muestra, y el valor delta de sus isótopos con respecto a los estándares generales, con la desviación típica aceptable de dichos valores, por ejemplo:

IRM	Code	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}} \text{‰}$	$\delta^{34}\text{C}_{\text{VPDB}} \text{‰}$
Caffeine	USGS63	+37.83 ± 0.06 ‰	-1.17 ± 0.04 ‰
Caffeine	USGS62	+20.17 ± 0.04 ‰	-14.70 ± 0.04 ‰
Caffeine	IAEA-600	+1.0 ± 0.2 ‰	-27.77 ± 0.04 ‰

**Tabla I.2:** Ejemplo de estándar de referencia (muestras de cafeína con valores isotópicos proporcionados por la USGS), empleados en la calibración de datos de esta tesis doctoral.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

### 1.1.8 Fraccionamiento isotópico:

Toda la información anteriormente explicada nos ha permitido saber qué es, y cómo diferenciar un isótopo estable de otro, pero aún no hemos abordado el que posiblemente sea el aspecto más útil, y por ello más importante, del trabajo con isótopos estables, este es el fraccionamiento isotópico.

En un mismo material, o sustancia, podemos encontrar una estructura molecular idéntica, pero este material puede no ser igual a otro a nivel isotópico. Esto se debe a que la composición isotópica de un elemento puede haber variado en algún momento de su “vida”. Esto se debe a que, como hemos comentado anteriormente, los procesos químicos, físicos y biológicos condicionan la estructura isotópica de los materiales, y cualquier transformación o cambio en la materia provoca que haya un “intercambio isotópico” en el que puede ganar, o perder, isótopos pesados. Por poner un ejemplo sencillo, el agua de la lluvia tiene una proporción diferente de isótopos de oxígeno 18 que el agua de mar<sup>7</sup>.

El fraccionamiento isotópico entre dos elementos aparentemente iguales es tal, que la proporción de isótopos de un mismo elemento podrá variar según la temperatura a la que hayan sido sometidos, la zona geográfica, o incluso la altitud. Diferentes compuestos verán alterada su composición isotópica de diferentes formas, aunque sean indistinguibles químicamente, siempre que los procesos que hayan tenido lugar durante su síntesis hayan variado. Las diferencias isotópicas entre dos compuestos son causadas por las reacciones bioquímicas en las que los enlaces moleculares se rompen y se forman.

Existen tres procesos de fraccionamiento isotópico dependientes de la masa, un **fraccionamiento termodinámico**, cuando existe equilibrio físico o químico, el **cinético**, que sucede en las reacciones bioquímicas de una dirección, y el **fraccionamiento de transporte** (Gerrit Mook y De Vries, 2002).

El fraccionamiento cinético, o proceso de Rayleigh es posiblemente uno de los más comunes en el medio natural. Entre los procesos de fraccionamiento cinético, por ejemplo, podemos encontrar el ya mencionado ciclo hidrológico, en el que las moléculas que contienen los isótopos ligeros se extraerán con mayor facilidad en procesos tales como la evaporación o la fusión (Redondo Ortega, 2008). La mayoría de los procesos biológicos se engloban dentro del

---

<sup>7</sup> El <sup>18</sup>O es uno de los isótopos estables más pesados del oxígeno, cuyo núclido más ligero tiene una masa atómica (Z) de 16 (<sup>16</sup>O).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

fraccionamiento isotópico, entre ellos, uno que nos resulta de especial interés para este trabajo, la fotosíntesis.

Es importante tener en cuenta el fraccionamiento isotópico de los compuestos, y la propia formación de estos, para saber qué se puede detectar y medir con los isótopos, y también como este fraccionamiento puede ocurrir durante la preparación de una muestra y alterar la composición de los materiales que nos disponemos a analizar.

### **I.2 Principales isótopos de estudio.**

Las ciencias naturales, la geología y la arqueología tienen en común el estudio casi estandarizado de una serie de isótopos que aparecen constantemente en las publicaciones de este tipo. Es muy importante conocer cuáles son, y qué información puede su estudio aportar a la disciplina arqueológica.

#### **I.2.1 Hidrógeno:**

El hidrógeno es el átomo más común en todo el universo, constituyente del 99% de la materia que existe. Se compone únicamente de un protón en su núcleo y un electrón en su espacio externo. En nuestro planeta, lo podemos encontrar en la “hidrosfera”, que incluye toda el agua terrestre, en corrientes, océanos, lagos, hielo, suelos, y aire. Lo podemos encontrar de forma natural en forma de hidrógeno ( $^1\text{H}$ ) o de deuterio ( $^2\text{H}$ ), siendo el segundo la versión isotópica “pesada” del primero, con un neutrón en su núcleo. Dado que se encuentra principalmente en el agua de la tierra, para establecer la notación delta de sus isótopos, se emplea como referencia el estándar VSMOW.

El elemento que más nos interesa estudiar desde el punto de vista isotópico es el *ciclo hidrológico*, es decir, todo el proceso de movimientos del agua por la superficie de la Tierra. El agua del océano se evapora y forma nubes mediante la condensación, que transportan esa agua hacia las diferentes masas de tierra mediante la precipitación. Todos estos procesos, como la evaporación, condensación y precipitación tienen fraccionamiento isotópico, lo que lleva a que, el agua de cada fuente sea diferente isotópicamente, y estas diferencias dependen de su geolocalización (que incluye longitud, latitud y altitud) y su temperatura.

#### **I.2.2 Oxígeno:**

El oxígeno también se encuentra presente en todas las masas de agua del planeta, y de hecho, si contabilizamos la masa, es el mayor componente de los océanos (Meier-Augustein, 2018). El oxígeno tiene un número atómico de 8, y la masa de su versión más ligera es 16 ( $^{16}\text{O}$ ),

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

este núclido es el más abundante en la naturaleza, pero posee otros dos isótopos estables ( $^{17}\text{O}$  y  $^{18}\text{O}$ ), siendo preferido el oxígeno 18 para su estudio, dado que es más abundante que el oxígeno 17.

Este isótopo también se encuentra en el aire respirable en gran cantidad, y participa en los ciclos respiratorios de todos los organismos. Como parte del *ciclo hidrológico*, su fraccionamiento también depende de los procesos de evaporación, condensación y precipitación de las aguas del planeta.

La información concerniente a la variabilidad isotópica de estos dos elementos (oxígeno e hidrógeno) en el ciclo hidrológico global puede ser consultada hoy día fácilmente desde Internet, con recursos como <http://www.waterisotopes.org>, o la sección de hidrogeología de la IAEA, de registro gratuito, y que permite acceder a bases de datos de composición isotópica de agua de diferentes años y zonas geográficas, recabada de estaciones meteorológicas (<http://isohis.iaea.org>).

El fraccionamiento isotópico del hidrógeno y del oxígeno nos proporciona información sobre el clima tanto de forma regional como global. Los isótopos de oxígeno se han empleado en numerosas ocasiones para realizar estudios de origen y migración, por ejemplo, estudiando la composición isotópica de plumas de aves que emprenden migraciones de gran escala, y comparando la composición de dichas plumas con las aguas de los lugares de migración.

Además, el añadido de la dimensión temporal, de especial interés para arqueólogos, geólogos y paleontólogos, permite estudiar variaciones climáticas en diversas fuentes, por ejemplo, observando las diferentes composiciones isotópicas de grandes superficies de hielo en el ártico. O mediante el estudio de elementos antiguos poco móviles, como fauna malacológica, cuya cobertura exterior o concha refleje la composición isotópica de las temperaturas de su vida (Parker et al., 2018).

En seres humanos y arqueofaunas, el oxígeno en el esmalte dental puede aportar información sobre el origen de poblaciones y las condiciones de temperatura y temporalidad de su permanencia en una zona geográfica concreta (Knudson et al., 2009; Koon y Tuross, 2013).

### 1.2.3 Carbono:

El carbono tiene tres isótopos, de los cuales solamente son estables el  $^{12}\text{C}$  y el  $^{13}\text{C}$ , siendo este último muy poco abundante en la naturaleza. El carbono forma parte de muchos intercambios en la naturaleza, y posee también un ciclo propio, el ciclo de carbono. En la atmósfera existe carbono no orgánico, en forma de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y monóxido de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

carbono (CO), el carbono se encuentra además en suelos, rocas carbonatadas, y combustibles fósiles, como el aceite, el gas natural, y el carbón, además, se encuentra disuelto en agua en forma de ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ), formando carbonatos y bicarbonatos. También se encuentra en todas las moléculas orgánicas, como los carbohidratos, las grasas y las proteínas (Malainey, 2011).

Posiblemente el fraccionamiento isotópico que más interese a los arqueólogos que trabajamos con isótopos estables dentro del ciclo de carbono sea el que ocurre durante el **ciclo fotosintético**.

El carbono inorgánico que encontramos en el  $CO_2$  se incorpora a los seres vivos a través de la fotosíntesis. Las plantas, y ciertos microorganismos que contienen clorofila<sup>8</sup>, transforman el  $CO_2$  inorgánico en componentes orgánicos respirables.

#### La Fotosíntesis:

El ciclo fotosintético fue descrito por primera vez por Melvin Calvin y Andrew Benson en 1950, por ello también llamado el ciclo Calvin-Benson, y es aplicable tanto para plantas terrestres de áreas templadas, como acuáticas.

Cuando la clorofila (u otro pigmento con la misma función) absorbe luz del sol, uno de los electrones de su molécula obtiene mayor energía, excitando (fraccionamiento isotópico cinético) la molécula. Con este proceso energético y agua se convierten las moléculas ADP (adenosino difosfato) en ATP (adenosino trifosfato). También las moléculas de NADP (nicotinamido adenino dinucleótido fosfato) se excitan y transforman en moléculas de NADPH, ambas reacciones moleculares causan la generación de oxígeno como un “subproducto” molecular (Malainey, 2011). Los productos moleculares intermedios en este ciclo PGA, DPGA y PGAL tienen tres átomos de carbono.

Las plantas que realizan la fotosíntesis mediante el ciclo Calvin-Benson se denominan **plantas  $C_3$** , el dióxido de carbono entra, y el oxígeno, y el vapor de agua sale por las estomas de la planta (pequeños poros en las hojas).

La fotosíntesis, sin embargo, es diferente en plantas nativas de climas cálidos, como el maíz, la caña de azúcar, el mijo y el sorgo. Este nuevo ciclo, denominado **ciclo  $C_4$**  (los compuestos intermedios tienen 4 átomos de carbono cada uno) fue descrito por Marshall Hatch y Rodger Slack en 1960, las plantas  $C_4$  pueden realizar su fotosíntesis con concentraciones muy bajas de

<sup>8</sup> La clorofila es la molécula de pigmento encargada de la realización de la fotosíntesis.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

CO<sub>2</sub>. Estas plantas reducen la pérdida de agua cerrando sus estomas, pero adquiriendo suficiente dióxido de carbono para realizar el proceso por completo.

Existe otro ciclo fotosintético que nos interesa, el de las **plantas CAM** (metabolismo ácido crasuleo). Este ciclo, que ocurre en las plantas suculentas, tiene un modelo “mixto”, en el que se realiza un ciclo C<sub>3</sub> durante el día, y un ciclo C<sub>4</sub> durante la noche.

Todos estos tipos de plantas tienen diferentes niveles de fraccionamiento isotópico durante sus procesos de absorción de nutrientes y de fotosíntesis, por lo que su composición isotópica varía en base a si se tratan de plantas C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> o CAM. Existe cierta variación isotópica interna dentro de los tipos de plantas, especialmente en las C<sub>3</sub> (Farquhar et al., 1989), pero una vez se incorporan en la cadena trófica de las especies encontramos unos valores generales para los consumidores de plantas C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>, siendo las CAM más difíciles de distinguir, debido a que tienen un fraccionamiento isotópico de carbono similar tanto a las plantas C<sub>3</sub> como a las C<sub>4</sub> (Ambrose y Norr, 1993).

La fotosíntesis produce carbohidratos, que a su vez sintetizan en proteínas y lípidos, las plantas son, por tanto, productoras de “comida”. Y cualquier individuo que las consuma es denominado como un “consumidor primario”, a partir de ahí se desarrolla una cadena trófica, con consumidores secundarios y terciarios, esto es de vital importancia en el estudio isotópico, dado que cada enlace de la cadena trófica tiene una composición de carbono (y de otros isótopos) diferente a su elemento consumido. Hemos visto que el carbono tiene una abundancia natural del 99% de <sup>12</sup>C frente a un casi 1% de <sup>13</sup>C, de tal forma que cuando este carbono se incorpora a las plantas durante la fotosíntesis, la ratio de <sup>13</sup>C frente a <sup>12</sup>C cambia, y cambia de nuevo cuando un herbívoro las consume, cuando un carnívoro consume a este, etc.

#### 1.2.4 Nitrógeno:

La atmosfera terrestre se compone (en cuanto a volumen) de entre el 78-79% de nitrógeno, y como ya se ha explicado antes, este nitrógeno atmosférico (AIR) sirve como estándar de referencia para un  $\delta^{15}\text{N}=0$ , dado que tiene una distribución homogénea de <sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N (0.0036765) (Meier-Augustein, 2018). Sin embargo, la mayoría de los seres vivos no pueden consumir el nitrógeno en esta forma, siendo tan solo determinadas especies de bacterias y algas capaces de “fijar” el nitrógeno en su forma natural, igual que ciertas legumbres. Alternativamente, muchos compuestos moleculares de los que depende la alimentación de los seres vivos, llevan átomos de nitrógeno, como pueden ser los aminoácidos, que son los elementos constructores de las proteínas (Malainey, 2011).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Existen además ciertos compuestos, ricos en nitrógeno, que se encuentran en la naturaleza y sirven para “enriquecer” el nitrógeno de los sistemas en los que actúan, como el nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) y la urea ( $[\text{NH}_2]_2\text{CO}$ ).

El nitrógeno puede aportar dos grandes pistas con respecto a la interacción de una especie con su entorno, en primer lugar, es un importante indicador del estadio trófico de un ser vivo con respecto a su entorno. Un consumidor secundario, por ejemplo un depredador, aumentará el  $^{15}\text{N}$  de sus tejidos en un +3-6‰ con respecto a su presa, un consumidor primario, que a su vez habría incrementado su  $^{15}\text{N}$  con respecto a un productor primario, como la hierba que estaría consumiendo esa presa (De Niro y Epstein, 1981; Schoeninger y De Niro, 1984; Sealy et al., 1987).

También puede ser un importante medidor de la influencia antropogénica en un espacio. En las sociedades agrícolas tiende a haber una mayor cantidad de  $\delta^{15}\text{N}$  en los suelos cultivados que en los suelos no cultivados, lo que podría dar pistas sobre su uso, debido a que el añadido de materia orgánica (desechos de animales) como fertilizante incrementa el  $\delta^{15}\text{N}$  de los suelos (Meier-Augustein, 2018).

Los isótopos de carbono y nitrógeno han sido empleados para estudiar dietas de diferentes especies y sus relaciones tróficas desde los años 80 (Chisholm et al., 1982; De Niro y Epstein, 1981), tanto en tejidos vivos, como en el colágeno de los restos óseos o la concha de los restos de fauna marina (Schoeninger y De Niro, 1984). Para los arqueólogos, esto es de especial importancia, ya que permite conocer mejor las dietas de las sociedades del pasado y las relaciones tróficas entre especies en épocas pretéritas.

Además de los aquí mencionados, existen otros muchos isótopos cuyas abundancias en diferentes materiales o sustancias son empleados en la investigación arqueológica, como el estroncio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ), y el Azufre ( $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ ). los isótopos de estroncio han sido utilizados como marcadores de movilidad, ya que la signatura isotópica de estroncio en los tejidos orgánicos depende de la signatura isotópica del suelo donde habitan (que pasa a sus tejidos por el consumo de agua y de especies vegetales), por lo que pueden ser indicadores útiles de movilidad. (Buzon y Simonetti, 2013; Waterman et al., 2014).

### **1.3 Los Isoscapes:**

Los ratios de los isótopos estables, o su abundancia, si se prefiere, no son una constante en la naturaleza, aunque algunos elementos permanezcan, a falta de término mejor, inalterados y en similar proporción, como el caso del nitrógeno atmosférico, casi todos los sistemas de la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

tierra son sistemas cambiantes, dependientes e influyentes de otros, como hemos visto con la fotosíntesis, por ello, sus valores isotópicos serán cambiantes dependiendo de determinados factores, como la temperatura, la geolocalización, etc.

El paisaje isotópico, o *isoscape*, hace referencia a la combinación de toda la información isotópica disponible sobre un elemento, o un conjunto de elementos, en una zona geográfica, y durante un periodo o varios periodos determinados. Esta combinación, además, se representa gráficamente, muchas veces mediante el empleo de mapas de las zonas geográficas de las que se tiene información isotópica. Un *isoscape*, por tanto, es una combinación de un Sistema de Información Geográfica y de la información obtenida mediante el Análisis de Isótopos estables de uno o varios elementos. Este concepto, acuñado en 2010, (West et al., 2010) aunque reciente, ha tenido una poderosa entrada en el mundo de las investigaciones isotópicas, y en particular, en el desarrollo de estos análisis aplicados a la arqueología (Ascough et al., 2018).

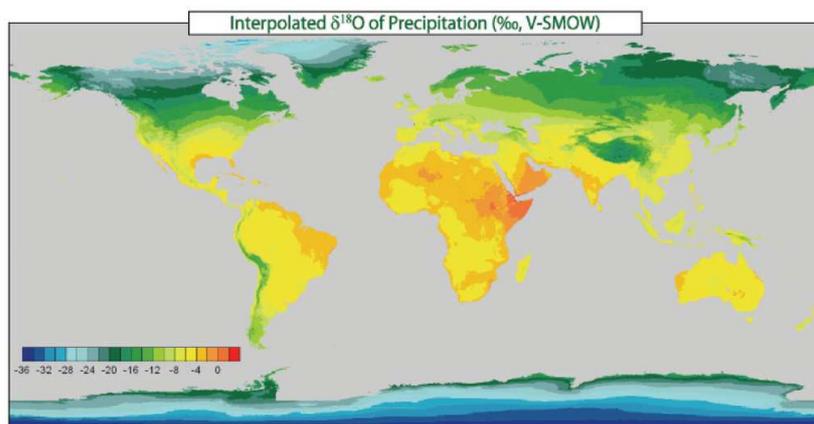


Figura I.2: *Isoscape* con la información de los valores de isótopos de oxígeno 18 de las precipitaciones mundiales. (Darling et al., 2006)

#### I.4 Análisis Elemental

El análisis elemental, como su nombre indica, es el acto de identificar qué tipo de elementos componen una muestra, y es el primer proceso a tener en cuenta a la hora de realizar un análisis isotópico, ya que debemos “separar” los componentes principales que forman una muestra de cualquier tipo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Existen diferentes técnicas para conocer la composición de un elemento, como la fluorescencia de rayos x, la absorción atómica, el ICP (Inductively coupled plasma) o la espectroscopía infrarroja transformada de Fourier, por citar algunas pocas de las disponibles para el investigador. Ahora bien, conjunto al estudio de los isótopos estables se han desarrollado Analizadores Elementales automatizados (EM, Elemental Analyzers), que se emplean para la detección de ciertas sustancias orgánicas e inorgánicas de la muestra. En concreto, los Analizadores Elementales modernos pueden detectar en un mismo compuesto su carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y azufre, siempre que se encuentren propiamente configurados para ello.

Además, permiten obtener las cantidades de cada elemento de forma porcentual (%N, %C). Los analizadores elementales son de especial utilidad para obtener los ratios de los compuestos que lo forman, mediante la medición bien de estos porcentajes, o de la cantidad directa de átomos de un elemento que se detectan en la muestra.

Usualmente, el proceso físico del análisis elemental depende de los elementos a analizar y la marca y especificaciones del modelo. Por lo general, el primer paso es la combustión de la muestra y su reducción en gases simples. Para ello se introduce una parte de la muestra en un tubo de combustión de cuarzo, o en una cápsula de metal, cuyos materiales pueden variar, siendo estaño, aluminio y plata los más utilizados. La plata se usa casi exclusivamente cuando se introduce la muestra en un TC-EA (Temperature Control Elemental Analyzer) para analizar oxígeno, ya que requiere un horno de pirólisis<sup>9</sup> y una columna de grafito.

El sistema interno del EA se purga con un “gas de transporte” (**Carrier gas**), la función de este gas es eliminar todos los demás gases que estén dentro del instrumento, y suele ser bien helio, o bien argón. Tras esto, se realiza una combustión a altas temperaturas<sup>10</sup> y la muestra pasa por dos reactores, que contienen diversos metales oxidantes. El gas resultante es entonces analizado para ver su composición elemental, usualmente mediante la cromatografía.

Estos gases resultantes son los llamados gases de combustión, y deben ser analizados individualmente, sin otras sustancias. Para esto se emplean los reactores y los metales oxidantes, que van eliminando otros elementos. El dióxido de manganeso (MnO<sub>2</sub>) elimina el nitrógeno, o el óxido de cloro (Cl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) elimina el azufre, por poner algunos ejemplos. Los reactores del Analizador Elemental deben contener una selección de metales que cumplan esta

<sup>9</sup> Descomposición elemental a altas temperaturas.

<sup>10</sup> Algunos autores, como Malainley (2010) sugieren una temperatura fija de 950 °C, aunque durante la experimentación de esta tesis se trabajó con otras temperaturas para comprobar qué efectos resultaban de ello. Aunque siempre por encima de los 700 °C.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

función de eliminar sustancias no deseadas. Las cantidades y metales dependerán siempre de los elementos que se quieran analizar. Uno de los reactores siempre suele tener cobre, para que la combustión de monóxido de carbono (CO) resulte en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y los diferentes óxidos de nitrógeno en N<sub>2</sub> (Malainey, 2011).

Los analizadores elementales, por sí solos, resultan una herramienta interesante de análisis de un compuesto, para poder comprobar de qué elementos está hecho, y en qué cantidad se encuentran en la muestra. No obstante, para el caso que nos ocupa, el estudio de isótopos estables, el Analizador Elemental suele estar acoplado a un IRMS (Isotope Ratio Mass Spectrometer), que es el instrumento que separará las masas de cada uno de los elementos, para informarnos sobre su composición isotópica (Preston y Owens, 1983).

### **I.5 Espectrómetro de Masas de Relaciones Isotópicas (IRMS)**

Los espectrómetros de masas tienen como función principal la cuantificación de todas las masas posibles de un elemento. Existen diversos tipos de Espectrómetros, entre los que se encuentran los IRMS, y cada uno depende de su fuente de ionización. Hay espectrómetros destinados al análisis de elementos pesados, como los “Spark Source Mass Spectrometers” o los “Thermal Ionization M.S.”, y otros destinados a analizar gases, entre los que se encuentra el IRMS, que es el que más se utiliza para el análisis “convencional” de isótopos estables en arqueología (Redondo Ortega, 2008).

Los IRMS son instrumentos diseñados para medir la composición isotópica con una precisión similar a la de la abundancia natural. El IRMS cuenta con una fuente de ionización que expulsa iones, estos, una vez “atacan” al gas<sup>11</sup>, pasan a través de un magneto imán, que separa las masas de los diferentes átomos que lleva el gas. Es entonces cuando un detector, configurado específicamente para un elemento, comienza a establecer mediciones entre las masas que se han separado de ese elemento, y las traduce en un cromatograma en el que se ven representadas las áreas de dichas masas y sus picos de intensidad. El software acoplado al IRMS calcula la fracción delta ( $\delta$ ) de estas masas dependiendo del estándar de referencia con el que se encuentre trabajando, y que está incorporado ya en el propio software del IRMS.

#### **I.5.1 Tipos de análisis isotópicos:**

Existen dos tipos de análisis isotópicos que nos interesan especialmente para la actividad arqueológica:

---

<sup>11</sup> El gas de combustión que hemos obtenido del Analizador Elemental

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

*Bulk Stable Isotope Analysis*: La mayoría de los estudios que se realizan sobre isótopos estables en el campo de la arqueología son de este tipo. Esta técnica hace referencia al análisis de la configuración isotópica de todas las partes de una sustancia, por ejemplo, el colágeno de un hueso. Sabemos que el colágeno es esencialmente una proteína compuesta por diferentes aminoácidos, pero en este caso la analizaremos en su conjunto, no cada una de las fracciones específicas que lo componen. Para este tipo de análisis, especialmente en sólidos o líquidos se requiere un EA-IRMS, un Analizador Elemental acoplado a un Espectrómetro de Masas de Relaciones Isotópicas.

*I.5.2 Compound Specific Stable Isotope Analysis*: Consiste en el análisis isotópico de compuestos específicos de un material. Para ello se debe extraer primero, mediante un pretratamiento, un compuesto específico de una muestra, para después separar y analizar sus diferentes compuestos mediante cromatografía de gases, y por último el análisis de isótopos estables. Para esto se emplea, por ejemplo, un GC-IRMS, un Cromatógrafo de Gases acoplado a un Espectrómetro de Masas de Relaciones Isotópicas.

#### **I.6 Referencias (Sección I):**

Ambrose, S., 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. *Prehist. Hum. Bone*.

Ascough, P., Mainland, I., Newton, A., 2018. From Isoscapes to Farmscapes: Introduction to the Special Issue. *Environ. Archaeol.* 23, 299–302.

Buzon, M.R., Simonetti, A., 2013. Strontium Isotope ( $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ ) Variability in the Nile Valley: Identifying Residential Mobility During Ancient Egyptian and Nubian Sociopolitical Changes in the New Kingdom and Napatan Periods. *Am. J. Phys. Anthropol.* 151, 1–9.

Chisholm, B.S., Nelson, D.E., Schwarcz, H.P., 1982. Stable Carbon Isotope Ratios as a Measure of Marine Versus Terrestrial Protein in Ancient Diets. *Science* 216, 1131–1132.

Coplen, T.B., 2011. Guidelines and recommended terms for expression of stable-isotope-ratio and gas-ratio measurement results. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 2538–2560.

Darling, W.G., Bath, A.H., Gibson, J.J., Rozanski, K., 2006. Isotopes in Water, in: *Isotopes in Palaeoenvironmental Research*. Springer, pp. 2–66.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

De Niro, M.J., Epstein, S., 1981. Influence of Diet in the Distribution of Nitrogen Isotopes. *Geochim. Cosmochim. Acta* 45, 341–351.

Ehleringer, J.R., Cerling, T.E., 2002. Stable Isotopes, in: *The Earth System: Biological and Ecological Dimensions of Global Environmental Change.*, Encyclopedia of Global Environmental Change. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 544–550.

Ehleringer, J.R., Rundel, P.W., 1989. Stable Isotopes: History, Units and Instrumentation, in: *Stable Isotopes in Ecological Research.* Springer, pp. 1–14.

Farquhar, G.D., Ehleringer, J.R., Hubick, K.T., 1989. Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 40, 503–537.

Feynman, R., 2014. *Seis Piezas Fáciles.* Crítica, Barcelona.

Gerrit Mook, W., De Vries, J.J., 2002. *Isótopos ambientales en el ciclo hidrológico: principios y aplicaciones*, 1st ed. IGME, España.

Holden, N.E., Coplen, T.B., Böhlke, J.K., Tarbox, L.V., Benefield, J., de Laeter, J.R., Mahaffy, P.G., O'Connor, G., Roth, E., Tepper, D.H., Walczyk, T., Wieser, M.E., Yoneda, S., 2018. IUPAC Periodic Table of the Elements and Isotopes (IPTEI) for the Education Community (IUPAC Technical Report). *Pure Appl. Chem.* 90, 1833–2092.

Knudson, K.J., Williams, S.R., Osborn, R., Forgey, K., Williams, P.R., 2009. The geographic origins of Nasca trophy heads using strontium, oxygen, and carbon isotope data. *J. Anthropol. Archaeol.*

Koon, H., Tuross, N., 2013. The Dutch whalers: a test of a human migration in the oxygen, carbon and nitrogen isotopes of cortical bone collagen. *World Archaeol.* 45, 360–372.

Malainey, M., 2011. *A Consumer's Guide To Archaeological Science: Analytical Techniques.* Springer, New York.

Meier-Augustein, W., 2018. *Stable Isotope Forensics: Methods and Forensic Applications to Stable Isotope Analysis*, 2nd ed. Wiley.

Parker, W., Yanes, Y., Mesa Hernández, E., Hernández Marrero, J.C., Soto, N., Surge, D., 2018. Shellfish exploitation in the Western Canary Islands Over the Last Two Millennia. *Environmental Archaeol.*

Preston, T., Owens, N.J.P., 1983. Interfacing an automatic elemental analyzer with an isotope ratio mass-spectrometer, the potential for fully automated total nitrogen and N-15 analysis. *Analyst* 108, 971–977.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Redondo Ortega, R., 2008. Fundamentos teóricos y técnicos de los isótopos estables, in: Técnicas y aplicaciones multidisciplinares de los isótopos ambientales, Cuadernos de apoyo. Universidad Autónoma de Madrid, Servicio de Publicaciones, Madrid.

Schoeninger, M., De Niro, M.J., 1984. Nitrogen and Carbon Isotopic Composition of Bone Collagen from Marine and Terrestrial Animals. *Geochim. Cosmochim. Acta* 48, 625–629.

Sealy, J.C., Van der Merwe, N.J., Lee-Thorp, J.A., Lanham, J.L., 1987. Nitrogen isotopic ecology in Southern Africa: Implications for environmental and dietary tracing. *Geochim. Cosmochim. Acta* 51, 2707–2717.

Waterman, A.J., Peate, D.W., Silva, A.M., Thomas, J.T., 2014. In search of homelands: using strontium isotopes to identify biological markers of mobility in late prehistoric Portugal. *J. Archaeol. Sci.* 42, 119–127.

West, J.B., Bowen, G.J., Dawson, T.E., Tu, K.P., 2010. *Isoscapes*, 1st ed. Springer.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

## SECCIÓN II: MATERIAL Y MÉTODOS

---

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

## **II.1 El registro óseo: Composición y Formación:**

No existe, para las ciencias arqueológicas y antropológicas, otra forma de aproximarse físicamente a las personas que conformaban las sociedades del pasado que no sea mediante el estudio de sus restos antropológicos. Ya hemos visto, en la introducción de este trabajo, como el estudio de los restos humanos vertebró los inicios de la arqueología en Canarias y permitió desarrollar un corpus de conocimientos científicos del que los arqueólogos y antropólogos actuales somos herederos.

Para el presente trabajo, consideramos que es necesario establecer unas nociones básicas sobre clasificación, composición y formación del registro óseo, con la intención de facilitar la lectura de términos y expresiones empleadas en el proceso de análisis de isótopos.

El esqueleto humano está dividido en dos grandes partes, el esqueleto axial y el esqueleto apendicular. El esqueleto axial es el esqueleto base al cual se sujeta el apendicular, tiene la característica de tener solamente un hueso de cada tipo, con la salvedad de las costillas y algunos huesos del cráneo. Se compone de cráneo, hioides, vértebras (cervicales, torácicas y lumbares), esternón y costillas.

El esqueleto apendicular comprende el resto de los huesos del cuerpo humano, a saber, los huesos largos de las extremidades superiores, inferiores, clavículas, escápulas, huesos de las manos y pies, y todos ellos se encuentran naturalmente por parejas en el ser humano. Para la mayoría de los casos de estudio en este trabajo se han empleado huesos largos de las extremidades inferiores.

### **II.1.1 Composición del hueso:**

Los huesos constituyen una parte fundamental del sistema musculoesquelético, y en el cuerpo humano tienen una gran variedad de funciones. Sirven para proteger y sostener tejidos blandos, para servir de anclaje a músculos y tendones, y como los elementos rígidos que permiten el movimiento operado por los músculos (White, 2005, p. 25-26). También tienen un importante rol durante el desarrollo de un individuo, puesto que se modela y remodela durante el crecimiento mediante diferentes acciones celulares.

La macroestructura de los huesos se compone de una diáfisis, o parte central, que es el primer elemento que se forma en el hueso. A cada uno de los lados de la diáfisis se forman las epífisis del hueso, que son los extremos, distinguiendo entre “epífisis proximal”, la epífisis más cercana al cráneo, y la “epífisis distal”, que es la más alejada. Las epífisis además contienen las tuberosidades, epicóndilos, trocánteres y el resto de los elementos morfológicos del hueso, y

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

tienen superficies lisas para la sujeción de los cartílagos articulares, también llamadas apófisis (Burns, 2009, p.43).

Visualmente, si observamos la sección histológica de, por ejemplo, un hueso largo, podremos observar que se compone de dos partes estructurales principales, el hueso compacto, y el hueso esponjoso. El hueso sólido y de gran densidad, que podemos encontrar en la cara externa de todos los huesos, y en su parte central (diáfisis), es el hueso compacto o cortical. Este hueso posee una estructura laminar, con láminas circunferenciales envolviendo la totalidad del hueso, confiriéndole dureza y evitando la torsión, y láminas concéntricas, que aparecen en estructuras internas de la matriz cortical llamadas osteonas.

Estas osteonas, también llamados sistema de Havers, son estructuras circulares orientadas en paralelo al eje longitudinal del hueso, en cuya parte central poseen el canal haversiano, que contiene vasos sanguíneos. Las osteonas se encuentran en constante proceso de remodelación y transformación, y en ellos se encuentran, formando una matriz de cohesión, células óseas llamadas osteocitos.

El otro tipo de hueso observable tiene una textura esponjosa y una matriz no compacta, y podemos encontrarlo en la cara interna de los extremos (epífisis) de los huesos, en los cuerpos vertebrales, entre la parte cortical de los huesos planos, y en la cara interna de los huesos más pequeños. Este se llama hueso trabecular, y su composición química y molecular es la misma que en el cortical; tan solo difieren la porosidad y características físicas. En el interior del hueso trabecular también podemos encontrar osteocitos, y en su capa externa (las trabéculas) hay células de revestimiento.

Dentro del hueso podemos encontrar además la médula ósea, esta se compone de médula roja, un tejido hematopoyético (responsable de la creación de células sanguíneas), que produce células rojas (hematíes), blancas (leucocitos) y plaquetas (trombocitos). Durante el desarrollo del hueso la médula roja da paso a la médula amarilla, que almacena grasa. Los huesos, además de elementos sustentantes y activos en la motricidad, funcionan como reservorios de grasa y de calcio.

El material óseo, en concreto el hueso cortical, comprende el 20% del total del peso del cuerpo humano, y, a nivel molecular, se trata de un material compuesto por dos partes principales, una parte mineral (hidroxiapatita) y una parte de proteína (colágeno).

Los restos óseos poseen materia orgánica, que se encuentra subdividida en tres elementos, fibras de colágeno, células, y sustancia base, que es un conjunto de muco

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

polisacáridos. El colágeno Tipo I compone el 25-30% del material óseo, y un 90% de su fracción orgánica, además, es la proteína (compuesta por aminoácidos) más común en el cuerpo humano, formando fibras de péptidos flexibles y ligeramente elásticas en el hueso, unidas además por una pequeña fracción de "cemento" mineral (Lee-Thorp, 2008). Hay que mencionar, también, que existe una proteína en el hueso llamada osteocalcina, que se fija al colágeno y a la parte mineral.

El colágeno además está reforzado por una capa mineral, la hidroxiapatita ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ). Los cristales de este material, que es en esencia un tejido de fosfato cálcico, cubren toda la matriz de colágeno y la protegen. La combinación de estos elementos es lo que le da al hueso sus propiedades.

#### II.1.2 Formación del hueso:

En la formación del tejido óseo entran en acción tres tipos de células diferentes. En primer lugar, los osteoblastos forman la matriz ósea, y se encargan del crecimiento, reparación y remodelación. Los osteoblastos, una vez cumplida su función, pueden pasar a convertirse en osteocitos o en células de revestimiento del tejido óseo.

Los osteoclastos son células polinucleares cuya función es la resorción (desintegrar hueso), y también participan en la reparación y remodelación ósea. Por último, los osteocitos se encargan del mantenimiento del tejido óseo, y se forman a partir de osteoblastos alojados en su propia matriz ósea.

El proceso de osteogénesis, o formación de nuevo tejido óseo, tiene dos formas de manifestarse. Puede ocurrir bien entre dos membranas, o bien dentro de un modelo cartilaginoso. La osificación intermembranosa implica la actuación de osteoblastos y células hematopoyéticas (células formadoras de sangre), la conjunción de estas dos células va creando tejido óseo directamente sin un elemento intermediario. Los huesos que se forman mediante este procedimiento son los huesos planos del cráneo, la pelvis y la escápula.

Por otra parte, la osificación endocondral implica la formación del hueso dentro de un modelo cartilaginoso. Para ello deben intervenir los condroblastos (las células que forman el cartílago), que aportan la matriz sobre la que los osteoblastos y las células hematopoyéticas actuarán sobre el cartílago, sustituyéndolo por tejido óseo paulatinamente durante el crecimiento. Los huesos largos y cortos se forman mediante este procedimiento en el desarrollo embrionario. El crecimiento óseo ocurre en torno al lugar donde penetraron las células

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

sanguíneas en la matriz de cartílago. Este lugar inicial terminará siendo el agujero o foramen nutricional.

Los huesos en el cuerpo humano no terminan nunca de remodelarse, gracias a la acción de los osteoclastos y los osteoblastos. El tejido óseo se regenerará paulatinamente durante la vida de una persona, lo cual es de especial interés para el estudio isotópico de los restos humanos.

### II.1.3 Composición de los dientes:

Los dientes, ubicados en el cráneo de los mamíferos en dos filas, una superior y una inferior, presentan una composición diferente a la del resto del material óseo, ya que están formados de dentina. Los dientes son los únicos elementos del esqueleto humano que entran en contacto directo con el exterior, y por ello requieren de un revestimiento especial que los proteja de acciones erosivas que puedan dañar su estructura, por ello, la parte más externa de un diente (la corona), está recubierta de esmalte dental.

En una boca promedio de un ser humano existen 32 piezas, que tan solo presentan ocho variaciones que se encuentran distribuidas en paralelo en cuatro ejes entre el maxilar, que contiene la mitad de la dentición, y la mandíbula, que contiene las otras 16 piezas, en cada uno de esos ejes se encuentran 2 incisivos, 1 canino, 2 premolares y 3 molares, es decir, que en total se conforma una dentición compuesta por 8 incisivos, 4 caninos, 8 premolares y 12 molares. El ser humano es uno de los mamíferos terrestres con una dentición más variada, y cada uno de los tipos de diente actúan con un rol específico durante la masticación.

La parte más externa del diente y mediante la cual se realiza el proceso masticatorio es la corona, que al ser la más susceptible de fricciones y desgaste, está recubierta por una capa de esmalte. La otra parte del diente, la raíz, sirve como anclaje del diente al alveolo, y se identifica en raíz primaria, que conforma el "tronco" del diente y raíces secundarias, que son cada uno de los puntos de anclaje del diente en la mandíbula o maxilar.

El esmalte, como ya hemos mencionado, es el encargado de proteger al diente de elementos externos, por lo que es acelular y se compone en un 97% de carbonato mineralizado. Cuando el esmalte se comienza a formar, está compuesto en un 30% por proteínas, que van desapareciendo durante la maduración del esmalte y sustituyéndose por carbonato cálcico. (Hillson S., 2005, p. 146-147).

El resto del diente se compone de la raíz, que está compuesta principalmente por dentina, la cual es un compuesto muy duro que alberga una pequeña porción de colágeno. No

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

tiene sistema vascular, pero posee odontoblastos, células que crean dentina, aunque a diferencia de los osteoblastos, la creación de dentina transcurre únicamente en los primeros momentos de vida de un individuo (Beaumont et al., 2013; Beaumont y Montgomery, 2015). La raíz también está recubierta por una fina capa de cemento dental que la protege de acciones externas y erosión.

#### II.1.4 Formación de los dientes:

Los dientes deciduales (temporales) comienzan a formarse durante el desarrollo embrionario de un ser humano. Al principio, los dientes se desarrollan en las criptas alveolares, cavidades dentro de la mandíbula y el maxilar, y cuando la corona y parte de la raíz se han terminado de formar, es cuando el diente erupciona hacia el exterior. Esto ocurre tanto para la dentición temporal como la permanente. Sin embargo, previo a la erupción de la dentición permanente la corona de los dientes deciduos se desprende de la raíz, y esta se descompone por medio de los osteoclastos.

El proceso de formación de la dentina se denomina dentinogénesis. La dentina se forma paulatinamente por medio de unas células llamadas odontoblastos. Primero durante la creación del diente, los odontoblastos generan una capa de dentina primaria, y posteriormente, mientras madura y crece la raíz, estas células crean una capa de dentina secundaria. Del mismo modo, durante el proceso de formación inicial del diente se desarrolla la amelogénesis, que es el proceso mediante el cual los ameloblastos crean la capa de esmalte que recubre la corona del diente.

Una vez formados los dientes, sin embargo, estos procesos no se repiten, como ocurre con la formación de nuevo material óseo, por lo que la dentina y el esmalte poseen la misma composición al final de la vida de un individuo que durante el momento de su formación. Sin embargo, dado el continuo estrés al que están sometidos los dientes, especialmente en las poblaciones antiguas, el esmalte se deteriorará y aparecerán cavidades a través de las cuales pueden entrar contaminantes externos y afectar a la dentición, tanto durante la vida del individuo como en los procesos tafonómicos postmortem.

#### II.1.5 Preservación de colágeno en huesos y dientes arqueológicos:

El colágeno de los huesos se preserva incluso después de que un individuo haya fallecido y haya sido inhumado, por lo que es muy probable que en los huesos obtenidos durante una intervención arqueológica podamos extraer (dependiendo de las condiciones tafonómicas),

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

cierta cantidad de materia orgánica en forma de colágeno, puesto que es una biomolécula bastante robusta y resistente.

Sin embargo, su preservación postmortem y postdeposicional no implica que su abundancia sea igual en un resto óseo que en un tejido vivo. Además, bajo determinadas condiciones diagenéticas y en determinados entornos, el propio hueso puede desaparecer (Lee-Thorp, 2008).

Existen tres procesos tafonómicos que afectan especialmente a los restos óseos arqueológicos y deterioran su materia orgánica. En primer lugar, se debe considerar la porosidad del hueso, la hidroxiapatita tiene función protectora, pero durante el transcurso de la vida de un individuo, los huesos se van volviendo cada vez más porosos y pierden colágeno, lo que contribuye a su fragilidad. Además, durante los procesos postdeposicionales esta porosidad contribuirá a un proceso paulatino de gelatinización del material óseo, que contribuye a la pérdida de colágeno y disminuye la integridad física del resto óseo. El paso último de deterioro por causa de la porosidad es la sustitución y “relleno” del hueso por parte de otros minerales aportados por el suelo, lo que llevará a que su estructura interna termine siendo puramente inorgánica y se forme un fósil (Collins et al., 2002). Los fósiles no poseen materia orgánica, por lo que es imposible la extracción de colágeno para estudios de isótopos estables o dataciones radiocarbónicas.

En segundo lugar, es menester considerar las condiciones ambientales, es decir, las condiciones de enterramiento y postdeposicionales de un resto óseo. Los suelos tienen diferentes características que influirán directamente en la preservación del hueso, y si el suelo donde se ha depositado un resto óseo no se encuentra en equilibrio termodinámico, está garantizado un deterioro del material óseo y, consecuentemente, del colágeno de su interior. Tenemos que considerar el pH al que ha estado sometido el material, ya que entornos con pH extremos suelen ser bastante agresivos con el material óseo, en entornos de extrema acidificación la capa de hidroxiapatita se deteriorará a gran velocidad, y una vez los materiales ácidos entren en contacto con el colágeno se producirá una desaparición paulatina del mismo.

Los entornos alcalinos en extremo también resultan perjudiciales para el colágeno, los huesos no son muy estables ante los procesos de hidrólisis, y un entorno excesivamente alcalino puede generar que el hueso se carbonate y se vaya perdiendo. Este fenómeno ocurre de forma especialmente precoz en suelos muy arcillosos, y podemos ver algunos ejemplos en las intervenciones arqueológicas recientes en Canarias (Arnay-de-La Rosa, 2009b).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

También, condiciones ambientales de altas temperaturas generan un grave deterioro del material óseo inorgánico y orgánico. La termoalteración de un cuerpo es especialmente agresiva con su colágeno, y encontraremos pérdida y destrucción de colágeno en restos quemados, y posiblemente no encontremos materia orgánica alguna en restos carbonizados. Otro proceso de termoalteración especialmente agresivo es el hervido de los restos.

Los huesos dejados a la intemperie también se deterioran muy rápido debido a la acción del sol, y el colágeno puede eliminarse totalmente en el transcurso de un año, especialmente en entornos cálidos, característicos de climas tropicales (Wright, 2017). En este estado es en el que se encuentran, por desgracia, muchos restos arqueológicos de Canarias. En climas fríos y poco húmedos podremos encontrar mejor preservación del colágeno (Hedges, 2002).

El tercer elemento principal de deterioro postdeposicional es la acción microbiana, que además está intrínsecamente relacionada con el deterioro causado por los agentes naturales. La desmineralización, ya sea por temperatura, o por las condiciones del pH del ambiente, permite el acceso de bacterias al colágeno por parte de microbios (Collins et al., 2002). No obstante, hay que mencionar el hecho de que el hueso es más susceptible a los ataques microbianos en los primeros momentos después del enterramiento, el tiempo que transcurre desde la defunción hasta que es recuperado el resto, sin embargo, no es el mayor agente determinante a la hora de establecer la severidad del ataque microbiano, como puede ser en los otros casos expuestos. Además, en el caso de un hueso en buen estado de conservación y poca porosidad, la acción de los microbios se limitará a la matriz mineral y no debería interferir con los análisis realizados en el colágeno. Ahora bien, esto no implica que el efecto último de los ataques microbianos no sea de gran importancia, ya que una vez comienza este tipo de deterioro la porosidad del hueso aumenta y se pierde aún mayor cantidad de colágeno (Hedges, 2002).

Estos tres factores suelen estar muy relacionados entre sí, y suelen ser complementarios en la tafonomía de un hueso. De este modo, es normal encontrar, por ejemplo, un resto óseo sometido a altas temperaturas ambientales, que tenga un índice alto de porosidad, y haya perdido colágeno por la acción microbiana. Además, el colágeno se pierde conforme pasa el tiempo, y de cara a un análisis químico, se debe siempre evaluar la cantidad de colágeno disponible (en peso) por peso de hueso muestreado.

#### II.1.6 Indicadores de calidad del colágeno:

Llegados a este punto hay que considerar que es un tema muy importante determinar si la materia orgánica extraída, o “colágeno” se encuentra en buen estado para poder ser analizado. Algunos autores, cuando se empezó a trabajar ampliamente con isótopos estables

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

mencionaron que no deberíamos asumir que toda materia orgánica extraída de un resto óseo fuese automáticamente colágeno (Brock et al., 2013), ya que, según el protocolo de extracción, nos podremos encontrar con otros elementos, como ácidos húmicos, provenientes de la materia orgánica del suelo (Ambrose, 1990).

Por ello, se han establecido protocolos para comprobar la calidad del colágeno extraído de los restos óseos. Estos métodos requieren en primer lugar evaluar las condiciones tafonómicas, la posible contaminación, y el pretratamiento empleado de las muestras para su extracción desde el hueso. De modo que antes de evaluar la calidad del colágeno, tendremos que determinar cómo es el estado de conservación del hueso del que pretendemos extraerlo y cual han sido sus condiciones diagenéticas. A día de hoy sabemos que, por ejemplo, un hueso en zonas áridas y tropicales es bajo en colágeno, o que, si es posible, es mejor evitar restos termoalterados para extraer colágeno (van Klinken, 1999).

El primer elemento clave que tener en cuenta es evaluar la cantidad de colágeno disponible en un resto óseo después de un determinado método de pretratamiento, para ello, se debe cuantificar el porcentaje de colágeno extraído por cantidad de hueso. Esto se puede realizar de forma sencilla, pesando la cantidad de colágeno después del pretratamiento, y estableciendo una relación porcentual de peso entre la muestra de origen y el peso del colágeno extraído. Hay que tener en cuenta que la cantidad de colágeno de un resto arqueológico con toda probabilidad se habrá visto reducida, por lo que se debe considerar una cantidad mínima válida para poder analizar. Por lo general, se considera válido un método siempre que rinda una cantidad superior a un 1% de colágeno, no considerándose una muestra válida aquella que rinda una cantidad inferior (Ambrose, 1990, 1987; Niro y Schoeninger, 1983; Schoeninger y De Niro, 1984).

Una vez hemos obtenido el porcentaje de “colágeno” extraído por muestra, debemos acudir a métodos más específicos para evaluar la fiabilidad de este. El indicador de calidad más empleado en los análisis de isótopos es la cuantificación de las cantidades porcentuales de carbono (%C) y nitrógeno (%N) por muestra, y el ratio entre ambos valores (C/N ratio) (Ambrose, 1990). Por lo general, se ha aceptado que las muestras deben tener una cantidad de nitrógeno superior a 5% y de carbono superior al 15% del colágeno extraído para ser consideradas muestras válidas para su medición. Del mismo modo, los ratios ideales de C:N deberían estar entre 2,9 – 3,6 (Ambrose, 1990; Hu et al., 2007; Lightfoot et al., 2015; van Klinken, 1999).

Algunos trabajos, sin embargo, han planteado la posibilidad de que un porcentaje de colágeno bajo, así como unas cantidades porcentuales de carbono y nitrógeno, con el

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

consecuente ratio de C/N teniendo valores “no válidos”, no tienen necesariamente que indicar la no fiabilidad de la muestra, ya que por lo general, todos estos elementos nos hablan de la calidad de la muestra en sí, no de su fraccionamiento isotópico (Becerra-Valdivia et al., 2020; van Klinken, 1999).

## **II.2 Extracción y toma de muestras.**

Por lo general, consideramos como pretratamiento al proceso de transformación que tiene lugar entre la obtención de una muestra y el análisis del producto final (el analito). Esto puede implicar procesos y métodos de limpieza y no abrasivo, y métodos agresivos, tales como la disolución.

### **II.2.1 Extracción de la muestra:**

Lo primero que debemos tener en cuenta es el hecho de contar con restos óseos completos o solo fracciones de estos. Lo ideal siempre será partir de un hueso completo, dado que así podremos reconocer más fácilmente área anatómica, lateralidad, y asegurar su estado de conservación. En segundo lugar, antes de iniciar cualquier tipo de pretratamiento, hay que realizar la extracción física de la muestra. Por lo general, para obtener una cantidad de colágeno suficiente para un análisis de isótopos basta con 1g de hueso cortical, de esta forma nos aseguraremos una cantidad mínima disponible para análisis y realizar posibles repeticiones. Esta extracción será un proceso de destrucción para el hueso y su integridad física, y usualmente requiere el empleo de diferentes herramientas y/o reactivos, por lo tanto, se deben garantizar las siguientes condiciones:

- 1) La seguridad del personal investigador y del material arqueológico (óseo).
- 2) La correcta higiene y esterilización de las herramientas y el uso adecuado de material protector.
- 3) La preservación de la muestra posteriormente al proceso de extracción.

Para el caso que nos ocupa, el tejido cortical de un hueso, y el esmalte y la dentina de los dientes, son materiales duros cuyo tejido cortical se compone de enlaces de hidroxiapatita y colágeno (Caeiro et al., 2013), por lo que para extraer una muestra se requiere de herramientas de corte, como una hoja radial. por lo general, para este cometido se suelen emplear multiherramientas con cabezales intercambiables, usualmente también provistas de un extensor o alargador en la zona del cabezal. Este instrumental debe ser lavado entre cada muestra con agua destilada y etanol (70%) para evitar contaminaciones.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

A la hora de seleccionar que parte del resto óseo emplearemos, es necesario establecer un criterio de selección de muestra previo a la toma física. Usualmente, en el caso de huesos largos, se suele hacer un corte circular o de forma cuadrada, en la zona media del hueso, en la diáfisis. El motivo de esto es que la diáfisis es la zona en la que menor cantidad de marcas de actividad física hay, de modo que, pese a ser una actividad destructiva, el corte estará pensado para evitar la pérdida de información antropológica.

Del mismo modo, para evitar dañar en exceso la muestra, se deben controlar las “rpm” (revoluciones por minuto) a las que girará bien la sierra radial, bien el taladro percutor. Una velocidad excesiva hará que al entrar en contacto la superficie metálica con el tejido cortical se produzca calor, y esto puede llevar a una termoalteración abrasiva que dañe tanto el material óseo como el colágeno que pretendemos extraer. Por ello, una velocidad de entre 2500-3000 rpm se considera como el rango ideal para el corte de huesos en buen estado de conservación, pudiendo reducirse si el hueso tiene deterioro postdeposicional y se encuentra en un estado de mayor fragilidad, pero nunca siendo recomendado aumentarse.

El personal técnico encargado de manipular tanto el resto óseo como la herramienta de extracción deberá llevar en todo momento gafas de protección, debido a la posibilidad de proyección de fragmentos de hueso, y dos guantes de nitrilo o látex en cada mano, para asegurar la protección.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



Figura II.1: Proceso de corte de una tibia.

#### II.2.2 Limpieza y preservación de la muestra:

El colágeno, salvo casos muy excepcionales, no se ve alterado por la conservación en recipientes modernos, por lo que prácticamente cualquier recipiente contenedor es útil para almacenar y transportar la muestra previo al pretratamiento. Por su fácil transporte y etiquetado es recomendable emplear bien tubos de polipropileno de 10-15 ml con tapa plástica, o bolsas de plástico con cierre hermético.

Ahora bien, en muchas ocasiones, especialmente en restos recién excavados, nos encontramos con material óseo con adherencias de sedimento, si bien durante el pretratamiento de la muestra eliminaremos elementos de materia orgánica, lo ideal es que nuestra muestra llegue lo más limpia posible al pretratamiento, por lo que se recomienda realizar un raspado de la superficie cortical extraída en seco, sin emplear ningún tipo de líquido, únicamente mediante el empleo de pequeñas espátulas de acero, o un bisturí. Estas herramientas de limpieza deben ser correctamente esterilizadas con agua destilada y etanol (70%).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

### **II.3 Métodos de pretratamiento**

Existen diversos métodos de extraer el colágeno de un resto óseo o diente. Para el desarrollo de este trabajo se han empleado únicamente dos, un primer método basado en una reacción acida-alcalina-acida (AAA) derivado del protocolo planteado por Stanley H. Ambrose (Ambrose, 1993, 1990), y un segundo método, que requiere diferentes niveles de acidificación y demineralización, basado en las técnicas desarrolladas por Julia Beaumont y Janet Montgmorey en la Universidad de Bradford en años recientes (Beaumont et al., 2014, 2013).

Hay que destacar que, desde los primeros trabajos realizados sobre extracciones de materia orgánica en hueso, se ha tenido en cuenta que, independientemente del pretratamiento utilizado, siempre pueden quedar, además del colágeno del hueso, otras proteínas y componentes. Muchos autores han planteado la posibilidad de llamar a esta materia orgánica extraída del hueso como: gelatina del hueso, “colágeno” (entrecomillado), o simplemente materia orgánica (Ambrose, 1993; Brock et al., 2013). En el presente trabajo hemos decidido referirnos a ello como colágeno, ya que este es el componente principal de la materia orgánica extraída.

#### **II.3.1 Método propuesto por Ambrose (1990):**

En 1990 ya se estaba experimentando con los diferentes resultados de análisis de colágeno de restos óseos, no obstante, muchas de estas técnicas requerían de una especialización y un instrumental específico (De Niro y Schoeninger, 1983; Schoeninger y De Niro, 1984). Stanley Ambrose planteó la posibilidad de elaborar un método que fuese más eficiente que lo anteriormente empleado en cuanto a coste, material y tiempo, y que pudiese ser emulado en la mayoría de los laboratorios químicos. Este proceso constaba de cuatro fases principales, que ya estaban incluidas en trabajos anteriores y se inspiraba, al igual que todos, en la primera publicación de extracción de colágeno para dataciones radiocarbónicas (Longin, 1971). El método consistía en:

- a) Primera fase de acidificación para eliminar carbonatos, fosfatos y ácidos fúlvicos
- b) Tratamiento con hidróxido de sodio (NaOH) para quitar contaminantes como ácidos húmicos o lípidos.
- c) Solubilización con un ácido débil diluido (ácido clorhídrico, HCl) a alta temperatura.
- d) Filtrado o centrifugado para retirar posibles contaminantes.

El protocolo que hemos seguido para nuestras muestras sigue este mismo esquema, en primer lugar, posteriormente al limpiado de la muestra hueso, se ha molido 1gr de material óseo

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

hasta conseguir un grano inferior a 0.71mm. Esto se realiza usualmente a mano, empleando un mortero de cerámica, de vidrio o de ágata, el elemento fundamental que debe tener el mortero es la ausencia de porosidad, para evitar la pérdida del “polvo” óseo, y además, contar con compacidad que evite que el propio mortero pierda material.

Para la fase ácida, se emplearon dos procesos diferentes, se comenzó con el vertido del “polvo” de hueso en un tubo de vidrio de 10 ml, al que se le añadieron específicamente 10 ml de ácido clorhídrico (HCl) a 0.5 M (molaridad). Esta solución se dejó reposar a temperatura ambiente durante 24 horas, para asegurar la completa eliminación de posibles contaminantes. Alternativamente, un grupo control fue sometido al mismo proceso, pero en lugar de dejarlo a temperatura ambiente durante 24 horas, se colocaron los tubos de vidrio en un baño de agua con ultrasonido durante 30 minutos. Posteriormente, se aclararon las muestras con agua desionizada (Milli-Q), se centrifugaron y se retiró la disolución con la ayuda de pipetas Pasteur de vidrio.

Para la fase alcalina, se añadieron 100 ml de NaOH, y se dejaron reposar las muestras durante 24 horas a temperatura ambiente, para después aclararlas con agua Milli-Q, centrifugarlas y retirar la solución con pipetas Pasteur.



Figura II.2: Muestras durante la fase alcalina.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

La tercera fase ácida consistió en verter 50ml de HC sobre el residuo, en esa ocasión con menor molaridad (0.1M), y colocadas en una estufa de secado a 70 °C durante 12 horas para solubilizar el colágeno. Esta solución fue sometida a centrifugado y a la separación del residuo de la solución.

La solución resultante de esto, que en principio contiene el colágeno que queremos obtener, es entonces liofilizada durante, al menos, dos días en viales de 5ml especialmente adaptados para el aparato liofilizador. El liofilizado consiste en la congelación de la muestra y la reducción de presión mediante una bomba de vacío, de este modo, el líquido (nuestra solución) es congelado a temperaturas bajo cero y convertido en un sólido, y posteriormente el agua de nuestra solución es sublimada a estado gaseoso, sin pasar por la fase líquida, dejando únicamente el material que se encontraba disuelto en la solución, en nuestro caso, el colágeno.

Tras dos días de liofilizado en los viales, el colágeno es pesado, para calcular la cantidad proporcional de colágeno resultante de cada muestra de hueso, y depositado en tubos de 5ml para su futuro análisis.

No hubo diferencias entre el colágeno obtenido entre las muestras sometidas a 24h en HCl y el grupo control, al que se le aplicaron 30 minutos de Ultrasonido una vez depositadas en HCl, por lo que, para conseguir una mayor eficiencia, se empleó en la mayoría de las muestras.

Este protocolo rindió unas cantidades de colágeno entre 1 y 15% por muestra en todos los experimentos realizados, y resultó en un colágeno con una apariencia física similar a la descrita por el propio Ambrose en su trabajo como una “translúcida y amarillenta gelatina” (Ambrose, 1990). Una vez analizado, en la mayoría de los casos los ratios de C/N eran los aceptados para considerarlos muestras válidas, así como las cantidades porcentuales de carbono y nitrógeno por muestra.

Sin embargo, existen diversas críticas a este método, pues la fase alcalina corre el riesgo de deteriorar el colágeno resultante (Brock et al., 2013; Sealy et al., 2014), y además, las cantidades obtenidas de colágeno por muestra fueron, en la mayoría de los casos, muy bajas.

Debido a esto, se decidió emplear un método más reciente para la extracción de colágeno, aprovechando además una estancia de investigación en la Universidad de Bradford para no solo aprender este método, sino su aplicación en el estudio de la dentina incremental.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

II.3.2 Método propuesto por Beaumont et al. (2013):

Este método, desarrollado por Julia Beaumont y Janet Montgomery, emplea como base varios métodos que modifican el método de Longin (Brown et al., 1988; O'Connel y Hedges, 1999) y le añaden una fase de filtrado. Este método, a diferencia del anteriormente visto, elimina la fase alcalina, en la que se puede perder algo de colágeno. El empleo de este método aumenta el tiempo de procesado de la muestra, pero reduce en gran medida la complejidad técnica, se basa en:

- a) Una fase ácida, en la que se desmineraliza el hueso/diente
- b) Una fase de desnaturalización, a alta temperatura
- c) Filtrado y centrifugado, para separar contaminantes de la solución
- d) Una última fase de liofilizado

Para la realización de este método, el hueso no se pulverizó en un mortero, sino que se colocó el fragmento de hueso en su totalidad en un tubo de vidrio de 100ml. Y se le añadieron 100ml de ácido clorhídrico (HCl) a 0.5M. Los tubos fueron depositados un frigorífico a 4°C, y se esperó a que el material óseo se desmineralizase, cambiando el ácido cada 5 días aproximadamente, este proceso tarda entre 2 y 3 semanas en completarse, y las condiciones de demineralización del hueso dependen de su estado tafonómico, siendo los huesos mejor conservados los que más tardan en desmineralizar.

Posteriormente, a los tubos se les añade agua desionizada hasta que la solución alcance una concentración de pH = 3, y se colocan en una placa calórica a 70 °C durante 48 horas. Tras este periodo, el material se ha desnaturalizado y disuelto en la solución.

A continuación, las muestras son filtradas en un filtro separador de 8µm (micras), del tipo "Eeze filter", y centrifugadas a 4000 rpm, para separar, si quedase, fracción sólida. Tras el filtrado y centrifugado, las muestras son depositadas en un congelador y liofilizadas de forma similar al anterior protocolo. Y tras 48 horas se habrá obtenido el colágeno del hueso.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



Figura II.3: Liofilizado de muestras de dentina en la Universidad de Bradford (UBU).

Al remover la fase alcalina en este protocolo, el colágeno obtenido después del liofilizado presenta unas características físicas diferentes a las del trabajo de Ambrose (1990), no es una sustancia gelatinosa, sino un “algodón” sólido, muy ligero. Al tener una composición más sólida, es más fácil de pesar, pero no presenta ninguna característica diferente en sus ratios de C:N, o la cantidad de carbono y nitrógeno de este compuesto. Aunque a diferencia del anterior método, aquí se produce más cantidad de colágeno (10-15%).

#### II.4 Referencias (Sección II):

Ambrose, S.H., 1987. Chemical and Isotopic techniques of Diet Reconstruction in Eastern North America, in: Emergent Horticultural Economies of the Eastern Woodlands. Southern Illinois University, pp. 87–108.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Ambrose, S.H., 1990. Preparation and Characterization of Bone and Tooth Collagen for Isotopic Analysis. *J. Archaeol. Sci.* 17, 431–451.

Ambrose, S.H., 1993. Isotopic Analysis of Paleodiets: Methodological and Interpretive Considerations, in: Sandford, M. (Ed.), *Investigations of Ancient Human Tissue: Chemical Analyses in Anthropology, Food and Nutrition in History and Anthropology*. Routledge, pp. 59–130.

Arnay-de-la-Rosa, M., 2009. La arqueología histórica en Canarias. El yacimiento sepulcral de la iglesia de Nuestra Señora de la Concepción de Santa Cruz de Tenerife. *Arqueol. Iberoam.* 1, 21–36.

Beaumont, J., Gledhill, A., Lee-Thorp, J.A., Montgomery, J., J., 2013. Childhood diet: A closer examination of the evidence from dental tissues using stable isotope analysis of incremental human dentine. *Archaeometry* 55, 277–295.

Beaumont, J., Gledhill, A., Montgomery, J., 2014. Isotope analysis of incremental human dentine: towards higher temporal resolution. *Bull. Int. Assoc. Paleodent.* 8, 212–223.

Beaumont, J., Montgomery, J., 2015. Oral histories: a simple method of assigning chronological age to isotopic values from human dentine collagen. *Ann. Hum. Biol.* 42, 497–414.

Becerra-Valdivia, L., Leal-Cervantes, R., Wood, R., Higham, T., 2020. Challenges in sample processing within radiocarbon dating and their impact in 14C-dates-as-data studies. *J. Archaeol. Sci.* 113.

Brock, F., Geoghegan, V., Thomas, B., Jurkschat, K., Higham, T.F.G., 2013. Analysis of bone “collagen” extraction products for radiocarbon dating. *Radiocarbon* 55, 445–463.

Brown, T.A., Nelson, D.E., Vogel, J.S., Southon, J.R., 1988. Improved collagen extraction by modified Longin method. *Radiocarbon* 30, 171–177.

Caeiro, J.R., González, P., Guede, D., 2013. Biomecánica y hueso: Ensayos en los distintos niveles jerárquicos del hueso y técnicas alternativas para la determinación de la resistencia ósea. *Rev. Osteoporos. Metab. Miner.* 5, 99–108.

Collins, M.J., Nielsen-Marsh, C.M., Hiller, J., Smith, C.I., Roberts, J.P., Prigoditch, R.V., Wess, T.J., Csapo, J., Millard, A.R., Turner-Walker, G., 2002. The Survival of Organic Matter in Bone: a Review. *Archaeometry* 44, 383–394.

Hedges, R.E.M., 2002. Bone diagenesis: An overview of the processes. *Archaeometry* 44, 319–328.

Hu, Y., Wang, C., Ambrose, S., 2007. Stable Isotopic analysis on Ancient Human Bones in Jiahu site. *Sci. China Ser. Earth Sci., Earth Sciences* 50, 563–570.

Lee-Thorp, J.A., 2008. On Isotopes and old bones. *Archaeometry* 50, 925–950.

Lightfoot, E., Motuzaitė-Matuzevičiute, G., O’Connell, T.C., Kukushkin, I.A., Loman, V., Varfolomeev, V., Liu, X., Jones, M.K., 2015. How “pastoral” is Pastoralism? Dietary diversity in Bronze Age communities in the central Kazakhstan steppes. *Archaeometry* 57, 232–249.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Longin, R., 1971. New Method of Collagen Extraction for Radiocarbon Dating. *Nature* 230, 241–242.

Niro, M.J.D., Schoeninger, M., 1983. Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios of Bone Collagen: Variations Within Individuals, Between Sexes, and Within Population Raised on Monotonous Diets. *J. Archaeol. Sci.* 10, 199–203.

O’Connel, T.C., Hedges, R.E.M., 1999. Isotopic Composition of Hair and Bone: Archaeological Analyses. *J. Archaeol. Sci.* 26, 661–665.

Schoeninger, M., De Niro, M.J., 1984. Nitrogen and Carbon Isotopic Composition of Bone Collagen from Marine and Terrestrial Animals. *Geochim. Cosmochim. Acta* 48, 625–629.

Sealy, J., Johnson, M., Richards, M., Nehlich, O., 2014. Comparison of two methods of extracting bone collagen for stable carbon and nitrogen isotope analysis: comparing whole bone demineralization with gelatinization and ultrafiltration. *J. Archaeol. Sci.* 47, 64–69.

van Klinken, G.J., 1999. Bone Collagen Quality Indicators for Palaeodietary and Radiocarbon Measurements. *J. Archaeol. Sci.* 26, 687–695.

Wright, D., 2017. Accuracy vs Precision: Understanding Potential errors from Radiocarbon dating on African Landscapes. *Afr. Archaeol. Rev.* 34, 303–319.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

SECCIÓN 3: ESTUDIO DE ISÓTOPOS  
ESTABLES DE LA POBLACIÓN  
ABORIGEN DE LA GOMERA

---

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

### III.1 Los estudios arqueológicos de La Gomera:

Como indica Juan Francisco Navarro Mederos, uno de los principales investigadores de los antiguos gomeros, no es descabellado afirmar que las investigaciones sobre la población aborigen de La Gomera se iniciaron hacia la década de 1870 de la mano de J. Bethencourt Alfonso, el fundador del Gabinete Científico de Santa Cruz de Tenerife, que trabajó principalmente en el sur de la isla (Navarro Mederos, 1992). No obstante, las primeras intervenciones arqueológicas propiamente dichas en la isla se deben a Luis Diego Cuscoy y fueron realizadas en una fecha tan temprana como los años 40. Estos primeros trabajos se centraron en la excavación de la Degollada de La Vaca (Diego Cuscoy, 1946), a la que se añadirían después las de la cueva de los Toscones (Diego Cuscoy, 1948) y de Alajeró (Diego Cuscoy, 1953a, 1953b).

En los años sesenta del siglo pasado H. Nowak trabaja en la Fortaleza de Chipude (Nowak, 1969, 1967), yacimiento sobre el que más tarde trabajaría el propio Manuel Pellicer (Pellicer, 1979). Pero el auténtico impulso de la arqueología en La Gomera se debe a la redacción de la Memoria de Licenciatura de Juan Francisco Navarro Mederos en 1972, que consistió en la elaboración de una carta arqueológica mediante prospecciones sistemáticas, que fueron acompañadas de recuperación de material arqueológico en algunas excavaciones. En la década de los 70 se inicia una serie de excavaciones en diferentes contextos, como los Concheros de Arguamul (Acosta et al., 1977), la Era de los Antiguos, la necrópolis de los Polieros (Navarro-Mederos, 1984, 1988a) y las excavaciones de Los Cejos de los Tejelecheros (Alamo Torres y Valencia Afonso, 1988; Navarro-Mederos, 1988b)

A partir de los años 90 se inicia la publicación de una serie de obras de referencia sobre La Gomera y Los Gomeros por parte del ya citado Juan Francisco Navarro Mederos. (Navarro-Mederos, 1993, 1992). Estas obras sirven para contar por primera vez con unos manuales de consulta y referencia que aglutinan toda la información arqueológica disponible hasta la fecha sobre la isla. Los enormes esfuerzos por parte de Navarro Mederos por dar a conocer el patrimonio de la isla y conservarlo llevarán a la creación del Museo de Arqueología de La Gomera, desde donde se sigue impulsando las investigaciones arqueológicas y antropológicas hasta la actualidad. Cabe destacar las investigaciones llevadas a cabo en el marco de la Arqueología del Territorio, centradas en los píreos o aras de sacrificio, las manifestaciones rupestres y los concheros, así como en la distribución espacial de los asentamientos y de las necrópolis (Hernández Marrero y Navarro Mederos, 2011-2012).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Los estudios llegarán a un momento de plenitud con la creación del Museo Arqueológico de La Gomera, en concurso desde 2004 y abierto en 2007, impulsado mayoritariamente por iniciativa de Juan Francisco Navarro Mederos.

### **III.2 Antropología de Los Aborígenes de la Gomera:**

Quienes visitaron las islas durante el periodo de la conquista dejaron diversas impresiones sobre las poblaciones del archipiélago, respecto a La Gomera, el propio Juan Francisco Navarro recoge en su obra numerosas citas de Leonardo Torriani, Gomes Eanes de Zurara, o Juan Abreu Galindo entre otros (Navarro-Mederos, 1993). Estas descripciones, de carácter subjetivo, hacen hincapié en algunas de las particularidades culturales de los antiguos gomeros y también ofrecen algunas descripciones sobre su aspecto físico muy someras y contradictorias en su información (para Abreu Galindo eran de mediana estatura, mientras que para Torriani eran “hombres grandes”).

Como ya comentamos, el descubrimiento del Cromagnon europeo despertó el interés por el estudio antropológico de los aborígenes canarios. En ese contexto se llevaron a cabo los primeros trabajos en La Gomera de la mano de Chil y Naranjo (1880), que se complementaron con los emprendidos por R. Verneau en 1887. Con apoyo casi exclusivo en los resultados craneométricos, este antropólogo llegó a plantear que existía una gran semejanza entre la población prehispánica de La Gomera y la cromañóide de Tenerife. A los estudios de R. Verneau le seguirán otros de F. Falkenburger (1940), I. Schwidetzky (1963) y M. Fusté (1964). Todos ellos basados en procedimientos clasificatorios de base métrica y morfológica. I. Schwidetzky fue la que se ocupó con más detalle de la antigua población gomera. Después de estudiar 96 cráneos gomeros depositados en el Museo Arqueológico de Tenerife, señaló también la similitud con la de Tenerife y acuñó el término de población central para designar a las poblaciones gomeras y guanches (Navarro Mederos, 1992, Castañeyra Ruiz, 2015).

Una vez iniciados los análisis antropológicos de los restos de las islas, se abordaron por primera vez estudios sobre posibles diferencias locales, con el interés de saber si los habitantes de una zona o bando de la isla mostraban diferencias acusadas con respecto a los de otro. Diversos estudios apuntarán hacia una mayor estatura en los individuos de las zonas del sur de la isla y una menor estatura en el norte (Billy, 1982).

Los estudios de antropología física tienen una importante reactivación a partir de la década de los ochenta del siglo pasado, cuando se produjo, como vimos, cambios teóricos y metodológicos fundamentales en el seno de esta disciplina. Estos cambios también se

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

manifiestan en los estudios bioantropológicos sobre los indígenas gomeros, destacando los relacionados con la paleopatología, la dieta y la caracterización genética.

Es preciso señalar la importancia que ha tenido la excavación arqueológica del sitio arqueológico del Acceso al Pescante de Vallehermoso, en 2005. Esta investigación fue una oportunidad de oro para estudiar un contexto funerario de primera mano con técnicas antropológicas modernas, incorporando a su vez análisis arqueométricos, de genética, elementos traza e isótopos estables (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009), siendo además la primera vez que se utilizó este último método en muestras arqueológicas del archipiélago desde que lo hiciese Larry Tieszen en los años 90 (Tieszen et al., 1993).

A partir de ese momento comienzan a generarse una serie de estudios antropológicos de forma cada vez más asidua en los que se trabaja con las patologías de los individuos conservados en el Museo Arqueológico de La Gomera y las propias muestras de El Acceso al Pescante de Vallehermoso (Arnay-de-la-Rosa et al., 2015; Castañeyra-Ruiz et al., 2015). De especial interés son los estudios de paleogenética llevados a cabo por la Dra. Rosa Fregel Lorenzo, en los que se presenta la abundancia del haplogrupo U6b1 en las muestras arqueológicas de La Gomera y su pervivencia en la población actual de la isla (Fregel et al., 2015, 2019). En los mismos años se realizó también una tesis doctoral que tuvo como objeto exclusivo el material antropológico de la isla, centrado en este caso en el estudio de la robustez de los antiguos gomeros (Castañeyra-Ruiz, 2015).

### **III.3 Los Gomeros y su interacción con el Medio:**

#### **III.3.1 La Ganadería:**

Gracias a los trabajos arqueológicos mencionados anteriormente sabemos que la sociedad prehispanica gomera era fundamentalmente una sociedad pastoril. Desde las primeras excavaciones realizadas en Los Polieros ya se pudo comprobar que el porcentaje de ovicápridos supone el 95% del registro de fauna encontrado en cada estrato, siendo mayor la presencia de cabra que de oveja (Navarro-Mederos, 1993). De hecho, el propio Navarro menciona la presencia de restos de ovicápridos en todos los yacimientos de habitación, en concheros, e incluso en cuevas sepulcrales. El estudio del pastoreo ha sido, por tanto uno de los objetivos fundamentales en La Gomera, actualmente existe un proyecto de investigación liderado por el arqueólogo Juan Carlos Hernández Marrero centrado en estudiar los yacimientos de habitación y posibles rutas pastoriles de los antiguos habitantes de la isla. En el marco de este proyecto se

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

han realizado diversas excavaciones arqueológicas que han contribuido a remarcar la importancia de la actividad ganadera.

Estas excavaciones revelan un consumo animal en el que predominan tres tipos que se encuentran en el registro arqueológico de todas las islas, como son la cabra (*Capra Hircus*), la oveja (*Ovis Aries*) y el cerdo (*Sus domésticus*). Estas tres especies aparecen evidenciadas en el registro arqueológico de yacimientos recientemente excavados, junto con otros porcentualmente más escasos, como los restos de ictiofauna y aves (Hernández-Marrero et al., 2015; Hernández-Marrero y Navarro-Mederos, 2011).

Sobre la organización de la actividad ganadera poco podemos concretar salvo algunas hipótesis puntuales. Existen yacimientos arqueológicos con indicios de uso y consumo de especies de la cabaña ganadera por todas las zonas de la isla y cotas de altura, por lo que no parece una actividad suscrita exclusivamente a un único piso bioclimático o zona de la isla, la transhumancia por amplias partes de terreno puede asumirse, dado que no existe cobertura vegetal con suficiente potencia para asegurar la explotación constante en una misma zona sin agotar los recursos disponibles. Esto además estaría ligado a la recolección vegetal estacional (Navarro-Mederos, 1993), algo que evidencia la aparición de diversas especies vegetales propias de otros pisos bioclimáticos en el registro arqueológico reciente (Hernández-Marrero et al., 2015).

### III.3.2 La recolección de especies marinas:

Al igual que en todas las islas del archipiélago, sabemos que la zona del litoral fue ampliamente explotada por sus abundantes recursos marinos, tanto de malacofauna como de ictiofauna, aunque esta segunda siendo menos abundante en el registro arqueológico. Las acumulaciones de material malacológico se denominan concheros, y su estudio se remonta a los primeros momentos de la arqueología de La Gomera, con excavaciones realizadas por don Luis Diego Cuscoy en Punta Llana (Álvarez Delgado, 1947), y posteriormente un extenso recorrido por parte de los trabajos de Juan Francisco Navarro Mederos (Navarro-Mederos et al., 2001). Actualmente existe un proyecto de investigación al respecto del uso y explotación de la fauna malacológica, cuyos primeros resultados ya han sido publicados (Mesa Hernández et al., 2010).

Los moluscos consumidos con mayor asiduidad son las especies del género *Patella* (*candei crenata*, *ulyssiponensis aspera*, y *piperata*), comúnmente conocidas como “lapas”, además del *Thais haemastoma*, denominado “perro” o “púrpura” y el *Monodonta atrata*, el “burgado” (Navarro-Mederos, 1993). Los concheros suelen estar alejados de los lugares de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

hábitat, y en estos aparecen abundantes restos de malacofauna. Del mismo modo, aparecen en los concheros estructuras de combustión con restos de fauna terrestre. Las interpretaciones son diversas, pero parece que la formación de los concheros está ligada a la estacionalidad (Mesa Hernández et al., 2010; Parker et al., 2018) y que podría ser una actividad de tipo social/colectiva.

### III.3.3 Las especies vegetales: Agricultura:

De los primeros textos de la conquista tan solo nos llega un breve testimonio sobre la agricultura de La Gomera, debida a Gomes Eanes da Zurara, en la que menciona la escasez de especies cultivables, y cita tan solo la cebada como único cereal de consumo (Zurara, 1973).

Es cierto, que aunque las semillas de cebada (*Hordeum vulgare*) no son muy abundantes en el registro arqueológico, se han constatado en todos los contextos de habitación recientemente estudiados (Hernández-Marrero et al., 2015), así como en el de las aras de sacrificio del Alto del Garajonay (Morales et al., 2017, 2011). Incluso existe una impronta de cebada en uno de los vasos cerámicos que se encuentran hoy día en el Museo Arqueológico de La Gomera, que además constituyó la primera prueba arqueológica en la isla de la manipulación de este cereal (Navarro-Mederos, 1993, 1992). Además, recientemente se han recuperado semillas de *Triticum aestivum/durum* procedentes de la excavación de los yacimientos de El Lomito del Medio y Las Cuevas de Herrera González, que evidencian el consumo de trigo en la Isla (Navarro-Mederos, 2016).

De modo que, si bien es cierto que no conocemos el relativo impacto que tuvo la agricultura en la población de La Gomera, si tenemos información más que abundante para argumentar su existencia en el registro arqueológico. Sin embargo, no sabemos la periodización exacta de los usos agrícolas, las únicas semillas datadas de cebada tienen un rango cronológico entre los siglos IX-XI AD (Morales et al., 2017, 2011).

### III.3.4 Las especies vegetales silvestres:

Como se ha documentado en las diferentes intervenciones arqueológicas, que los gomeros conocían y usaban diferentes recursos vegetales con distintos fines. Aparecen vegetales junto a los restos de fauna en las aras de sacrificio (Morales et al., 2011), y se han encontrado diversas especies en los contextos de habitación excavados (Hernández-Marrero et al., 2015). De todos ellos, posiblemente uno de los más abundantes sea la palmera canaria (*Phoenix canariensis*), que se encuentra en muchos de los yacimientos estudiados (Navarro-Mederos, 1993). Las fuentes etnográficas también mencionan el uso de una bebida destilada a

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

partir de la savia de la palmera canaria, el “guarapo” (Frutuoso, 2004), aunque de momento no tenemos indicios de esta bebida en el registro arqueológico.

La aparición de plantas ajenas a su zona de origen, como la *Visnea mocanera*, perteneciente al bosque termófilo y presente en un yacimiento costero, como el Lomito de Enmedio, nos indica que los productos de recolección tuvieron una singular importancia (Hernández-Marrero et al., 2015). Otro recurso silvestre de especial importancia es la avena silvestre o *Avena sp.*

La recolección de plantas silvestres también aparece en la crónica de Gomes Eanes da Zurara, que describe “leche, raíces de junco y hierbas”, y el propio Juan Francisco Navarro propone una serie de plantas susceptibles de ser consumidos, como el la gamona (*Asphodelus aestivus*), mencionado en las propias fuentes, o el, la “tagasnina” (*Sonchus sp.*), sobre la cual el autor advierte que no hay evidencias arqueológicas, pero sí etnográficas (Navarro-Mederos, 1993). G. Frutuoso (1964) También menciona el consumo de la gamona y las raíces de los “juncos” (*Scirpus sp.*)

A continuación se presenta una tabla con los vegetales hallados en diferentes yacimientos arqueológicos estudiados. Nótese que muchas de estas especies que no son aptas para el consumo aparecen en un contexto que tiene una funcionalidad cultural o simbólica (El Alto del Garajonay), con lo cual, parecen formar parte de un grupo de posibles ofrendas, como se explica en el artículo de Morales et al. (2011).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Nombre	Nombre (común)	Tipo	Yacimiento	Referencias
<i>Hordeum vulgare</i>	Cebada	Cereal	CG, CH, HG, LM, SG, AG	Hernández-Marrero 2015, Morales 2011, 2017
<i>Hordeum vulgare raquis</i>	Cebada	Cereal	HG	Hernández-Marrero 2015
<i>Triticum aestivum/durum</i>	Trigo	Cereal	HG, LM	Hernández-Marrero 2015
<i>Triticum durum raquis</i>	Trigo	Cereal	HG	Hernández-Marrero 2015
<i>Avena sp.</i>	Avena (silvestre)	Arbustiva	SG, AG	Hernández-Marrero 2015, Morales 2011, 2017
<i>Bromus sp.</i>	Bromo	Arbustiva	AG	Morales, 2011, 2017
<i>Fumaria sp.</i>	Palomilla	Arbustiva	AG	Morales, 2011, 2017
<i>Geraniaceae</i>	Geraniaceas (gen.)	Arbustiva	AG	Morales, 2011, 2017
<i>Poaceae</i>	Poáceas/Gramíneas (gen.)	Arbustiva	AG	Morales, 2011, 2017
<i>Lamiaceae</i>	Lamiacea (gen.)	Arbustiva	AG	Morales, 2011, 2017
<i>Lolium sp.</i>	Ballica/Raigrás	Arbustiva	AG	Morales, 2011, 2017
<i>Rumex sp.</i>	Rumex	Arbustiva	AG	Morales, 2011, 2017
<i>Sherardia arvensis</i>	Raspilla	Arbustiva	AG	Morales, 2011, 2017
<i>Galium aparine</i>	Amor de Hortelano/Lapa	Arbustiva	AG	Morales, 2011, 2017
<i>Juniperus Turbinata</i>	Sabina	Arbustiva	LM	Hernández-Marrero 2015
<i>Neochamaelea pulverulenta</i>	Leña blanca/ Orjama	Arbustiva	CG, LM	Hernández-Marrero 2015
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera Canaria	Planta silvestre	CG, SG, AG	Hernández-Marrero 2015, Morales 2011, 2017
<i>Retama Rhodorrhizoides</i>	Retama	Planta silvestre	CH, AG	Hernández-Marrero 2015, Morales 2011
<i>Spartocytisus filipes</i>	Escobon	Planta silvestre	CH, AG	Hernández-Marrero 2015, Morales 2011, 2017
<i>Telina spp.</i>	-	Planta silvestre	AG	Morales, 2011, 2017
<i>Pistacia atlántica</i>	Almácigo	Planta silvestre	CG	Hernández-Marrero 2015
<i>Visnea mocanera</i>	Mocán	Planta silvestre	SG	Hernández-Marrero 2015

\*CG: Cañada de la Gurona, CH: La Cueva Honda, HG: Cuevas de Herrera González, LM: Lomito de Enmedio, SG: Sobrado de los Gómeros, AG: Alto del Garajonay.

Tabla III.1: Especies vegetales encontradas en el registro arqueológico de La Gomera.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

### III.3.5 Los animales silvestres:

Actualmente sabemos que los aborígenes de la Gomera consumieron animales silvestres gracias al registro arqueológico. Especialmente interesante es la aparición (discreta) de diversos tipos de aves en los sondeos arqueológicos recientes (Hernández-Marrero et al., 2015). Además, siempre se ha planteado la posibilidad del consumo de especies autóctonas como el *Lacerta bravoana*, o Lagarto Gigante de La Gomera, y la *Canaryomis bravoii*, la rata gigante de Canarias. Las crónicas mencionan el consumo de ambos (Barros, J. 1552, en Baucells Mesa, 2013), y en el caso de los lagartos, se ha comprobado su presencia en el registro arqueológico de La Gomera (Hernández-Marrero et al., 2015), aunque la ausencia de marcas de corte plantea si son intrusiones en los contextos domésticos o son consumidos.

### III.4 Material y Métodos:

#### III.4.1 El registro antropológico de La Gomera:

Para este estudio se han tomado 54 muestras de restos antropológicos de diferentes cuevas pertenecientes a unidades geomorfológicas de toda la isla. En total, hemos estudiado 24 diferentes enclaves geomorfológicos, muchos de los cuales poseían más de una cueva funeraria. La información correspondiente al número de muestras, hueso escogido, lugar y cueva de enterramiento se puede encontrar en la Tabla III.7 (páginas 103-105).

Los aborígenes gomeros depositaban a sus difuntos principalmente en cuevas, igual que ocurre en la mayoría de las islas. Desde los inicios de la investigación arqueológica en la isla (y en toda Canarias), ha existido un especial interés en el mundo de la muerte, convirtiéndose en uno de los elementos más estudiados en la arqueología. Posiblemente gracias a esto el registro funerario también sea el tipo de yacimiento más alterado del archipiélago. Sea por afán de coleccionismo, de entrar en contacto físico con el pasado, u otra razón.

En el estudio de los espacios funerarios, hay que destacar la labor llevada a cabo por Juan Francisco Navarro Mederos en 1974, consistente en la recuperación de restos óseos arqueológicos acompañado de la catalogación, fotografía y dibujo de las cuevas sepulcrales en las que trabajó. Del mismo modo, desde la creación del Museo Arqueológico de La Gomera en el año 2007, los técnicos de patrimonio del Cabildo han realizado un enorme trabajo de contextualización y catalogación del material arqueológico recuperado, además de, mediante el contacto con informantes y la realización de prospecciones arqueológicas, continuar con la recuperación de restos antropológicos y garantizar su conservación.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Las cuevas de enterramiento de La Gomera, según describe Juan Francisco Navarro, poseen una alta variabilidad en cuanto a la forma, acondicionamiento y posición del cuerpo. Existen cuevas acondicionadas con plataformas artificiales, como es el caso de La Cordillera, en que además se levanta en el exterior un murete de piedra. Otras cuevas, como la de Tejeleche, tienen una preparación más cuidada, con el exterior aterrizado artificialmente. No obstante, no todos los restos funerarios se depositan en cuevas, ya que también se han encontrado en la parte noroeste de la isla, varias sepulturas en fosas, excavadas a poca profundidad, el depósito cubiertas con lajas de piedra (Navarro-Mederos, 1993).

Los restos humanos son difíciles de identificar y analizar ya que en muchas ocasiones se encuentran desarticulados e incompletos, debido a diferentes alteraciones, que pueden ser tanto naturales, como antrópicas. Los estudios de arqueología funeraria de La Gomera constatan inhumaciones primarias y secundarias (Navarro-Mederos, 1992).

La recuperación de urgencia y remoción de los restos ha llevado a que prácticamente no existan individuos completos en el museo, con algunas excepciones. De modo que antes de tomar cualquier tipo de muestra para analizar en este estudio, fue necesario establecer criterios de selección e identificación de todos los restos a muestrear, lateralización y cálculo de número mínimo de Individuos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

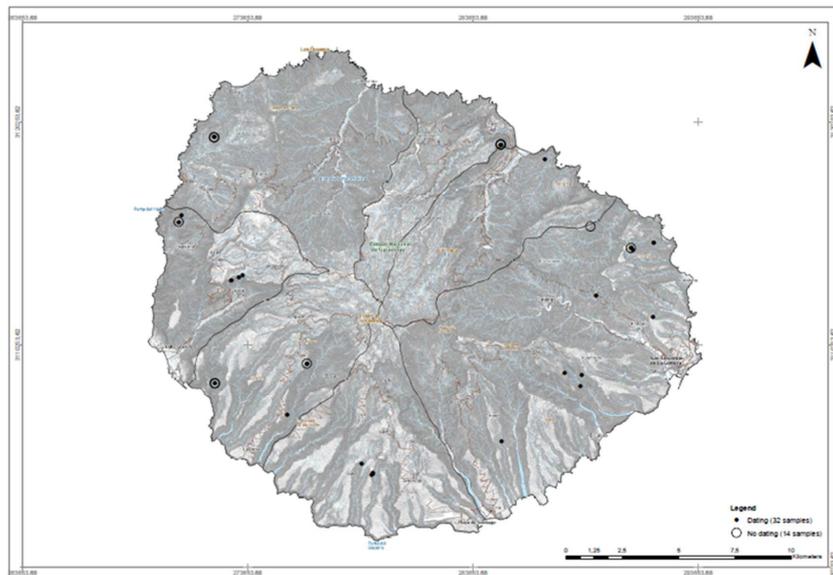
Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



**Figura III.1:** Mapa de La Gomera con localización geográfica de los yacimientos estudiados (Sánchez-Cañadillas et. al,2021). Elaboración por Arqueometra S.L.

**III.4.2 La Contextualización del Registro funerario: Dataciones Radiocarbónicas:**

Existen cuevas funerarias con restos humanos en el archipiélago que datan desde el siglo III después de Cristo (Alberto-Barroso et al., 2019; Velasco-Vázquez et al., 2019), y esta práctica, la de depositar a los difuntos en cavidades en la roca volcánica, continuará en la sociedad de los aborígenes hasta momentos incluso posteriores a la conquista (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017b).

Para tener una mejor contextualización de los restos humanos con los que trabajábamos, se elaboró un proyecto de dataciones compuesto por la unidad técnica de patrimonio del Cabildo de La Gomera, la empresa de arqueología ProRed Sociedad Cooperativa, el Profesor Titular de la ULL Juan Francisco Navarro Mederos, y este doctorando. Este proyecto, solicitado a la Dirección General de Patrimonio Histórico de Canarias, consistió en la datación y calibración de 33 muestras de restos óseos humanos procedentes del Museo de Arqueología de La Gomera. Además, se dataron conjuntamente 19 muestras de Fauna (ovicápridos) obtenidas durante los sondeos realizados en el periodo 2009-2010, estas muestras, sin embargo, formarían parte del proyecto de pastoreo de la Unidad Técnica de Patrimonio del Cabildo de La Gomera y

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

la Universidad de La Laguna, cuyos responsables son Juan Francisco Navarro Mederos y Juan Carlos Hernández Marrero.

Con este proyecto se pretendía obtener un rango temporal preciso sobre la ocupación de los espacios sepulcrales de La Gomera, y también periodizar los yacimientos estudiados mediante el proyecto sobre el pastoreo. Hasta la fecha, las únicas fechas radiocarbónicas para restos humanos de La Gomera eran las obtenidas por Arnay-de-la-Rosa et al. para los restos del Acceso al Pescante de Vallehermoso (2009).

Las muestras fueron enviadas en dos conjuntos diferentes al laboratorio KKCAMS de la Universidad de California (Irvine) para su datación mediante AMS (Accelerator Mass Spectrometry). El pretratamiento de estas muestras se hizo siguiendo los protocolos internos del laboratorio, con un método de extracción de colágeno sin fase alcalina (Beaumont et al., 2010). Los datos fueron entregados en fechas radiocarbónicas "BP" (Before Present) siguiendo las convenciones de datación elaboradas por Stuiver y Polach (Stuiver y Polach, 1977). Adicionalmente, se obtuvieron deltas de carbono y nitrógeno para las 19 muestras de ovicápridos, para estudiar los isótopos de este conjunto.

Posteriormente, ambos conjuntos de dataciones (antropológico y fauna) fueron calibrados empleando el software gratuito *Oxcal v. 4.3* (Bronk Ramsey, 2017, 2001, 1995), y la curva de calibrado *IntCal13* (Reimer et al., 2013). Las fechas son presentadas en su fecha radiocarbónica convencional, y calibradas en rangos de uno y dos sigmas según lo sugerido por Millard et al. (Millard, 2014).

Las dataciones radiocarbónicas de restos antropológicos coinciden con el periodo cronológico asociado a restos antropológicos en el resto del archipiélago, siendo el siglo III A.D. la fecha más antigua para muestras de restos humanos en todo el archipiélago (Velasco-Vázquez et al., 2019). Las fechas más recientes, tanto para esta muestra como para otros restos arqueológicos del archipiélago, igualmente coinciden en el siglo XV como último momento de pervivencia de la cultura aborigen antes de la conquista, con la salvedad de las fechas de las cuevas sepulcrales de Las Cañadas del Teide, que continúan su uso incluso después de la conquista del territorio insular (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017b, 2017a; Fregel et al., 2019).

Sin embargo, las dataciones de ovicápridos presentan un rango cronológico temporal más amplio, retrasando el poblamiento aborigen hasta el siglo I-II A.D. y atestiguando el uso de cuevas de habitación por parte de la población aborigen hasta el siglo XVII. Al respecto de ambas cronologías hay que hacer varias observaciones.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

En toda la muestra analizada, tan solo existe una datación anterior al siglo III A.D., una de las dataciones de los niveles inferiores de El Lomito de En medio (LM-19), que además no se corresponde con los otros restos de fauna de dicho yacimiento, por lo que más dataciones de ese nivel arqueológico son necesarias para corroborar esta fecha tan antigua.

Del mismo modo, las fechas más tempranas corresponden al yacimiento de Las Cuevas de Herrera González, una cueva de habitación que cuenta con restos arqueológicos posteriores a la conquista (Hernández-Marrero et al., 2015), y que seguramente sea indicio de una continuidad en los modos de vida aborígenes dentro del marco social del asentamiento de poblaciones europeas en la isla.

Los datos de las dataciones radiocarbónicas e isótopos estables de este capítulo se encuentran publicados por el autor de esta tesis en el artículo de investigación "*Dietary changes across time: Studying the indigenous period of La Gomera using  $\delta^{13}C$  and  $\delta^{15}N$  stable isotope analysis and radiocarbon dating*", publicado en la revista internacional "*American Journal of Physical Anthropology*" (Sánchez Cañadillas et al., 2021).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Yacimiento	Lab Code (UCIAMS)	Age <sup>14</sup> C years BP	±	Calibrated age AD 1σ range [68.2%]	Calibrated age AD 2σ range [95.4%]
El Juncal (Riscos del Tabaibal Cueva 6)	209507	1780	20	228-322	142-332
La Asomada del Cantero	209513	1635	20	392-424	350-531
Los Polieros (Cueva E)	209500	1625	20	394-504	383-535
Tejeleche (Cueva 1)	209515	1625	20	394-504	383-531
El Lomito del Frontón (Barranco de Argaga)	209517	1575	15	428-534	426-538
Los Polieros (Cueva C)	209514	1505	15	546-584	540-602
El Cabez de los Toscones (Bco. Las Puertitas)	209526	1480	15	560-604	550-624
El Ancón del Acebuche (Bco. Las Puertitas)	209525	1445	15	606-637	587-647
Los Toscones (Cueva 2)	209508	1430	20	613-645	593-654
La Banda de la Higuera	209521	1255	20	695-770	675-853
El Luchón (Cañada de la Urona)	209527	1250	20	695-772	678-862
Riscos del Paridero (Cueva E)	209512	1235	20	695-858	689-876
El Juncal (Riscos del Tabaibal Cueva 1)	209506	1250	15	710-772	683-776
El Juncal (Riscos del Tabaibal Cueva 4)	209505	1230	15	717-860	694-875
La Cueva de los Huesos	209510	1110	20	898-972	891-985
Las Cerquitas (Cueva 6)	209503	955	20	1029-1148	1022-1155
La Quebrada de la Sabina (Cueva Encantada)	209523	910	20	1048-1160	1037-1183
Las Cerquitas (Cueva 2)	209635	910	15	1049-1160	1041-1165
El Roque Baltazar	209502	900	15	1050-1164	1044-1189
Los Tejeleches-3 (El Roque de Los Cejos)	209501	890	20	1052-1202	1045-1214
La Cordillera (Cueva 2)	209516	845	15	1183-1219	1161-1243
Riscos del Paridero (Cueva E)	209511	790	20	1224-1262	1218-1271
El Anden de Guaje	209518	785	15	1224-1264	1221-1270
La Cañada del Paridero	209528	690	20	1277-1296	1271-1384

89

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Los Toscones (Cueva 1)	209509	665	20	1286-1382	1280-1388
El Risco del Bucio	209522	655	20	1288-1384	1282-1390
El Andén de Guaje (Cañada de la Jellpa)	209499	660	15	1289-1381	1282-1388
Los Polieros (Cueva B)	209524	630	15	1298-1388	1293-1393
La Quebrada de la Sábina	209637	620	15	1301-1391	1295-1396
El Andén de Guaje (Cañada de la Jellpa)	209498	615	15	1304-1392	1297-1398
La Quebrada de la Sábina	209504	595	20	1314-1398	1303-1407
La Cañada de la Caleta	209519	560	15	1328-1412	1320-1418
El Juncal (Riscos del Tabaibal)	209520	545	15	1398-1420	1325-1426

**Tabla III.2:** Listado de fechas radiocarbónicas calibradas para la muestra de restos humanos de La Gomera.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

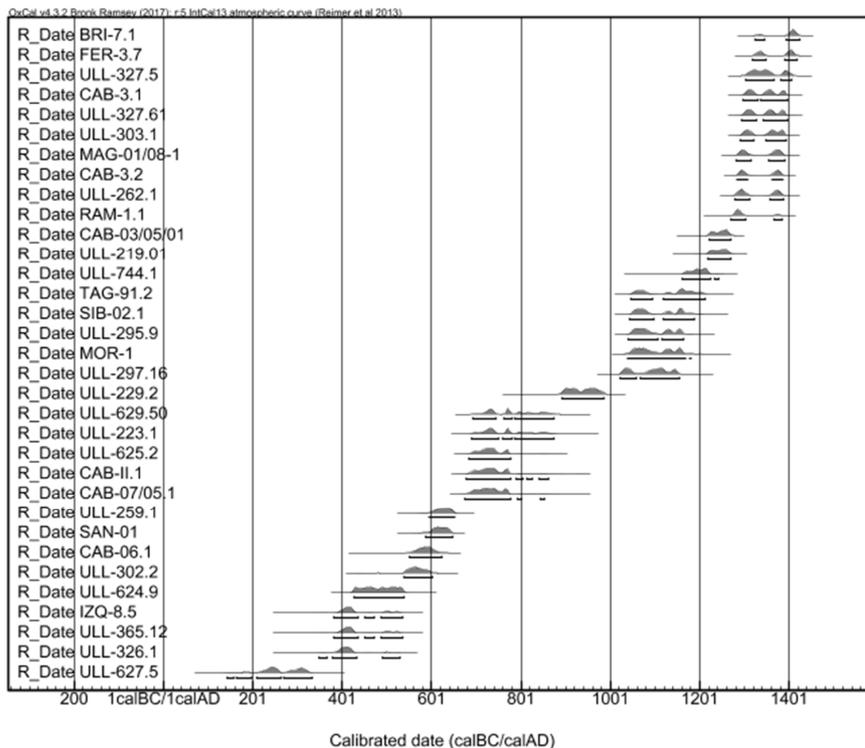


Figura III.2: Curvas de Calibrado de las muestras antropológicas de La Gomera.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865      Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Yacimiento	Lab Code (UCIAMS)	Age <sup>14</sup> C years BP	±	Calibrated age AD 1σ range [68.2%]	Calibrated age AD 2σ range [95.4%]
El Lomito de Enmedio	209630	1900	15	80-124	68-130
El Lomito de Enmedio	209623	1605	15	412-530	401-535
El Lomito de Enmedio	209622	1580	15	427-534	424-537
El Lomito de Enmedio	209624	1570	15	430-516	427-539
El Lomito de Enmedio	209621	1460	15	590-632	571-641
El Lomito de Enmedio	209619	1285	15	683-764	672-769
El Lomito de Enmedio	209631	1200	15	789-866	773-881
La Cañada de la Guroña	209628	1050	15	990-1014	977-1021
La Cañada de la Guroña	209625	980	15	1020-1116	1016-1148
La Cañada de la Guroña	209626	970	15	1022-1118	1020-1150
La Cañada de la Guroña	209627	970	15	1022-1118	1020-1150
El Sobrado de los Gomereros	209617	710	15	1275-1287	1269-1293
El Sobrado de los Gomereros	209618	690	15	1279-1293	1275-1380
El Sobrado de los Gomereros	209616	685	15	1280-1296	1276-1382
El Sobrado de los Gomereros	209629	675	15	1282-1378	1278-1385
El Lomito de Enmedio	209620	620	15	1301-1391	1295-1396
Las Cuevas de Herrera Gonzalez	209615	510	15	1414-1430	1409-1436
Las Cuevas de Herrera Gonzalez	209614	500	15	1418-1434	1411-1440
Las Cuevas de Herrera Gonzalez	209613	340	15	1495-1630	1477-1635

Tabla III.3: Listado de fechas radiocarbónicas calibradas para la muestra de restos de ovicápridos de La Gomera.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

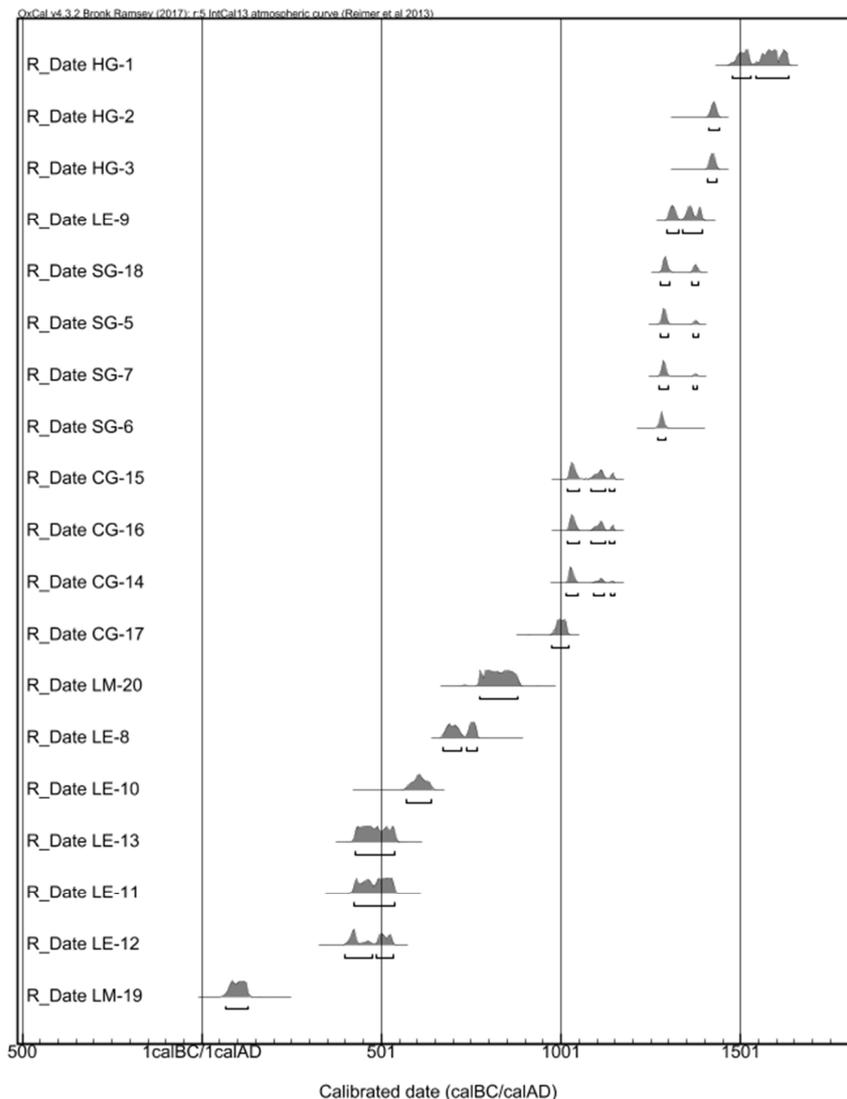


Figura III.3: Curvas de Calibrado de las muestras de fauna de La Gomera.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

#### III.4.3 Selección de muestras y pretratamiento:

Como hemos mencionado anteriormente, la muestra se compone de 53 individuos pertenecientes a 24 localizaciones geográficas diferentes.

El proceso de muestreo de los restos humanos aborígenes ubicados en el Museo Arqueológico de La Gomera ha tenido lugar en dos etapas. Un primer muestreo, durante el curso académico 2015-16, y un segundo muestreo, en el curso académico 2017-18. Todas las muestras de este estudio provienen del material depositado en el Museo Arqueológico de La Gomera.

#### III.4.4 Primer grupo muestral:

El primer proceso de muestreo se realizó sobre las tibias empleadas por María Castañeyra para el desarrollo de su tesis doctoral (Castañeyra-Ruiz, 2015). Se escogieron en primer lugar 24 tibias para evaluar la posibilidad de extracción de colágeno y el posterior análisis de isótopos estables. Una vez observado el buen estado general de la muestra, se procedió a su lateralización y a establecer el número mínimo de individuos según criterios de lateralidad en restos arqueológicos (White, 1953). Se seleccionaron de forma preferente tibias de individuos adultos, empleando los criterios morfométricos de Buikstra y Ubelaker (Buikstra y Ubelaker, 1994). Este primer grupo muestral consistió en 22 muestras de adultos y 2 de subadultos.

Este grupo muestral fue además el primer grupo sometido a pretratamiento de esta tesis doctoral. Consistente se empleó la metodología AAA (Acido-Alcalina-Acido) ya explicada en la sección de material y métodos (página 68), y desarrollada por Stanley Ambrose (Ambrose, 1990).

Como podemos ver en la siguiente tabla, todas las muestras rindieron colágeno suficiente (> 1%) para su análisis, aunque existe gran variabilidad en cuanto a las cantidades de colágeno obtenido por muestra. Los huesos estudiados proceden de diferentes contextos y han tenido diferentes protocolos de excavación y conservación, lo que podría explicar las diferencias en las cantidades de colágeno.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ID	Yacimiento	Hueso	Edad	Coll (%)	Método
BRI-7.1	Riscos del Tabaibal (Brito)	Tibia	Adulto	18,1	Ambrose (1990)
ULL-629.11	Riscos del Tabaibal (cueva 4)	Tibia	Adulto	8,0	Ambrose (1990)
ULL-629.16	Riscos del Tabaibal (cueva 4)	Tibia	Adulto	6,0	Ambrose (1990)
ULL-302.2	Los Polieros (Cueva C)	Tibia	Indet.	12,1	Ambrose (1990)
IZQ-8.9	Los Polieros (Cueva E)	Tibia	Adulto	5,5	Ambrose (1990)
IZQ-8.8	Los Polieros (Cueva E)	Tibia	Adulto	1,2	Ambrose (1990)
IZQ-8.6	Los Polieros (Cueva E)	Tibia	Adulto	8,0	Ambrose (1990)
IZQ-8.3	Los Polieros (Cueva E)	Tibia	Adulto	5,6	Ambrose (1990)
IZQ-8.5	Los Polieros (Cueva E)	Tibia	Adulto	19,2	Ambrose (1990)
ULL-624.1	Lomito del Frontón (Barranco de Argaga)	Tibia	Adulto	4,5	Ambrose (1990)
ULL-624.2	Lomito del Frontón (Barranco de Argaga)	Tibia	Adulto	6,8	Ambrose (1990)
ULL-624.3	Lomito del Frontón (Barranco de Argaga)	Tibia	Adulto	5,7	Ambrose (1990)
C-100	La Cordillera (Guadá)	Tibia	Adulto	8,0	Ambrose (1990)
C-111	La Cordillera (Guadá)	Tibia	Subadulto	12,0	Ambrose (1990)
SIB-02.2	El Roque Baltazar	Tibia	Adulto	7,6	Ambrose (1990)
SIB-02.1	El Roque Baltazar	Tibia	Adulto	12,4	Ambrose (1990)
SANT-1	CEIP Santiago Apostol	Tibia	Adulto	3,8	Ambrose (1990)
ULL-220	Riscos del Paridero (Cueva B)	Tibia	Adulto	8,0	Ambrose (1990)
ULL-223.1	Riscos del Paridero (Cueva E)	Tibia	Adulto	5,9	Ambrose (1990)
ULL-219.01	Riscos del Paridero (Cueva E)	Tibia	Adulto	11,6	Ambrose (1990)
MOR-1	Cueva Encantada (Quebrada de la Sabina)	Tibia	Indet.	17,5	Ambrose (1990)
ULL-326.1	La Asomada del Cantero	Tibia	Indet.	3,0	Ambrose (1990)
SAN-01.1	El Ancón del Acebuche (Bco. Las Puertitas)	Tibia	Adulto	16,7	Ambrose (1990)
Moradas-4	Cueva de las Moradas	Tibia	Subadulto	17,8	Ambrose (1990)

**Tabla III.4:** Primer grupo muestral para el análisis isotópico de La Gomera.

Este grupo muestral fue llevado al Instituto Tecnológico y de Energías Renovables de Tenerife (ITER) para ser analizado mediante Análisis Elemental en un dispositivo *Thermo Finnigan Flash EA 1112 Series* y la espectrometría de masas en un *Thermo Finnigan MAT253 IRMS*. Cada muestra fue analizada una vez.

III.4.5 Segundo grupo muestral:

Un segundo grupo muestral fue seleccionado directamente de los fondos del museo, compuesto en su mayoría por zonas geográficas o cuevas en las que existiese registro antropológico, pero no tibias, esta selección está compuesta por 29 individuos, y se realizó mediante una estancia de investigación en el Museo Arqueológico de La Gomera, para realizar un estudio general de los restos antropológicos poscraneales y tomar muestras de los contextos

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

funerarios en los que no se hubiesen recuperado tibias. Durante el periodo de estancia se realizó la contabilización de todos los restos, el establecimiento del Número Mínimo de Individuos, y la determinación del sexo.

Consideramos necesario resaltar las dificultades inherentes en realizar un estudio en colecciones antropológicas desarticuladas y muy fragmentadas. La arqueología de Canarias está repleta de casos como estos, debido a la forma de los aborígenes de las islas de tratar a sus difuntos, al quedar expuesto el cuerpo, los agentes externos actúan de forma más agresiva sobre él, los roedores los destruyen, así como los cánidos. Además, se ha seguido utilizando las cuevas para diferentes actividades (mayormente habitación y ganadería) independientemente de si fuesen antiguas cuevas funerarias o de habitación. Y una vez se “redescubre” a la población aborígen de la mano de la antropología europea, comienza un vacío sistemático de las cuevas de enterramiento con fines científicos y coleccionistas, por parte de naturales y extranjeros. Todo ello sumado también a los propios eventos naturales, riadas, corrimientos de tierra y desprendimientos, que han contribuido a que los arqueólogos modernos en ocasiones se encuentren con una exigua cantidad de restos humanos en las cuevas de enterramiento.

Esto nos lleva a no tener la posibilidad física de emplear siempre el mismo resto, sino estar condicionados a emplear los “más útiles”, entendidos como los mejor conservados, los que tengan más información complementaria (como el sexo o la edad), o directamente, los huesos con los que se haya calculado el número mínimo de individuos, como es el caso que nos ocupa. Idealmente, un estudio isotópico se realizaría en huesos que tienen un alto proceso de remodelación (y reflejen una escala temporal menor), como pueden ser los húmeros o las costillas (Fahy et al., 2017).

La edad en los huesos largos fue por tanto establecida mediante el criterio de fusión epifisiaria de Mckern y Stuart (1954), y el sexo fue determinado por criterios morfométricos de pelvis y cráneo en los yacimientos en los que solo contásemos con un solo individuo (Buikstra y Ubelaker, 1994). Sin embargo, para los yacimientos en los que se contaba con más de un individuo, se acudió a las funciones discriminantes de Castañeyra Ruiz et al. (2015) y su comparación con las de Alemán Aguilera et al (Alemán Aguilera et al., 2000, 1997).

Para este conjunto muestral se seleccionó el método de Beaumont et al. (2013a), este método, como ya se ha explicado anteriormente en la sección de Material y Métodos, elimina la fase alcalina del pretratamiento, ya que es una fase que puede eliminar parte del colágeno de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilera  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

la muestra, y la fracción de ácidos húmicos existente en un resto óseo<sup>12</sup> es lo suficientemente pequeña como para que no se considere la posibilidad de contaminación del colágeno.

ID	Yacimiento	Hueso	Sexo	Edad	Coll (%)	Método
ULL-625.2	Riscos del Tabaibal (cueva 1)	Cúbito	Hombre	Adulto	15,2	Beaumont (2013)
ULL-629.50	Riscos del Tabaibal (cueva 4)	Humero	Hombre	Adulto	1,3	Beaumont (2013)
ULL-627.5	Riscos del Tabaibal (cueva 6)	Clavícula	Hombre	Adulto	3,2	Beaumont (2013)
CAB-18.1	El Juncal (Cueva 3)	Humero	Mujer	Adulto	2,6	Beaumont (2013)
Cab-18.3	El Juncal (Cueva 6)	Humero	Indet.	Subadulto	7,0	Beaumont (2013)
CAB-03/05/01	Anden de Guaje 1	Costilla	Indet.	Adulto	15,3	Beaumont (2013)
CAB-3.1	Anden de Guaje 2 (Cañada de la Jelipa)	Fémur	Hombre	Adulto	18,7	Beaumont (2013)
CAB-3.2	Anden de Guaje 2 (Cañada de la Jelipa)	Fémur	Mujer	Adulto	15,7	Beaumont (2013)
ULL-303.1	Los Polieros (Cueva B)	Costilla	Indet.	Indet.	6,0	Beaumont (2013)
ULL-624.9	Barranco de Argaga	Humero	Mujer	Adulto	16,3	Beaumont (2013)
ULL-744.1	La Cordillera (cueva 2)	Fémur	Mujer	Adulto	5,8	Beaumont (2013)
ULL-295.9	Las Cerquitas (cueva 2)	Fémur	Mujer	Adulto	5,4	Beaumont (2013)
ULL-297.16	Las Cerquitas (cueva 6)	Humero	Mujer	Adulto	2,3	Beaumont (2013)
ULL-297.15	Las Cerquitas (cueva 6)	Humero	Indet.	Adulto	4,7	Beaumont (2013)
CAB-06.1	El Cabezo de los Toscones (Bco. Las Puertitas)	Clavícula	Indet.	Adulto	13,7	Beaumont (2013)
ULL-259.1	Los Toscones (Cueva 2)	Humero	Hombre	Adulto	14,6	Beaumont (2013)
ULL-262.1	Los Toscones (Cueva 1)	Humero	Mujer	Adulto	18,8	Beaumont (2013)
ULL-327.5	Quebrada de la Sabina	Tibia	Indet.	Adulto	4,5	Beaumont (2013)
ULL-327.61	Quebrada de la Sabina	Tibia	Indet.	Adulto	1,3	Beaumont (2013)
ULL-327.57	Quebrada de la Sabina	Tibia	Indet.	Indet.	4,3	Beaumont (2013)
ULL-365.16	Tejeleche (Cueva 1)	Fémur	Indet.	Indet.	4,8	Beaumont (2013)
ULL-365.12	Tejeleche (Cueva 1)	Fémur	Indet.	Indet.	11,6	Beaumont (2013)
TAG-91.2	Los Tejelecheros-3 (El Roque de Los Cejos)	Radio	Hombre	Adulto	4,1	Beaumont (2013)
CAB-II.1	El Luchón (Cañada de la Urona)	Clavícula	Mujer	Adulto	2,6	Beaumont (2013)
RAM-1.1	Cañada del Paridero	Cráneo	Indet.	Subadulto	12,6	Beaumont (2013)
FER-3.7	Cañada de la Caleta	Cúbito	Mujer	Adulto	2,9	Beaumont (2013)
CAB-07/05.1	La Banda de la Higuera	Fémur	Indet.	Adulto	13,6	Beaumont (2013)
ULL-229.2	Cueva de los Huesos	Cúbito	Mujer	Adulto	15,0	Beaumont (2013)
MAG-01/08-1	El Risco del Bucio	Costilla	Indet.	Indet.	14,7	Beaumont (2013)

Tabla III.5: Segundo grupo muestral para el estudio de isotopos de La Gomera.

<sup>12</sup> Es lo que se elimina durante la fase alcalina (ver pág. 69).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

De este grupo muestral también se obtuvieron cantidades de colágeno superiores al 1% del total de la muestra, por lo que todas fueron consideradas aptas para un análisis isotópico.

De la misma forma que el anterior grupo, el análisis de isótopos tuvo lugar en el ITER mediante un dispositivo *Thermo Finnigan Flash EA 1112 Series* y un *Thermo Finnigan MAT253 IRMS*. Cada muestra se analizó dos veces para comprobar la fiabilidad de los datos.

**III.5 Consideraciones respecto a los diferentes métodos de pretratamiento y análisis empleados.**

Dado que hemos empleado dos metodologías diferentes para la extracción de colágeno en los dos grupos muestrales, consideramos de especial importancia valorar como ha afectado el pretratamiento a ambos conjuntos, y si existe mayor cantidad de colágeno mediante el empleo de un método extraído u otro.

Además, una vez realizado el análisis isotópico, hay que tener en cuenta que es de especial importancia obtener las cantidades porcentuales de carbono y nitrógeno por cada muestra de colágeno introducida, y la ratio de C:N de estas, como hemos explicado en la sección de material y métodos (página 68).

Por ello, se realizó una prueba estadística de Mann-Whitney sobre estas cuatro variables, para observar las posibles diferencias que existen entre los criterios generales de calidad empleados para evaluar la veracidad de los datos isotópicos, obteniendo los siguientes valores:

Método	Coll (%)			C (%)		N (%)		C:N	
	Casos	Media	St dev						
<b>Ambrose (1990)</b>	24	9,37	5,26	40,81	2,33	16,40	2,85	2,84	0,65
<b>Beaumont (2013)</b>	29	8,91	5,93	42,79	1,89	15,35	1,36	3,23	0,25
<b>Mann-W (U)</b>		Z	p-val	Z	p-val	Z	p-val	Z	p-val
		-0,751	0,453	-3,458	0,001	-0,786	0,432	-3,002	0,003

Tabla III.6: Test de Mann Whitney entre criterios de calidad de la muestra por método de extracción.

La prueba no paramétrica de Mann-Whitney permite establecer diferencias entre las variables de dos grupos muestrales independientes (en este caso, los métodos de extracción) para observar si ambos grupos presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Como podemos observar, existen dos variables (Cantidad de carbono en muestra y Ratio de Carbono/Nitrógeno),

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

que se ven afectadas, y dos variables (Cantidad de nitrógeno en muestra y Cantidad de colágeno) que no se ven afectadas.

III.5.1 Cantidad porcentual de colágeno por método de pretratamiento:

Ambos métodos rinden la misma cantidad de colágeno, aunque existe una cierta diferencia (no significativa) en las medias de los valores, siendo las medias de las cantidades porcentuales de colágeno en el caso del método de Beaumont et al. (2013) un poco más bajas. Ahora bien, la gran desviación estándar de ambos grupos muestrales, y el hecho de que no existan diferencias significativas entre ambos nos lleva a plantear que, **en la cantidad de colágeno resultante depende de la propia muestra** y las posibles alteraciones postdeposicionales que haya sufrido el hueso, y no del propio método que se ha empleado para extraerlo.

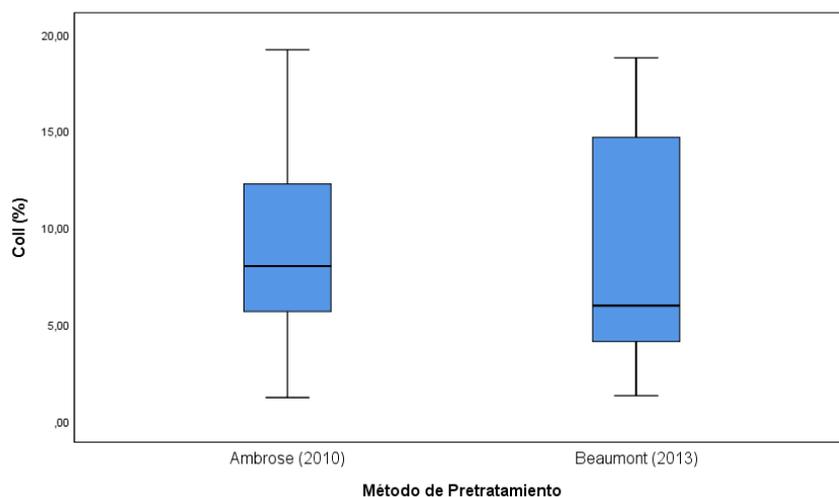


Figura III.4: Diagrama de cajas entre cantidad porcentual de colágeno y método empleado.

III.5.2 Cantidad porcentual de carbono por método de pretratamiento:

En este análisis encontramos una diferencia significativa ( $p = 0,001$ ) entre las cantidades de carbono resultantes entre un método y otro. La media de los porcentajes de carbono por muestra empleando el método de Ambrose (1990) resulta significativamente más baja que según el método de Beaumont et al. (2013). Es posible que el añadido de una fase alcalina en el

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

pretratamiento contribuya a la degradación del carbono en la muestra, como han sugerido otros autores (Brock et al., 2013). Por lo que nos encontraríamos con una importante desventaja en el primer método con respecto al segundo.

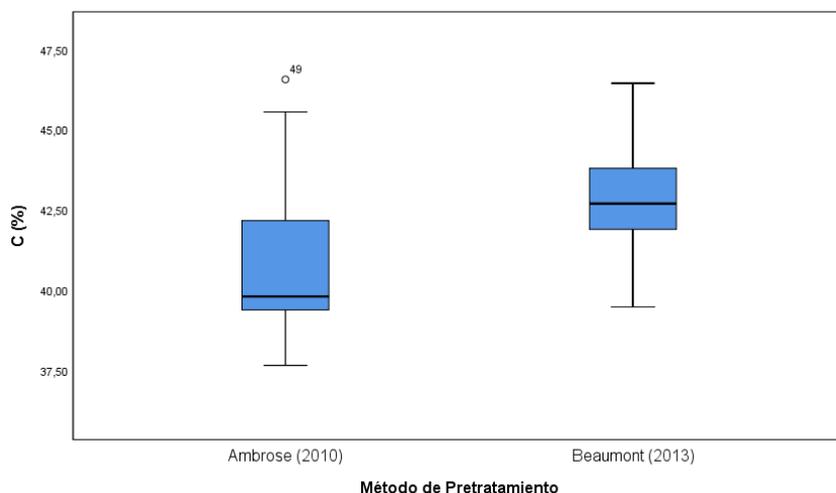


Figura III.5: Diagrama de cajas entre cantidad porcentual de carbono y método empleado.

### III.5.3 Cantidad porcentual de nitrógeno por método de pretratamiento:

Existen diferentes variables que influyen en la preservación del nitrógeno por muestra, como veremos con posterioridad en otros análisis. Temperaturas, ataques por parte de agentes microbianos, degradación del colágeno por el paso del tiempo y el tipo de suelo en el que se encuentre el resto óseo son factores que hay que tener siempre en cuenta al observar las cantidades porcentuales de una muestra (Harbeck y Grupe, 2009; van Klinken, 1999).

Sin embargo, nos encontramos con que, pese al deterioro general de los restos óseos, ambos grupos experimentales tienen poca diferencia en sus valores medios, y todas se encuentran dentro de los rangos aceptables, pudiendo considerarlas como muestras “de buena calidad”, aunque con alguna excepción. Las muestras que podrían plantear alguna duda en este caso son aquellas que presentan valores muy por encima de la media de nuestro grupo muestral (como es el caso de tres muestras analizadas por el método de Ambrose), debido a que podrían implicar aportaciones de nitrógeno debido a fuentes externas (por ejemplo, elementos contaminantes o microbianos). Mientras que las muestras más “agotadas” en nitrógeno son una consecuencia esperable por el deterioro del propio hueso y del colágeno en su interior.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

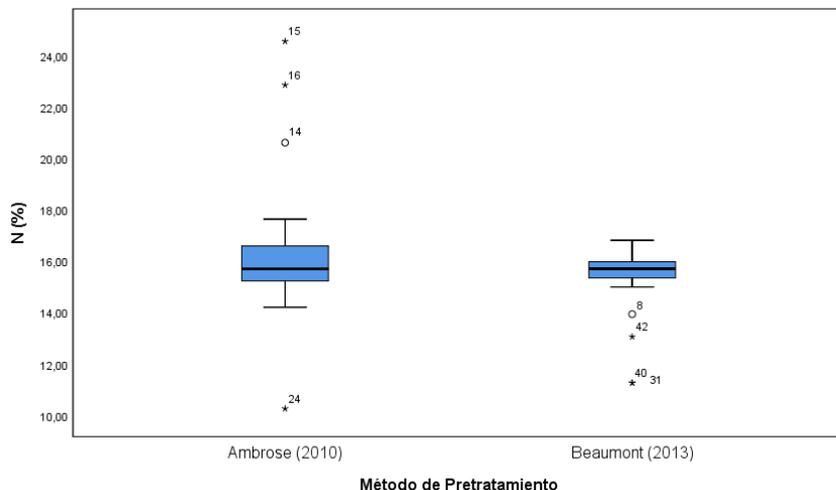


Figura III.6: Diagrama de cajas entre cantidad porcentual de nitrógeno y método empleado.

III.5.4 Ratio de carbono:nitrógeno por método empleado:

Sin duda, estos son los dos grupos que presentan mayor variabilidad, y los que determinarán que método debemos emplear para el pretratamiento. Igual que ocurre con el nitrógeno, las ratios de carbono/nitrógeno se ven afectados por una gran cantidad de factores, y el medio natural canario, como parte de un ambiente climático subtropical, presenta una gran variedad de situaciones de aridez y humedad (y unos cambios rápidos entre ambas), que pueden afectar al colágeno, a las cantidades de carbono y nitrógeno que lo componen y, por extensión, a las ratios entre ambos.

Los climas cálidos son poco favorables a tener unas ratios estables de C:N (van Klinken, 1999), y es posible que parte de la amplitud de valores que tenemos en nuestras muestras se deban en cierta medida a ello. Sin embargo, resulta evidente la enorme discrepancia entre las medias de uno y otros grupos muestrales ( $p = 0,003$ ), como se puede apreciar en la figura III.7.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Las ratios obtenidas extrayendo el colágeno mediante el método de Beaumont et al. (2013) entran dentro de los valores considerados fiables para una muestra arqueológica (2,9-3,5 %) (Brock et al., 2012).

Sin embargo, ambos grupos muestrales presentan "outliers", tanto por encima de las medias aceptables, como por debajo, por lo que podemos observar que, en efecto, existe cierto grado de alteración en esta ratio como consecuencia del medio y los factores ambientales, que condicionan la preservación de las muestras.

Esta última prueba es definitiva para asegurar que es preferible emplear el método de Beaumont sobre el de Ambrose, y, en caso de emplear otro método que provenga, igual que estos, de una variación del método originalmente desarrollado por Longin (Brown et al., 1988; Longin, 1971), recomendamos prescindir de la fase alcalina, que parece ser uno de los condicionantes a la hora de evaluar el deterioro del carbono en las muestras de colágeno. Estos datos se suman a los experimentos realizados por otros autores, que recomiendan métodos sin base alcalina (Sealy et al., 2014).

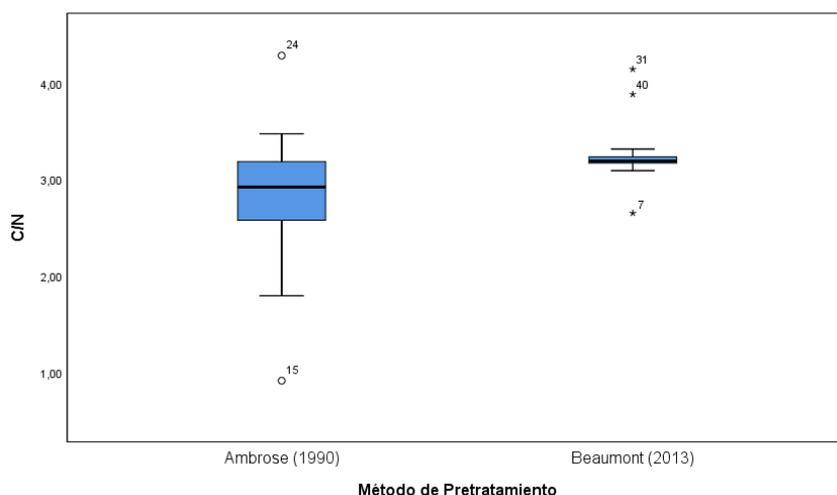


Figura III.7: Diagrama de cajas entre ratio de carbono/nitrógeno y método empleado.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

### **III.6 El análisis de isótopos estables de la población aborigen de La Gomera:**

Las 53 muestras humanas, y 19 de Fauna, independientemente del método empleado para la extracción de colágeno, fueron analizadas en el Instituto Tecnológico y de Energías Renovables de Tenerife. Antes de realizar el análisis, se decidió adquirir tres patrones de referencia internos, que sirviesen como estándar de calibrado interno, estos patrones fueron IAEA-600, USGS62 y USGS63 (Página 44). La metodología para introducción y calibrado de muestras fue la misma que hemos explicado en el apartado de material y métodos.

El protocolo de análisis ha sido el mismo para todo este trabajo, por lo que se especificará tan solo en esta sección. Cada muestra de colágeno, en cápsulas de estaño, fue introducida en un Analizador Elemental Fisons NA 1500C en las instalaciones del ITER, y posteriormente pasaron a ser analizadas en un IRMS Finnigan Delta Plus en el mismo centro, cada muestra fue introducida dos veces, y cada patrón de referencia fue igualmente introducido dos veces cada sucesión de 5 muestras, es decir, por cada 10 análisis de muestras, se analizaron dos patrones de referencia. Este protocolo fue empleado para todas las muestras de esta tesis doctoral.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ID	Yacimiento	Hueso	Sexo	Edad	$\delta^{13}C\%$ (VPDB)	$\delta^{15}N\%$ (AIR)	%C	%N	Coll (%)	C:N
BRI-7.1	Riscos del Tabaibal (Cave B)	Tibia	Hombre	Adulto	-20.1	11.5	45.5	16.3	18.1	3.3
ULL-625.2	Riscos del Tabaibal (Cave 1)	Cúbito	Hombre	Adulto	-19.7	9.8	42.4	15.7	15.2	3.2
ULL-629.50	Riscos del Tabaibal (Cave 5)	Húmero	Hombre	Adulto	-19.7	9.9	41.9	15.0	1.3	3.3
ULL-629.11	Riscos del Tabaibal (Cave 4)	Tibia	Indet.	Adulto	-20.6	10.4	39.4	16.5	8.0	2.8
ULL-629.16	Riscos del Tabaibal (Cave 4)	Tibia	Indet.	Adulto	-20.3	11.0	39.1	17.6	6.0	2.6
ULL-627.5	Riscos del Tabaibal (Cave 6)	Clavícula	Hombre	Adulto	-19.0	13.4	42.1	15.3	3.2	3.2
CAB-18.1	El Juncal (Cave 3)	Húmero	Mujer	Adulto	-20.8	9.7	39.5	16.1	2.6	2.9
Cab-18.3	El Juncal (Cave 6)	Húmero	Indet.	Subadulto	-21.6	9.1	39.9	13.9	7.0	3.3
CAB-03/05/01	Anden de Guaje 1	Costilla	Indet.	Adulto	-20.3	10.3	42.3	15.5	15.3	3.2
CAB-3.1	Anden de Guaje 2 (Cave J)	Fémur	Hombre	Adulto	-19.8	9.1	43.0	16.0	18.7	3.1
CAB-3.2	Anden de Guaje 2 (Cave J)	Fémur	Mujer	Adulto	-19.7	9.9	42.9	16.0	15.7	3.1
ULL-303.1	Los Polieros (Cave B)	Costilla	Indet.	Indet.	-19.7	8.9	45.1	16.2	6.0	3.3
ULL-302.2	Los Polieros (Cave C)	Tibia	Hombre	Indet.	-19.5	10.2	41.1	15.1	12.1	3.2
IZQ-8.9	Los Polieros (Cave E)	Tibia	Hombre	Adulto	-22.1	11.1	38.5	20.6	5.5	2.2
IZQ-8.8	Los Polieros (Cave E)	Tibia	Mujer	Adulto	-21.8	10.4	37.6	24.6	1.2	1.8
IZQ-8.6	Los Polieros (Cave E)	Tibia	Mujer	Adulto	-20.9	9.6	38.0	22.9	8.0	1.9
IZQ-8.3	Los Polieros (Cave E)	Tibia	Hombre	Adulto	-22.3	8.6	39.6	15.6	5.6	3.0
IZQ-8.5	Los Polieros (Cave E)	Tibia	Hombre	Adulto	-19.5	10.4	42.1	15.6	19.2	3.2
ULL-624.1	Lomito del Frontón (Cave B)	Tibia	Mujer	Adulto	-21.0	9.2	39.4	16.5	4.5	2.8
ULL-624.2	Lomito del Frontón (Cave B)	Tibia	Mujer	Adulto	-21.2	9.6	39.6	15.4	6.8	3.0
ULL-624.3	Lomito del Frontón (Cave B)	Tibia	Mujer	Adulto	-20.4	8.8	39.2	17.2	5.7	2.7
ULL-624.9	Barranco de Argaga (Cave A)	Húmero	Mujer	Adulto	-19.2	9.5	43.8	16.1	16.3	3.2
C-100	La Cordillera (Cave G)	Tibia	Mujer	Adulto	-21.2	8.7	39.8	14.4	8.0	3.2
C-111	La Cordillera (Cave G)	Tibia	Mujer	Subadulto	-25.1	11.6	40.7	10.3	12.0	4.6

104

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ULL-744.1	La Cordillera (Cave 2)	Fémur	Mujer	Adulto	-19.9	9.2	42.2	15.4	5.8	3.2
SIB-02.2	El Roque Baltazar (Cave 1)	Tibia	Hombre	Adulto	-20.8	8.8	39.5	15.7	7.6	2.9
SIB-02.1	El Roque Baltazar (Cave 1)	Tibia	Mujer	Adulto	-19.4	9.0	42.7	15.9	12.4	3.1
SANT-1	CEIP Santiago Apostol (Cave 1)	Tibia	Mujer	Adulto	-22.4	9.4	39.7	14.8	3.8	3.1
ULL-295.9	Las Cerquitas (Cave 2)	Fémur	Mujer	Adulto	-19.3	9.2	46.0	16.8	5.4	3.2
ULL-297.16	Las Cerquitas (Cave 6)	Húmero	Mujer	Adulto	-19.2	9.4	42.8	15.6	2.3	3.2
ULL-297.15	Las Cerquitas (Cave 6)	Húmero	Indet.	Adulto	-21.7	9.5	40.5	11.3	4.7	4.2
CAB-06.1	El Cabez de los Toscones (Cave 1)	Clavícula	Indet.	Adulto	-19.2	10.2	46.4	16.8	13.7	3.2
ULL-220	Riscos del Parídero (Cave B)	Tibia	Mujer	Adulto	-21.5	8.8	39.9	14.2	8.0	3.3
ULL-223.1	Riscos del Parídero (Cave E)	Tibia	Mujer	Adulto	-19.6	9.8	42.9	15.7	5.9	3.2
ULL-219.01	Riscos del Parídero (Cave E)	Tibia	Hombre	Adulto	-19.7	10.1	42.3	15.5	11.6	3.2
ULL-259.1	Los Toscones (Cave 2)	Húmero	Hombre	Adulto	-19.7	9.9	42.0	15.5	14.6	3.2
ULL-262.1	Los Toscones (Cave 1)	Húmero	Mujer	Adulto	-19.5	8.8	42.2	15.7	18.8	3.1
ULL-327.5	Quebrada de la Sabina (Cave 1)	Tibia	Indet.	Adulto	-19.6	9.7	41.4	15.2	4.5	3.2
ULL-327.61	Quebrada de la Sabina (Cave 1)	Tibia	Indet.	Adulto	-19.8	10.8	44.6	15.7	1.3	3.3
ULL-327.57	Quebrada de la Sabina (Cave 1)	Tibia	Indet.	Indet.	-20.9	7.2	40.5	11.3	4.3	4.2
MOR-1	Quebrada de la Sabina (Cave E)	Tibia	Indet.	Indet.	-19.7	8.9	44.7	16.2	17.5	3.2
ULL-365.16	Tejeleche (Cave 1)	Fémur	Indet.	Indet.	-22.6	9.7	40.1	13.1	4.8	3.6
ULL-365.12	Tejeleche (Cave 1)	Fémur	Indet.	Indet.	-19.8	10.2	40.9	15.1	11.6	3.2
TAG-91.2	Los Tejeleches (Cave 3)	Radio	Hombre	Adulto	-20.0	9.5	42.7	15.7	4.1	3.2
ULL-326.1	La Asomada del Cantero (Cave 1)	Tibia	Indet.	Indet.	-19.5	10.5	41.7	15.4	3.0	3.2
CAB-H.1	Cañada de la Urona (Cave 1)	Clavícula	Mujer	Adulto	-19.7	9.6	44.5	15.8	2.6	3.3
RAM-1.1	Cañada del Parídero (Cave 1)	Cráneo	Undet.	Subadulto	-19.7	9.4	45.6	16.5	12.6	3.2
FER-3.7	Cañada de la Caleta (Cave 1)	Cúbito	Mujer	Adulto	-19.6	10.2	43.7	15.9	2.9	3.2
SAN-01.1	Barranco las Puertitas (Cave 1)	Tibia	Hombre	Adulto	-19.3	11.4	46.6	16.7	16.7	3.3
CAB-07/05.1	La Banda de la Higuera (Cave 1)	Fémur	Indet.	Adulto	-19.2	10.0	42.9	15.7	13.6	3.2

105

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ULL-229.2	Cueva de los Huesos (Cave 1)	Cúbito	Mujer	Adulto	-19.2	10.2	43.1	15.8	15.0	3.2								
Moradas-4	Cueva de las Moradas (Cave 1)	Tibia	Indet.	Subadulto	-21.9	9.0	39.7	15.1	17.8	3.1								
MAG-01/08-1	El Risco del Buncio (Cave 1)	Costilla	Indet.	Indet.	-19.3	10.6	45.9	16.6	14.7	3.2								

**Tabla III.7:** Datos de isótopos estables y criterios de calidad de la muestra antropológica de La Gomera.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

### **III.7 Análisis isotópico de ovicápridos de La Gomera:**

Dado que los isótopos permiten ver si existen relaciones tróficas (De Niro y Epstein, 1981) también se ha escogido una muestra de ovicápridos provenientes de los sondeos realizados en 2009-2010 para comparar las características isotópicas de estos animales con las de los humanos, y comprobar si, efectivamente, los datos se correlacionan. Esperamos encontrar una relación trófica entre consumidor y consumido, esta relación se traduciría en unos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  mayores en el caso de los consumidores (la muestra antropológica), y los consumidos (los ovicápridos).

Se escogieron 19 muestras representativas de 4 cuevas de habitación con fauna procedente de excavaciones recientes. Estas muestras fueron datadas como parte de la contextualización del material arqueológico de la Gomera mencionada anteriormente (página 85) y se solicitó al mismo laboratorio que realizase también un análisis isotópico.

Las muestras, una vez enviadas al KKCAMS laboratory (University of California, Irvine) recibieron un pretratamiento basado en los protocolos internos de dicho laboratorio (Beaumont et al., 2010) y analizads empleando un Fisons NA 1500C Elemental Analyzer y un Finnigan Delta Plus IRMS. Se obtuvieron las ratios de C:N, cantidades porcentuales de carbono (%C), y nitrógeno (%N), además de los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  para cada muestra.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ID	Yacimiento	Especie	$\delta^{13}C_{\text{‰}}$ (VPDB)	$\delta^{15}N_{\text{‰}}$ (AIR)	%C	%N	Coll (%)	C:N
HG-1	Las Cuevas de Herrera Gonzalez	Fauna (Ovicáprido)	-19.2	5.9	44.7	16.0	4.6	3.3
HG-2	Las Cuevas de Herrera Gonzalez	Fauna (Ovicáprido)	-20.3	6.2	46.1	16.6	11.2	3.2
HG-3	Las Cuevas de Herrera Gonzalez	Fauna (Ovicáprido)	-19.4	6.9	46.8	16.9	11.6	3.2
SG-5	El Sobrado de los Gómeros	Fauna (Ovicáprido)	-20.2	5.9	45.1	16.0	7.8	3.3
SG-6	El Sobrado de los Gómeros	Fauna (Ovicáprido)	-19.6	6.2	45.7	16.4	10.0	3.2
SG-7	El Sobrado de los Gómeros	Fauna (Ovicáprido)	-19.0	5.8	45.9	16.6	9.2	3.2
LE-8	El Lomito del Medio	Fauna (Ovicáprido)	-19.7	7.2	43.9	15.9	10.3	3.2
LE-9	El Lomito del Medio	Fauna (Ovicáprido)	-19.5	5.7	46.6	16.3	5.6	3.3
LE-10	El Lomito del Medio	Fauna (Ovicáprido)	-20.9	6.8	43.4	15.2	3.7	3.3
LE-11	El Lomito del Medio	Fauna (Ovicáprido)	-20.7	5.9	44.8	16.2	7.5	3.2
LE-12	El Lomito del Medio	Fauna (Ovicáprido)	-17.6	7.1	43.6	15.8	8.5	3.2
LE-13	El Lomito del Medio	Fauna (Ovicáprido)	-19.0	7.8	44.6	16.0	4.9	3.2
CG-14	La Cañada de la Gurróna	Fauna (Ovicáprido)	-18.6	7.0	43.8	15.8	8.9	3.2
CG-15	La Cañada de la Gurróna	Fauna (Ovicáprido)	-19.6	4.8	45.4	16.4	6.7	3.2
CG-16	La Cañada de la Gurróna	Fauna (Ovicáprido)	-18.5	5.5	45.3	16.4	7.8	3.2
CG-17	La Cañada de la Gurróna	Fauna (Ovicáprido)	-19.4	4.8	45.4	16.3	6.7	3.2
SG-18	La Cañada de la Gurróna	Fauna (Ovicáprido)	-19.5	6.1	44.3	15.1	4.4	3.4
LM-19	El Lomito del Medio	Fauna (Ovicáprido)	-17.4	9.9	41.8	15.2	1.9	3.2
LM-20	El Lomito del Medio	Fauna (Ovicáprido)	-18.6	6.6	46.4	16.9	12.2	3.2

Tabla III.8: Datos de isótopos estables y criterios de calidad de la muestra de ovicápridos de La Gomera.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

### **III.8 Resultados**

#### **III.8.1 Criterios de calidad de la muestra:**

Como podemos observar en la tabla III.7, no todas las muestras antropológicas cumplen los criterios de calidad establecidos en los trabajos científicos sobre estudio de isótopos estables en colágeno de poblaciones arqueológicas. Las muestras humanas, si bien han rendido todas una cantidad de colágeno superior a un 1%, poseen ratios de carbono/nitrógeno (C:N) muy alejados de los ratios aceptados para una muestra de colágeno arqueológico, que debe estar entre 2.9‰ y 3.6‰ (Niro et al., 1985). Esta divergencia en los ratios de C:N ocurre, de hecho, en otros trabajos sobre isótopos con poblaciones antiguas de canarias, como es el caso de las muestras de El Acceso al Pescante de Vallehermoso (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009).

La variabilidad en los ratio de C:N es un fenómeno que se encuentra actualmente bajo escrutinio, ya que algunos estudios mencionan la posibilidad de encontrar poco colágeno y gran variabilidad en estos ratios en poblaciones arqueológicas que provengan de climas áridos y tropicales (como es el caso de Canarias) (van Klinken, 1999). Además, los procesos posdeposicionales que sufre el hueso también son una fuente de alteración de las cantidades y composición del colágeno (Wright, 2017), por lo que algunos investigadores han planteado la posibilidad de aceptar estudios de paleodieta en trabajos que tengan unos ratios de C:N ligeramente diferentes a los propuestos (Harbeck y Grupe, 2009).

Sin embargo, dado que aún no se ha desarrollado un rango válido de muestras “aceptables” en climas áridos, hemos decidido tomar como referencia de calidad el estándar de Carbono/Nitrógeno tradicional (2.9-3.6‰), dado que sigue siendo el límite aceptado en publicaciones recientes (Guiry y Szpak, 2020), y desestimar aquellas muestras que estuviesen fuera de esta ratio. En total, se han desestimado 11 muestras de un total de 53, ya fuera por tener unos ratios de C:N inferiores a 2.9‰ (n=8) o superiores a 3.6‰ (n=3).

Los datos isotópicos de los ovicápridos no presentaron discrepancias en sus ratios de C:N, y todos se encuentran dentro de las medias aceptadas. Queda por determinar si esta diferencia entre ratios de C:N se debe a diferencias en los protocolos de análisis del laboratorio de isótopos estables de la Universidad de California (Irvine), y del Instituto Tecnológico y de Energías Renovables de Tenerife, o a los procesos tafonómicos y de conservación del material arqueológico. Tengamos en cuenta, al fin y al cabo, que las muestras de ovicapridos proceden de cuatro yacimientos arqueológicos excavados recientemente, mientras que la muestra antropológica proviene de una totalidad de 24 sitios arqueológicos, cuyas condiciones de enterramiento, recuperación y conservación han variado enormemente.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

III.8.2 Isotopos estables:

La media de los datos antropológicos válidos (n= 42) de  $\delta^{13}\text{C}$  es  $-20.0\text{‰}$  ( $\pm 0.8$ ), mientras que la media del  $\delta^{15}\text{N}$  es de  $9.8$  ( $\pm 0.8$ ). Estos datos corresponden a población que consume plantas tipo  $\text{C}_3$ , como pueden ser las plantas cereales encontradas en los contextos arqueológicos insulares, como el *Hordeum vulgare*. Del mismo modo, los valores de nitrógeno sugieren un consumo preferente de proteínas terrestres, de acuerdo a los valores propuestos por otros autores para comunidades pastoriles de consumidores de proteínas terrestres (Budd et al., 2017).

Por otra parte, en la muestra de ovicápridos (n=19), los valores obtenidos son de  $-19.3\text{‰}$  ( $\pm 0.9$ ) para el  $\delta^{13}\text{C}$  y  $6.4\text{‰}$  ( $\pm 1.6$ ) para el  $\delta^{15}\text{N}$ . Las diferencias isotópicas entre los aborígenes y los ovicápridos fueron sujetas a una prueba de “U de Mann Whitney”. Siendo estadísticamente significativas tanto para los valores de carbono ( $p = 0.011$ ) como de nitrógeno ( $p = 0.000$ ).

Especie	$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$		
	Casos	Media	St dev	Casos	Media	St dev
Humano	42	-20.0	0.88	42	9.8	0.90
Ovicáprido	19	-19.3	0.91	19	6.4	1.16
Mann-W (U)	Z	p-val		Z	p-val	
	-2.55	0.011		-5.79	0	

**Tabla III.9:** Test de U de Mann Whitney entre datos isotópicos y especies estudiadas.

Las medias de  $\delta^{15}\text{N}$  en los seres humanos es un  $3.7\text{‰}$ , mayor que en los ovicápridos, lo que implica un enriquecimiento trófico entre consumidores y consumidos (Bocherens y Drucker, 2003). Por otra parte, la media de  $\delta^{13}\text{C}$  es más negativa en el caso de los seres humanos que en los ovicápridos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilera  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

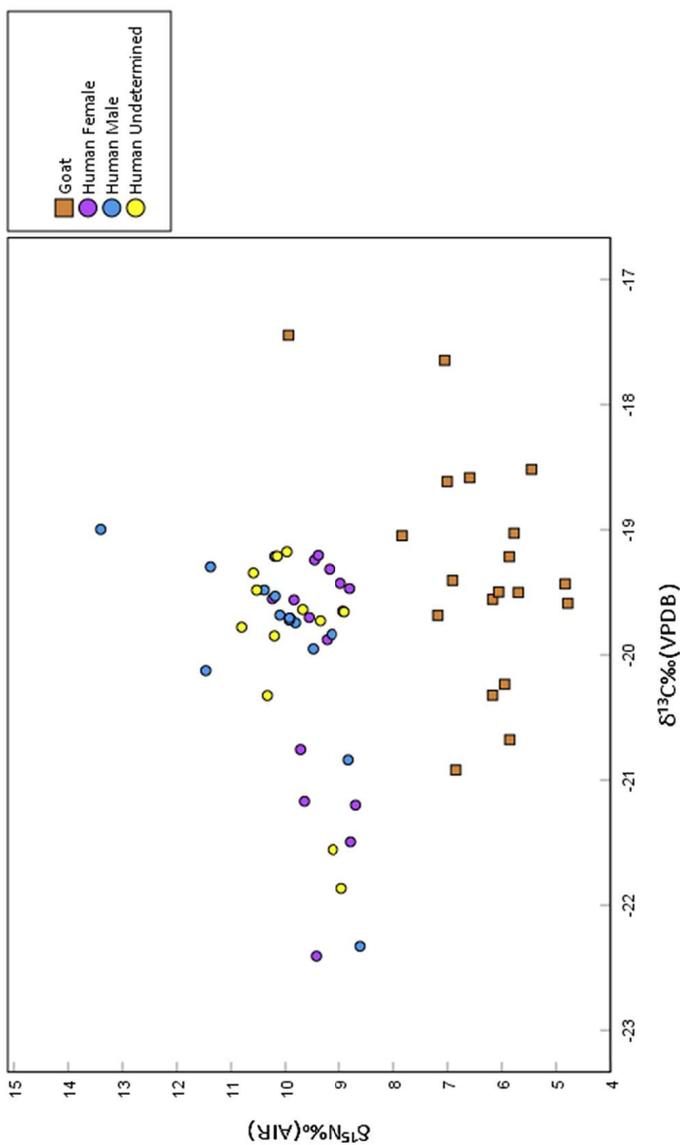


Figura III.8: Diagrama de dispersión mostrando todos los datos de este estudio y sus valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ .

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

III.8.3 Los isotopos estables en relación con el sexo:

Para comprobar si existían diferencias por sexo, se sometió a una prueba no paramétrica de U de Mann Whitney a los individuos que fueron sexados y que poseían datos isotópicos validos (n=29).

Sexo		$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$
	Casos	Media	St dev	Casos	Media
Hombre	13	-19.9	0.84	13	10.2
Mujer	16	-20.1	0.99	16	9.4
Mann-W (U)	Z	p-val		Z	p-val
	-0.31	0.759		-1.93	0.053

Tabla III.10: Test de U de Mann Whitney entre datos isotópicos y sexo.

Aunque los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  de la población masculina son discretamente superiores (10.2‰) a los valores de la población femenina (9.4‰). Sin embargo, no existe significación estadística para esto, el nivel de significación estadística “p” no es igual o inferior a 0.05 por una pequeña diferencia (0.003), por lo tanto, no podemos considerar que haya una diferencia en la dieta de los hombres y de las mujeres en esta población estudiada. Del mismo modo, no hubo significación estadística encontrada al comparar el  $\delta^{13}\text{C}$  por sexos.

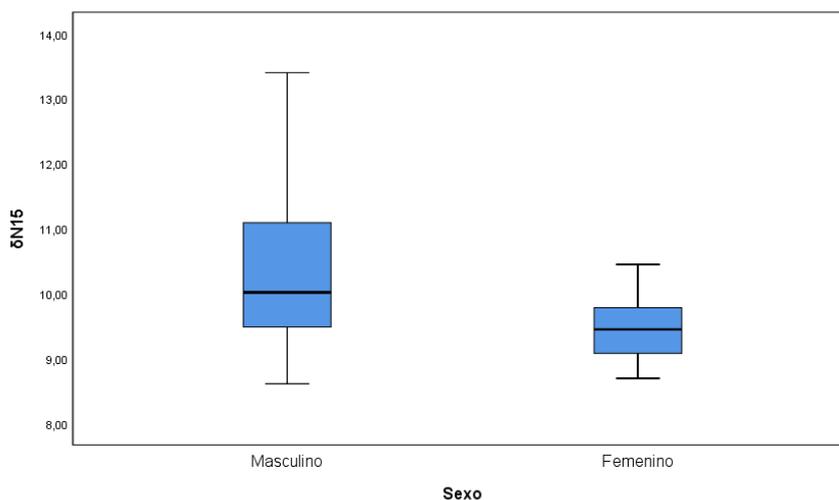


Figura III.9: Diagrama de caja y barra mostrando las medias de  $\delta^{15}\text{N}$  por sexo.

III.8.4 Los isótopos estables en relación con la edad:

La imposibilidad de relacionar directamente los huesos largos del esqueleto poscranial con partes diagnósticas como la pelvis o el cráneo, debido a la alteración de los restos. Ha impedido que podamos elaborar rangos de edad para los individuos según criterios antropométricos, como el desarrollo dental, o la fusión de suturas craneales (Buikstra y Ubelaker, 1994). Sin embargo, según el grado de fusión de las epífisis hemos podido clasificar la mayor parte de nuestra muestra en dos subgrupos, subadultos (<18 años) y adultos (>18 años).

Edad	$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$		
	Casos	Media	St dev	Casos	Media	St dev
Subadulto	7	-21,007	1,26	7	9,42	1,11
Adulto	37	-20,18	0,91	37	9,93	0,92
Mann-W (U)	Z	p-val		Z	p-val	
	-0,9	0,328		-1,1	0,242	

**Tabla III.11:** Test de U de Mann Whitney entre datos isotópicos y edad.

No existe significación estadística para ninguno de los dos subgrupos, por lo que no hay diferencias significativas en los datos de carbono y nitrógeno entre subadultos y adultos. Debemos tener en cuenta, además, el pequeño tamaño muestral con el que estamos trabajando en caso de los subadultos, que no es representativo de la población ni comparable con el resto de la muestra.

III.8.5 Los isótopos estables de La Gomera en relación con las áreas de enterramiento:

Las crónicas de la conquista nos hablan de cuatro unidades territoriales o “bandos”, cada uno con su figura de autoridad (Navarro-Mederos, 1992). Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta división territorial es realizada por los cronistas, y refleja una época determinada, que es la época de la conquista. Por lo que la aproximación al territorio de los aborígenes de La Gomera bajo la concepción del “bando” debería ser, cuanto menos, muy cauteloso.

La actual visión del aborigen de La Gomera trabaja desde la concepción del territorio y la forma de interactuar del ser humano y el espacio, ya sea mediante manifestaciones rupestres o lugares de uso colectivo, como son los concheros y las aras de sacrificio (Hernández-Marrero y Navarro-Mederos, 2011). Sin embargo, existe cierta dificultad a la hora de asociar los espacios sepulcrales a determinadas zonas geográficas de posible adscripción territorial.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Existen, no obstante, algunas diferencias con respecto a la forma de enterramiento. Juan Francisco Navarro Mederos (1993) hace referencia en su obra a la existencia de diferentes tipologías de enterramiento en el bando de Agana (La zona noroeste de la isla) con respecto al resto de la isla. Estos enterramientos, denominados sepulturas en fosa, se harían a poca profundidad, se taparían con lajas de piedra, y se cubrirían con tierra, el autor de esta clasificación también menciona la relativa pobreza de la zona en cuevas naturales, por lo que es posible que los enterramientos no se deban a diferencias sociales, sino a la disponibilidad de lugares de sepultura.

Estas evidencias, junto a la diferencia en la distribución de yacimientos de habitación (más abundantes en la zona sureste) (Hernández-Marrero, comunicación personal) nos ha llevado a plantearnos la posibilidad de que existan diferencias en los modos de vida de la población entre el noroeste y el sureste de la isla, de modo que hemos realizado una clasificación de los restos funerarios según procedan de la zona noroeste de la isla o el sureste, y hemos aplicado una prueba de Mann-Whitney para comprobar posibles diferencias isotópicas entre estas dos zonas geográficas de la isla de La Gomera.

Area	$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$		
	Casos	Media	St dev	Casos	Media	St dev
Sureste	25	-19,96	0,81	25	9,99	1,04
Noroeste	28	-20,65	1,37	28	9,64	0,88
Mann-W (U)	Z	p-val		Z	p-val	
	-2,2	0,026		-1,0	0,336	

Tabla III.12: Test de U de Mann Whitney entre datos isotópicos y localización geográfica.

Podemos observar que existe, en efecto, una diferencia significativa en los datos de carbono entre las dos zonas de la isla, siendo los datos del sureste ligeramente “menos negativos”, que los datos del noroeste. Los valores medios de ambos subgrupos, sin embargo, corresponden a individuos consumidores de plantas  $\text{C}_3$  como base de la dieta, no son lo suficientemente diferentes como para argumentar dos tipos de consumo vegetal diferentes.

#### III.8.6 Los isótopos de carbono y nitrógeno en relación con los datos cronológicos de La Gomera:

Gracias a contar con la batería de 33 dataciones radiocarbónicas en muestras antropológicas, y las 19 dataciones en muestras de fauna hemos podido asociar por primera vez el dato isotópico con el dato radiocarbónico en un estudio antropológico sobre La Gomera, lo

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

que, a su vez, ha abierto gran cantidad de posibilidades a nivel de interpretación de los resultados.

La secuencia cronológica para los aborígenes de La Gomera comprende fechas tan tempranas como el siglo III, coincidentes con los datos radiocarbónicos sobre restos antropológicos más antiguos que se disponen para La Gomera (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009) e incluso para el archipiélago (Velasco-Vázquez et al., 2019). Por otra parte, las fechas más recientes corresponden al periodo de la conquista de la isla, y marcan efectivamente el fin de las costumbres funerarias intrínsecas de la sociedad aborigen, representado por la ausencia del uso de cuevas para el enterramiento.

Cuando observamos las curvas de calibrado presentadas anteriormente, podemos comprobar que no hay un solo siglo que no cuente con representación radiocarbónica e isotópica. Por lo tanto, observando los datos en conjunto, podemos comenzar a plantear la posibilidad de diferentes momentos en el periodo de ocupación (o los periodos de ocupación) de la isla de La Gomera.

Establecer una periodización *de visu*, sin embargo, es una tarea imposible. Por lo que tendremos que observar tendencias generales y acudir, de nuevo, a la estadística, para comprobar si existen en efecto momentos de transición en los valores isotópicos que podamos considerar relevantes.

Mediante la elaboración de un coeficiente de correlación de Pearson, se encontró que los datos del  $\delta^{13}\text{C}$  de ambas especies correlacionan de forma inversa con las dataciones radiocarbónicas en bruto ( $R = -0,43$   $p = 0,011$ ). Los datos de  $\delta^{15}\text{N}$  también presentan una correlación negativa con la secuencia cronológica ( $R = -0,37$   $p = 0,032$ ). Las muestras tienen valores más negativos tanto en  $\delta^{13}\text{C}$  como en  $\delta^{15}\text{N}$  a medida que avanza el tiempo, aunque esta es una correlación débil.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

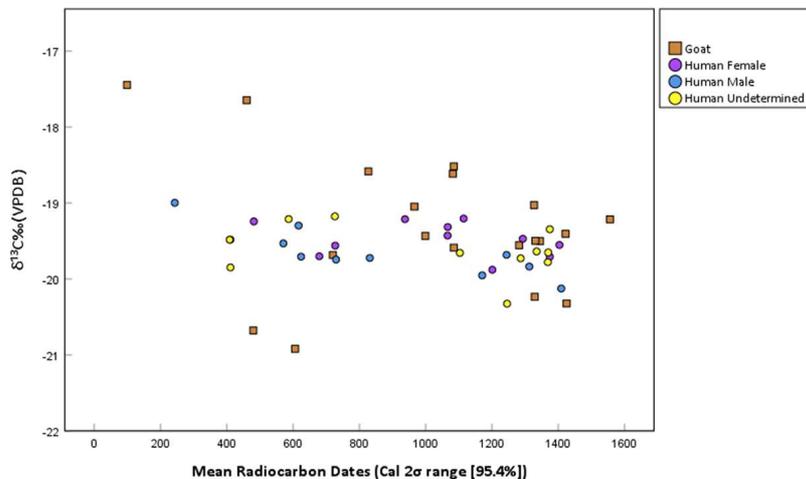


Figura III.10: Diagrama de dispersión mostrando los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  con relación al tiempo.

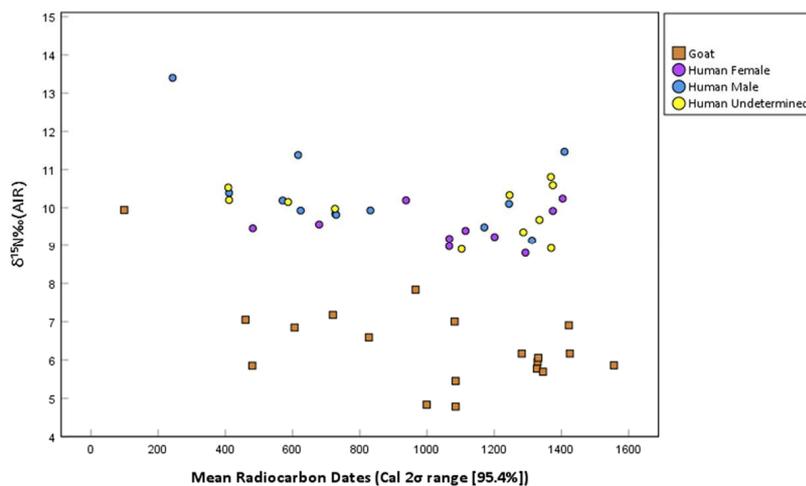


Figura III.11: Diagrama de dispersión mostrando los datos de  $\delta^{15}\text{N}$  con relación al tiempo.

Observando tanto la correlación de Pearson, como las líneas de tendencia de los anteriores gráficos podemos decir que hay una correlación negativa significativa, tanto para los datos de carbono como de nitrógeno de la población humana. Es decir, a medida que avanza el tiempo hay una tendencia de los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  a ser más negativos. Tenemos que

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

mencionar, no obstante, que hablamos de una línea de tendencia, no es una condición que se de en todas las muestras, como podemos comprobar en los últimos siglos (donde se acumula mayor cantidad de muestra), hay una gran variabilidad de datos, especialmente con respecto a los valores de nitrógeno.

Para esclarecer mejor estas cuestiones, hemos decidido estudiar este conjunto de datos en tres periodos diferentes. Elaborar estos periodos ha dependido de dos criterios: En primer lugar, de la información arqueológica/antropológica disponible con respecto a “diferentes etapas” en el poblamiento aborigen de La Gomera, y en segundo lugar, de las propias dataciones que existen para estos estudios, especialmente aquellas realizadas en muestras de vida corta, ya que presentan mayor fiabilidad y tienen un error menor (Wilmshurst et al., 2011). Esta selección nos deja con la información radiocarbónica aportada por Matilde Arnay en 2009 (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009) y por Jacob Morales en 2011 (Morales et al., 2011).

Las fuentes y los primeros estudios arqueológicos sugieren cambios con el contacto de poblaciones europeas a partir de los siglos XII-XIII (Navarro-Mederos, 1993, 1992). El estudio de Arnay et al. (2009) propone una ocupación para el Acceso al Pescante de Vallehermoso desde el siglo III hasta el siglo VII, basándose en las dataciones radiocarbónicas obtenidas. Y, por último, el artículo de Morales et al. (2011) presenta un rango de dataciones que van desde el siglo VI-VII hasta el siglo XI.

Por ello, hemos decidido establecer tres grupos muestrales homogéneos (n=11) para comprobar los isótopos de carbono y nitrógeno de estos grupos entre sí. Un primer grupo correspondiente al periodo de los siglos III al VII, coincidiendo con la cronología total del Acceso al Pescante de Vallehermoso, un segundo grupo de muestras desde el siglo VIII hasta el XII, y un último grupo comprendido entre las muestras del siglo XIII hasta el XV. La prueba estadística escogida para estudiar estos tres grupos fue la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Siglos	$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$		
	Casos	Media	St dev	Casos	Media	St dev
III-VII	11	-19,42	0,26	11	10,47	1,10
VIII-XII	11	-19,58	0,26	11	9,55	0,45
XIII-XV	11	-19,74	0,28	11	9,93	0,84
Kruskall-W	H	p-val		H	p-val	
	5,60	0,061		6,43	0,040	

Tabla III.13: Test de Kruskal-Wallis entre datos isotópicos y periodos cronológicos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Como podemos observar, existe una diferencia significativa entre los tres grupos para el nitrógeno, y no existe diferencia significativa para los datos de carbono.

### **III.9 Valoración de los Resultados:**

El estudio isotópico de la población aborigen de La Gomera coincide con estudios previos realizados en esta isla en la existencia de una dieta mixta en cuanto al aporte proteico, siendo este tanto terrestre como marino (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009). Sin embargo, este estudio revela que con toda probabilidad la dieta terrestre fuese más importante que la dieta marina, que posiblemente tuviese un carácter estacional (Parker et al., 2018) y, por tanto, tenga una menor resolución en los análisis isotópicos.

#### **III.9.1 Comparativa entre los isótopos de los seres humanos y los ovicápridos:**

Existe una diferencia significativa entre los valores de nitrógeno entre las muestras aborígenes estudiadas y las muestras de ovicáprido, esto tiene sentido en una relación trófica consumidor-consumido, tal y como demuestra el incremento de + 3/4‰ en los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  en las muestras humanas con respecto a las muestras de ovicápridos.

Los datos de carbono también son diferentes, y quizás nos resultan más interesantes, ya que al ser más negativos los valores de los seres humanos, estos sugieren un mayor consumo de plantas  $\text{C}_3$ , en concreto, aquellas con valores muy negativos, como pueden ser los cereales, como el ya mencionado *Hordeum*, cuya presencia arqueológica ha sido demostrada en numerosas ocasiones (Morales et al., 2017). Mientras que los datos de los ovicápridos, más positivos (o “menos negativos”), reflejan una dieta dependiente de los productos silvestres. Que tendría una base  $\text{C}_3$ , dado que muchos recursos vegetales del archipiélago son de este tipo, aunque también tendría aporte de plantas Crasúleas (CAM).

#### **III.9.2 Comparativa entre los datos isotópicos por sexo:**

Los estudios realizados por María Castañeyra en su tesis doctoral (2015) refieren un marcado dimorfismo sexual (aunque menor que en Gran Canaria), a la vez que una importante robustez general en la población femenina (aunque menor que en El Hierro). La alimentación puede ser un condicionante de la robustez, aunque no podríamos descartar otros factores, como los de predisposición genética, o la actividad física.

Sin embargo, nuestro conjunto de muestras válidas no presenta significación estadística para afirmar una diferencia entre los valores de carbono y nitrógeno entre hombres y mujeres.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Cierto es que existe, de promedio, un delta ( $+1^{15}\delta N\%$ ) entre los datos de nitrógeno de los hombres con respecto a las mujeres.

Hasta la fecha desconocemos mucho sobre la organización social de Los antiguos gomeros, especialmente en lo que se refiere a división por sexos en cuestiones como el trabajo o la alimentación. La actividad pastoril ha sido tradicionalmente considerada una actividad masculina, aunque no disponemos de datos empíricos para confirmar o desmentir esta afirmación para el mundo aborígen. De serlo, esto podría llevarnos a la hipótesis de que este consumo de proteínas terrestres estaría ligado al pastoreo, no en cuanto a consumo de proteínas en forma de carne de ovicáprido, sino posiblemente por un mayor acceso a los productos secundarios del ganado (como la leche). Por desgracia, por el momento, no disponemos de un número muestral robusto para poder ver diferencias en la alimentación por sexo.

### III.9.3 Diferencias en la dieta a través del tiempo:

Para estudiar los cambios en la dieta a través del tiempo, debemos entender que la población aborígen de las Islas Canarias está siempre limitada por los recursos disponibles de su entorno, tanto los traídos desde el continente norteafricano como los alimentos silvestres disponibles. Esta dependencia en la misma base alimenticia durante todo el periodo de ocupación hará que nos encontremos con diferencias discretas en los valores isotópicos, ya que el rango de recursos es, en esencia, el mismo en todo momento, y lo que varía será la frecuencia de su consumo.

Hemos visto una diferencia significativa en los datos de nitrógeno entre los tres periodos estudiados, esta diferencia en los datos de  $\delta^{15}N$  es especialmente acusada entre el primer grupo (siglos III-VII AD) y los otros dos, lo que podría apoyar la idea de que existe un primer periodo en la isla en el que se depende en mayor medida de los recursos marinos, como se plantea en el trabajo sobre el Acceso al Pescante de Vallehermoso (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009).

Existe, como hemos visto en la correlación de Pearson, una correlación negativa discreta tanto para el  $\delta^{13}C$  como el  $\delta^{15}N$ , los valores de ambos isótopos tienden a descender conforme avanza la escala cronológica (Tabla III.11). Este cambio discreto en la dieta puede tener varias razones, ya sea el cambio del elemento principal de consumo, cambios en el modelo de producción o de consumo de especies vegetales, o incluso cambios climáticos.

De tratarse de un cambio en la dieta podemos descartar que se trate de un aporte de dieta marina, ya que no solo descienden los valores de nitrógeno, sino que también descienden

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

los valores de carbono, que en poblaciones con presencia de dieta marina suelen aumentar (Salazar-García et al., 2014).

III.9.4 Los isótopos de carbono y los cambios en el clima:

La correlación de los datos cronológicos y los datos isotópicos se puede realizar también en los ovicápridos de este estudio, sin embargo, desconocemos cuales han sido los recursos vegetales de los que más ha dependido este animal. Sabemos que los aborígenes practicaron la ganadería en todos los pisos bioclimáticos de la isla (Navarro-Mederos, 1992), y aparecen restos de ovicápridos a diferentes cotas de altura y por toda la isla (Alberto-Barroso et al., 2015; Hernández-Marrero et al., 2015; Hernández-Marrero y Navarro-Mederos, 2011), por lo que se deduce que, siendo un animal que se alimenta en su totalidad de especies silvestres, su dieta será la completa diversidad de plantas comestibles que se encuentren en las rutas de ganadeo. Por lo que establecer una periodización en el caso de los ovicápridos resulta poco práctico.

Sin embargo, al ser consumidoras de plantas silvestres, los datos isotópicos de estos animales nos estarán reflejando en gran medida los valores de carbono de dichas plantas (con un incremento trófico de 2-3‰). Los estudios isotópicos realizados sobre diversos vegetales revelan que los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  en las plantas están correlacionados positivamente con las temperaturas (es decir, a mayor temperatura, los valores de carbono son más positivos) (Heaton, 1999).

Por lo que los valores de carbono 13 de los ovicápridos deberían reflejar posibles cambios en la temperatura, ya que, siendo estos valores dependientes del medio, podrían reflejar periodos cálidos o fríos. Precisamente, los dos valores “más negativos” de los valores de ovicápridos provienen de dos muestras cuyas fechas radiocarbónicas coinciden con el periodo climático conocido como el “Vandal Minimum”, LE-10 ( $\delta^{13}\text{C} = -20.9$ ) y LE-11 ( $\delta^{13}\text{C} = -20.7$ ).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

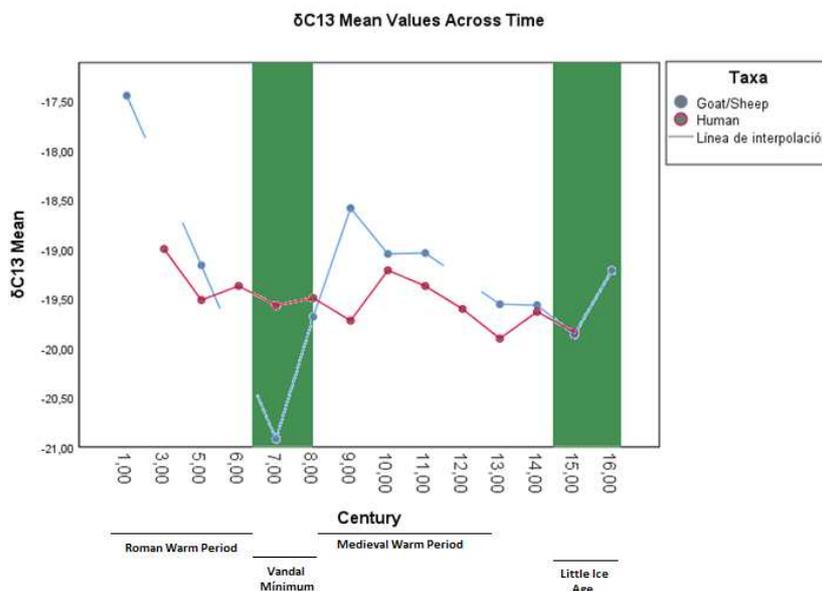


Figura III.12: Diagrama de dispersión mostrando los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  con relación al tiempo, con los periodos climáticos fríos en color verde.

Los valores de carbono de los ovicápridos coinciden, en principio, con los periodos cálidos y fríos registrados durante el periodo de ocupación de los aborígenes en las islas. Teniendo los datos de carbono de los ovicápridos, una variación mucho más acusada que los de los gómeros, cuya alimentación no depende directamente de especies silvestres y, por lo tanto, no reflejaría tan evidentemente estos cambios.

Por el momento, esta muestra resulta muy exigua como para poder afirmar con seguridad que los cambios en el  $\delta^{13}\text{C}$ , observados en el colágeno de los ovicápridos a través del tiempo, se correlacionan con los cambios de temperatura registrados en estos siglos. No obstante, es una línea de investigación que perseguir en el futuro, ya que estos datos iniciales se correlacionan con la información existente sobre los posibles cambios de temperatura que afectan al clima del archipiélago (Parker et al., 2019, 2018).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

III.9.5 Las fuentes, el registro arqueológico y los isótopos estables:

En general, la presencia de una dieta vegetal predominantemente basada en especies  $C_3$  se corrobora con las investigaciones isotópicas realizadas con anterioridad en La isla de La Gomera (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009) y en el resto del archipiélago (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011, 2010). Además de quedar constatada en el registro arqueológico, como han demostrado numerosas publicaciones científicas en las que, además, aparece el *Hordeum*, confirmando la posibilidad de una dieta con un importante aporte de especies cultivadas (Morales et al., 2017, 2011).

La información recabada por los arqueólogos parece contradecir los textos históricos en determinadas afirmaciones. Es cierto que ambas coinciden en la importancia de la ganadería, según Zurara, a través de los productos secundarios (leche) (Zurara, 1973), y según el registro arqueofaunístico, por la presencia de los propios animales consumidos, que resultan muy abundantes en los lugares de habitación (Hernández-Marrero et al., 2015; Navarro-Mederos, 2016). En esta imagen, además cobran especial importancia los ovicápridos, tanto por la abundancia en el registro, como su aparición en contextos ideológico/religiosos (Alberto-Barroso et al., 2015; Navarro-Mederos et al., 2001).

Ahora bien, las fuentes escritas comienzan a discrepar de la información arqueológica en torno al consumo de vegetales y de cereales. Para los cronistas hay escasa agricultura, sin embargo, como evidencian los sondeos arqueológicos realizados en el periodo 2009-2010, existe registro de *Hordeum vulgare* en todos los yacimientos de habitación excavados, así como en el Alto del Garajonay. Debemos entender el sesgo cultural que tienen estos autores a la hora de entender las condiciones socioeconómicas y culturales de los aborígenes. Es muy probable que la agricultura desarrollada por los gomeros les pareciera escasa, comparada con las explotaciones latifundistas del sur de la Península Ibérica del siglo XV.

Las plantas recolectadas, si bien abundantes, aparecen bastante dispersas en comparación, y parece que no existe una planta en concreto que se prefiera recolectar, con la salvedad, quizás, de la *Phoenix Canariensis*, que si aparece en más de un yacimiento. Esto nos lleva a pensar que, contrariamente a lo dicho por las fuentes etnohistóricas, la recolección vegetal sea un complemento alimenticio de otra actividad alimenticia prioritaria.

Sobre la actividad de recolección marina poco hay escrito, sin embargo, hay abundante evidencia arqueológica del consumo de moluscos marinos que configuran los concheros, y de la aparición de malacofauna en los lugares de habitación. Sumado a que los primeros estudios isotópicos realizados en la Gomera apuntan hacia una importancia significativa de la dieta

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

marina, como hemos visto en El Pescante de Vallehermoso, que evidencia un consumo local (Arnay-de-la-Rosa et al. 2009).

Por ello contamos en este estudio con una perspectiva diacrónica y espacial más general, para establecer una hipótesis más ajustada a la realidad. Nuestro objetivo ha sido analizar mediante isótopos estables de carbono y nitrógeno el mayor número de individuos posible para poder obtener una visión amplia de los posibles patrones de dieta de la población aborigen de La Gomera.

Este estudio sugiere un consumo preferente de proteínas terrestres por parte de la población aborigen de La Gomera, como se puede ver en el incremento trófico de los resultados de nitrógeno de las muestras humanas. No obstante, los estudios arqueológicos realizados en la isla de La Gomera revelan que los gomeros explotaron ampliamente los recursos del medio litoral marino. Los moluscos marinos constituyeron una importante fuente de alimentos a juzgar por la abundancia de restos malacológicos en cuevas de habitación y poblados de superficie, pero sobre todo por los numerosos concheros existentes en la isla (Hernández-Marrero et al., 2015; Hernández-Marrero y Navarro-Mederos, 2011; Navarro-Mederos, 1992; Parker et al., 2018). No se puede descartar por tanto el consumo de estos alimentos, aunque fuese de forma más esporádica, como desvelan estudios recientes (Parker et al., 2018). Además, los valores de carbono tienden a ser menos negativos en poblaciones con una abundante dieta marina (Salazar-García et al., 2014), por lo que hay que considerar la posibilidad de que el “enriquecimiento” de los valores de carbono, especialmente en las fechas más tempranas de la ocupación de la isla, se deba a una mayor presencia de aporte marino en la dieta.

En general, la presencia de una dieta predominantemente basada en plantas de tipo C<sub>3</sub> para la población humana, con la posible presencia de especies provenientes de la recolección vegetal, se corrobora con las investigaciones isotópicas realizadas con anterioridad en La isla de La Gomera (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009) y en el resto del archipiélago (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011, 2010). La diferencia significativa en el  $\delta^{15}\text{N}$  según sexos nos indica un consumo diferencial de proteínas entre hombres y mujeres, siendo mayor en el caso de los varones.

Llama la atención que la distribución geográfica de la muestra no juega un papel importante en los resultados isotópicos obtenidos. Al analizar los valores isotópicos de las dos zonas geográficas delimitadas por la zona montañosa central de la isla, se pudo comprobar que existían diferencias significativas para el  $\delta^{13}\text{C}$  ( $p=0,026$ ), pero no para el  $\delta^{15}\text{N}$ . Los yacimientos, tanto funerarios como habitacionales estudiados, se localizan siguiendo el patrón definido para los asentamientos aborígenes en La Gomera, es decir, una mayor densidad en la vertiente sur

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

que en la del norte (Hernández-Marrero and Navarro-Mederos, 2011). Esta mayor ocupación de las tierras del sur se explica porque eran las que ofrecían las mejores condiciones naturales para el desarrollo de su modelo productivo (Hernández Marrero y Navarro Mederos 2011-2012).

La diferencia de los valores de nitrógeno en los tres grupos cronológicos establecidos (siglos III-VIII d.c., IX-XII d.c., y XIII-XV d.c.) nos podría indicar discretos cambios en la alimentación de la población aborigen de La Gomera a lo largo del tiempo. Para ambos isótopos se establece una correlación negativa entre los valores tanto de  $\delta^{13}\text{C}$  como de  $\delta^{15}\text{N}$ , lo que podría indicar un cambio progresivo de los alimentos principales de la dieta. Con el tiempo los gomeros habrían pasado paulatinamente de tener una dieta en la que la recolección de especies silvestres tenía mucha importancia, a otra con mayor peso de los recursos provenientes de la agricultura.

Para estudiar esto en profundidad, sin embargo, se requieren más dataciones radiocarbónicas en restos óseos, para establecer una secuencia diacrónica más estructurada y evitar vacíos de información cronológica. Del mismo modo, el registro arqueológico cuenta con otras especies animales que pudieron ser consumidas por parte de los aborígenes que, aunque aparecen en menor medida que los ovicápridos, también debieron de tener un impacto en su dieta (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010; Hernández-Marrero et al., 2015). Futuros estudios deberían abordar también el análisis de un mayor número de especies potencialmente consumidas desde el punto de vista isotópico.

El amplio rango cronológico de estas muestras en conjunción con el estudio isotópico nos ha llevado a pensar en los motivos del cambio en la dieta de la población a lo largo del periodo de ocupación de la isla. Esto puede deberse tanto a razones culturales, tales como nuevos aportes de población o innovaciones técnicas, o también a eventos climáticos.

Como perspectiva de futuro, los próximos estudios sobre las estrategias de subsistencia podrían centrarse en el aumento del muestreo y contextualización de la fauna, y la inclusión del análisis isotópico de posibles vegetales de consumo. Nos encontramos con la necesidad de establecer una "línea base" isotópica de especies de consumo con la que comparar estos y futuros análisis.

Llegados a este punto hay que hacer hincapié en que estos datos no conforman realidades absolutas, y no se puede elaborar una explicación arqueológica en la que (por ejemplo), a partir del siglo VIII toda la población aborigen deje de depender del recurso marino, ni mucho menos que antes estuviese dependiendo exclusivamente del mismo. Estos datos y estadísticas representan consideraciones generales y nunca deben ser tomados como verdades absolutas, representan periodos amplios y están constreñidos por el número de muestras

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

disponibles, queda aún mucho camino por recorrer al respecto de establecer una periodización de la isla de La Gomera, pero sin duda estos primeros pasos apuntan a una dirección prometedora, y además aportan una información novedosa.

### **III.10 Referencias (Sección III):**

Acosta, P., Hernández, M.S., Navarro-Mederos, J.F., 1977. Excavaciones arqueológicas en los concheros de Arguamul, La Gomera (Canarias). *El Mus. Canar.* XXXVI–XXXVII, 259–276.

Alamo Torres, F., Valencia Afonso, V., 1988. Hallazgo de una cueva sepulcral en la necrópolis de Tejelecheros (Vallehermoso-La Gomera). *Investig. Arqueol. En Canar.* I, 13–18.

Alberto-Barroso, V., Delgado-Darías, T., Moreno-Benítez, M., Velasco-Vázquez, J., 2019. La Dimensión Temporal y el Fenómeno Sepulcral entre los Antiguos Canarios. *Zephyrus* 84, 134–166.

Alberto-Barroso, V., Navarro-Mederos, J.F., Castellano-Alonso, P., 2015. Animales y ritual. Los registros fúnicos de las aras de sacrificio del alto de garajonay (La Gomera, Islas Canarias). *Zephyrus* 76, 159–179.

Alemán Aguilera, I., Botella Lopez, M., Ruiz Rodríguez, L., 2000. Determinación sexual mediante análisis discriminante del húmero. *Tend. Actuales Investig. En Antropol. Física Esp.* 1, 159–164.

Alemán Aguilera, I., Botella Lopez, M., Ruiz Rodríguez, L., 1997. Determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Estudio de una población mediterránea actual. *Arch Esp Morfol* 2, 69–79.

Álvarez Delgado, J., 1947. Excavaciones Arqueológicas en Tenerife (Canarias): Plan Nacional 1944-1945. (Informes y memorias). Comisaría General de Excavaciones Arqueológicas, Madrid.

Ambrose, S.H., 1990. Preparation and Characterization of Bone and Tooth Collagen for Isotopic Analysis. *J. Archaeol. Sci.* 17, 431–451.

Arnay-de-la-Rosa, M., Gámez-Mendoza, A., Navarro-Mederos, J.F., Hernández-Marrero, J.C., Fregel, R., Yanes, Y., Galindo-Martín, L., Romanek, C.S., González-Reimers, E., 2009. Dietary patterns during the early prehispanic settlement in La Gomera (Canary Islands). *J. Archaeol. Sci.* 36, 1972–1981.

Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Pou Hernández, S., Marrero Salas, E., García Ávila, C., 2017a. Prehispanic (Guanches) mummies and sodium salts in burial caves of Las Cañadas del Teide (Tenerife). *Anthropol. Anz.* 74, 143–153.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Hernández-Marrero, J.C., Castañeyra-Ruiz, M., Trujillo-Mederos, A., González-Arnay, E., 2015. Cartilage-derived tumor in a prehispanic individual from La Gomera (Canary Islands). *Int. J. Palaeopathology* 11, 66–69.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Navarro-Mederos, J.F., Criado Hernández, C., Clavijo Redondo, M.Á., García Ávila, C., Marrero Salas, E., Abreu Hernández, I., 2017b. Estudios sobre el patrimonio arqueológico del parque nacional del Teide., in: *Proyectos de Investigación en Parques Nacionales: 2012-2015*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Red de Parques Nacionales, pp. 107–129.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Romanek, C.S., Noakes, J.E., Galindo-Martín, 2011. Paleonutritional and paleodietary survey on prehistoric humans from Las Cañadas del Teide (Tenerife, Canary Islands) based on chemical and histological analysis of bone. *J. Archaeol. Sci.* 38, 884–895.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Velasco-Vázquez, J., Romanek, C.S., Noakes, J.E., 2010. Paleodietary analysis of the prehistoric population of the Canary Islands inferred from stable isotopes (carbon, nitrogen and hydrogen) in bone collagen. *J. Archaeol. Sci.* 37, 1490–1501.

Baucells Mesa, S., 2013. Aculturación y Etnicidad. El proceso de interacción entre guanches y europeos (siglo XIV-XVI). Instituto de Estudios Canarios, Universidad de La Laguna.

Beaumont, J., Geber, J., Powers, N., Wilson, A., Lee-Thorp, J.A., Montgomery, J., 2013. Victims and Survivors: Stable Isotopes used to identify migrants from the Great Irish Famine to 19th century Londond. *Am. J. Phys. Anthropol.* 150, 87–98.

Beaumont, W., Beverly, R., Southon, J., Taylor, R.E., 2010. Bone Preparation at the KCCAMS laboratory. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B* 268, 906–909.

Billy, G., 1982. Le peuplement préhistorique de l'Archipel Canarien. *El Mus. Canar.* XLI, 59–74.

Bocherens, H., Drucker, D., 2003. Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen: case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems. *Int. J. Osteoarchaeol.* 13, 46–53.

Brock, F., Geoghegan, V., Thomas, B., Jurkschat, K., Higham, T.F.G., 2013. Analysis of bone “collagen” extraction products for radiocarbon dating. *Radiocarbon* 55, 445–463.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Brock, F., Wood, R., Higham, T.F.G., Ditchfield, P., Bayliss, A., Ramsey, C., 2012. Reliability of Nitrogen Content (%N) and Carbon:Nitrogen Atomic Ratios (C:N) as Indicators of Collagen Preservation Suitable for Radiocarbon Dating. Radiocarbon 54, 879–886.

Bronk Ramsey, C., 1995. Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: the Oxcal Program. Radiocarbon 37, 425–430.

Bronk Ramsey, C., 2001. Development of the Radiocarbon calibration program. Radiocarbon 43, 355–363.

Bronk Ramsey, C., 2017. Methods for Summarizing Radiocarbon Datasets. Radiocarbon 59, 1809–1833.

Brown, T.A., Nelson, D.E., Vogel, J.S., Southon, J.R., 1988. Improved collagen extraction by modified Longin method. Radiocarbon 30, 171–177.

Budd, C., Karul, N., Alpastan-Roodenberg, S., Galick, A., Schulting, R., Lillie, M., 2017. Diet Uniformity at an early farming community in northwest Anatolia (Turkey): carbon and nitrogen isotope studies of bone collagen at Aktoprakhk. Archaeol. Anthropol. Sci. 10, 2123–2135.

Buikstra, J., Ubelaker, D.H., 1994. Standards for data collection from human skeletal remains, Arkansas. ed, Arkansas Archaeological Survey.

Castañeyra-Ruiz, M., 2015. Estudio de la robustez esquelética de la población prehispanica de La Gomera. Análisis antropométrico, químico e histológico de la tibia. Universidad de La Laguna.

Castañeyra-Ruiz, M., Trujillo-Mederos, A., Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., 2015. Osteoarthritis among the prehispanic population from La Gomera and El Hierro (Canary Islands): a comparative study. J. Biol. Clin. Anthropol. 72, 347–358.

De Niro, M.J., Epstein, S., 1981. Influence of Diet in the Distribution of Nitrogen Isotopes. Geochim. Cosmochim. Acta 45, 341–351.

Diego Cuscoy, L., 1946. La Cueva Sepulcral de la Degollada de La Vaca. Rev. Hist. XII, 252–259.

Diego Cuscoy, L., 1948. El enterramiento de “Los Toscones”, en el Barranco de Abalos (Isla de la Gomera). El Mus. Canar. 9, 11–20.

Diego Cuscoy, L., 1953a. Nuevas excavaciones arqueológicas en las Canarias Occidentales. Yacimientos de Tenerife y La Gomera (1947-1951). (No. 28). Informes y Memorias de la Comisaría General de Excavaciones Arqueológicas.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Diego Cuscoy, L., 1953b. Alajeró (Gomera), Barranco de Abalos (Gomera). Not. Arqueol. Hispánico I, 177–179.

Diego Cuscoy, L., 1954. Paleontología de las Islas Canarias, in: Actas de la IV Sesión del IV Congreso Internacional de Ciencias Prehistóricas y Protohistóricas. Presented at the Paleontología de las Islas Canarias, Madrid.

Diego Cuscoy, L., 1983. Las Canarias prehistóricas. Hist. 16 82, 42–50.

Fahy, G.E., Deter, C., Pitfield, R., Miszkiewicz, J.J., Mahoney, P., 2017. Bone deep: Variation in stable isotope ratios and histomorphometric measurements of bone remodelling within adult humans. J. Archaeol. Sci. 87, 10–16.

Fregel, R., Cabrera, V.M., Larruga, J.M., Hernández-Marrero, J.C., Gámez-Mendoza, A., Pestano, J.J., Arnay-de-la-Rosa, M., González, A.M., 2015. Isolation and prominent aboriginal maternal legacy in the present-day population of La Gomera (Canary Islands). Eur. J. Hum. Genet. 23, 1236–1243.

Fregel, R., Ordoñez, A., Santana-Cabrera, J., Cabrera, V.M., Velasco-Vázquez, J., 2019. Mitogenomes illuminate the Origin and Migration Patterns of the Indigenous People of the Canary Islands. PLoS ONE 1–24.

Frutuoso, G., 2004. Descripción de las Islas Canarias : capítulos IX al XX del Libro I de “Saudades da Terra.” Centro de la Cultura Popular Canaria, La Laguna.

Guiry, E.J., Szpak, P., 2020. Quality control for modern bone collagen stable carbon and nitrogen isotope measurements. Methods Ecol. Evol. 00, 1–12.

Harbeck, M., Grupe, G., 2009. Experimental chemical degradation compared to natural diagenetic alteration of collagen: implications for collagen quality indicators for stable isotope analysis. Archaeol. Anthropol. Sci. 1, 43–57.

Heaton, T.E., 1999. Spatial, Species and Temporal Variations in the 13C/12C Ratios of C3 Plants: Implications for Palaeodiet Studies. J. Archaeol. Sci. 26, 637–649.

Hernández-Marrero, J.C., Navarro-Mederos, J.F., 2011. Arqueología del Territorio en La Gomera (Islas Canarias). Rev. Tabona 19, 15–58.

Hernández-Marrero, J.C., Navarro-Mederos, N.-M., Rando, J.C., 2015. An approach to prehistoric shepherding in La Gomera (Canary Islands) through the use of domestic spaces. Quat. Int. 1–13.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Longin, R., 1971. New Method of Collagen Extraction for Radiocarbon Dating. *Nature* 230, 241–242.

Mckern, T.W., Stewart, T.D., 1954. Skeletal age changes in young American males, analyzed from the standpoint of age identification, in: Headquarters Quartermaster. Research and Development Command, Technical Report EP-45. Natick, MA.

Mesa Hernández, E., Hernández-Marrero, J.C., Navarro, J.F., López Lorenzo, J.G., 2010. Archaeological shell middens and shellfish gathering on La Gomera island (Canary Islands, Spain). *Munibe* 31, 286–293.

Millard, A., 2014. Conventions for reporting radiocarbon determinations. *Radiocarbon* 56, 555–559.

Morales, J., Navarro-Mederos, J.F., Rodríguez, A., 2011. Plant Offerings To The Gods: Seed Remains from a Pre-Hispanic Sacrificial Altar in La Gomera Island (Canary Islands, Spain). *Window Afr. Past Curr. Approaches Afr. Archaeobotany, Reports in African Archaeology* 1, 67–78.

Morales, J., Rodríguez, A., Henríquez, P., 2017. Agricultura y recolección vegetal en la arqueología prehispanica de las Islas Canarias (siglos III-XV d.C.) La contribución de los estudios carpológicos, in: *Miscelánea en homenaje a Lydia Zapata Peña: (1965-2015)*. Universidad del País Vasco, pp. 189–218.

Navarro-Mederos, J.F., 1984. Poblado y necrópolis de los Polieros. Alajeró, Isla de la Gomera. *Tabona Rev. Prehist. Arqueol.* 5, 481–484.

Navarro-Mederos, J.F., 1988a. El conjunto arqueológico de Los Polieros (Alajeró, isla de La Gomera). *Investig. Arqueol.* 1, 133–140.

Navarro-Mederos, J.F., 1988b. Excavación de urgencia en Tejeleche (Taguluche, Valle Gran Rey. Isla de La Gomera). *Investig. Arqueol.* 1, 141–150.

Navarro-Mederos, J.F., 1992. *Los Gomeros: Una Prehistoria Insular*, 1st ed, Estudios Prehispanicos. Viceconsejería de Cultura y Deportes, Santa Cruz de Tenerife.

Navarro-Mederos, J.F., 1993. *La Gomera y Los Gomeros, La Prehistoria de Canarias*. Centro de la Cultura Popular Canaria, Santa Cruz de Tenerife.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Navarro-Mederos, J.F., 2016. Arqueología en La Gomera: lo que va de ayer a hoy, in: La Gomera: entre bosques y taparuchas. Actas XI Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, San Cristobal de La Laguna, pp. 18–39.

Navarro-Mederos, J.F., Hernández Gómez, C., Borges Domínguez, E., Hernández-Marrero, J.C., Barro Rois, A., Alberto Barroso, V., 2001. La fortaleza de Chipude y los concheros de Arguamul al cabo de tres décadas viejos problemas, nuevas interpretaciones. SPAL Rev. Prehist. Arqueol. Univ. Sevilla 10, 327–341.

Niro, M.J.D., Schoeninger, M., Hastorf, C., 1985. Effect of Heating on the Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios of Bone Collagen. J. Archaeol. Sci. 12, 1–7.

Nowak, H., 1967. El “Sagrario de montaña” de los aborígenes de La Gomera. El Día. 11.

Nowak, H., 1969. Ein Bergheiligtum der Altogomerer, Fortaleza de Chipude. Raggi. 9.

Parker, W., Yanes, Y., Mesa Hernández, E., Hernández Marrero, J.C., Soto, N., Surge, D., 2018. Shellfish exploitation in the Western Canary Islands Over the Last Two Millenia. Environmental Archaeol.

Parker, W., Yanes, Y., Mesa Hernández, E., Hernández-Marrero, J.C., Pais, J., Soto, N., Surge, D., 2019. Scale of time-averaging in archaeological shell middens from the Canary Islands. The Holocene 1–14.

Pellicer, M., 1979. La Fortaleza de Chipude, in: II Coloquio de Historia Canario-Americana (1977). Las Palmas de Gran Canaria, pp. 275–282.

Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hafliason, H., Hadjas, I., Hatte, C., Heaton, T.J., Hoffman, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J., Staff, R.A., Turney, C.S.M., van der Plicht, J., 2013. Intcal 13 and Marine 13 Radiocarbon Age calibration curves 0-50,000 years cal BP. Radiocarbon 55, 1869–1887.

Salazar-García, D.C., Aura, J.E., Olária, C.R., Talamo, S., Morales, J.V., Richards, M.P., 2014. Isotope Evidence for the Use of Marine Resources in the Eastern Iberian Mesolithic. J. Archaeol. Sci. 42, 231–240.

Sánchez Cañadillas, E., Carballo Pérez, J., Padrón, E., Hernández-Marrero, J.C., Melián, G.V., Navarro-Mederos, J.F., Pérez, N.M., Arnay-de-la-Rosa, M., 2021. Dietary changes across time:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Studying the indigenous period of La Gomera using  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  stable isotope analysis and radiocarbon dating. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1–19.

Sealy, J., Johnson, M., Richards, M., Nehlich, O., 2014. Comparison of two methods of extracting bone collagen for stable carbon and nitrogen isotope analysis: comparing whole bone demineralization with gelatinization and ultrafiltration. *J. Archaeol. Sci.* 47, 64–69.

Stuiver, M., Polach, H., 1977. Discussion Reporting of  $^{14}\text{C}$  data. *Radiocarbon* 19, 355–363.

Tieszen, L., Matzner, S., Buesman, S.K., 1995. Dietary reconstruction based on stable isotopes ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ) of The Guanche pre-hispanic Tenerife, Canary Islands. *Proc. 1st World Congr. Mummies Stud.* 1, 41–57.

van Klinken, G.J., 1999. Bone Collagen Quality Indicators for Palaeodietary and Radiocarbon Measurements. *J. Archaeol. Sci.* 26, 687–695.

Velasco-Vázquez, J., Alberto-Barroso, V., Delgado-Darias, T., Moreno-Benítez, M., Lécuyer, C., Richardin, P., 2019. Poblamiento, colonización y primera historia de Canarias. El  $\text{C}14$  como paradigma. *Anu. Estud. Atlánticos* 66, 1–24.

White, J.A., 1953. A method of calculating the dietary percentage of various food animals utilized by aboriginal peoples 18, 396–398.

Wilmshurst, J.M., Hunt, T.L., Lipo, P.L., Anderson, A.J., 2011. High Precision Radiocarbon Dating Shows Recent and Rapid Initial Human Colonization of the East Polynesia. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 108, 1815–1820.

Wright, D., 2017. Accuracy vs Precision: Understanding Potential errors from Radiocarbon dating on African Landscapes. *Afr. Archaeol. Rev.* 34, 303–319.

Zurara, G.E. da, 1973. *Crónica de Guiné. Introducción, notas y glosario de J. de Bragança.* Livraria Civilização, Lisboa.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

SECCIÓN IV: ESTUDIO DE ISÓTOPOS  
ESTABLES DE LA POBLACIÓN  
ABORÍGEN DE LA PALMA

---

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

#### **IV.1 Los estudios arqueológicos en La Palma**

La Palma ha estado en numerosas ocasiones en la vanguardia de las investigaciones arqueológicas en el archipiélago. Tiene el indiscutible honor de ser la isla donde se documentaron por vez primera en Canarias grabados rupestres relacionados con la población aborigen, en el siglo XVIII, concretamente en 1752, por parte de Domingo Vandewalle de Cervellón, que documentó estos grabados en la cueva de Belmaco, en Mazo (Navarro-Mederos y Clavijo Redondo, 2008). El interés por la población benahoarita no se detendría ahí, al contrario, al igual que ocurrió en las islas capitalinas con la creación de instituciones como el Gabinete Científico en Santa Cruz de Tenerife y el Museo Canario en Las Palmas de Gran Canaria, en La Palma se fundó también a finales del siglo XIX, en 1881, La Cosmológica, una sociedad cultural que aglutinará los estudios sobre el pasado insular (Navarro-Mederos y Clavijo Redondo, 2008).

No obstante, habrá que esperar hasta la creación de la Comisaría de Excavaciones Arqueológicas en 1942, para comenzar a ver trabajos pormenorizados en todo el archipiélago, aunque no sería hasta 1947 cuando Julio Martínez Santa-Olalla, en calidad de Comisario Director de Excavaciones del Plan Nacional en la Provincia de Santa Cruz de Tenerife, nombre a su vez Comisario Local de Excavaciones a Ramón Rodríguez Martín, quien realiza los primeros trabajos arqueológicos profesionales en las cabañas de Cruz de la Reina (Navarro-Mederos, 2007).

Una vez Luis Diego Cuscoy es ascendido a Comisario Provincial, comenzará un creciente periodo de actividad arqueológica en la isla, estudiando primeramente los grabados de Belmaco (Navarro, Martín y Rodríguez, 1990; Navarro y Clavijo, 2009). Sería entonces cuando los trabajos de campo cogerían impulso y además del estudio de distintas estaciones de grabados Diego Cuscoy también excavaría en el Caboco de Belmaco y en El Roque de la Campana, dándose cuenta de la complejidad que entrañaban las secuencias estratigráficas palmeras.

Más tarde las investigaciones arqueológicas se reforzarán con la creación del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de La Laguna. Manuel Pellicer y Pilar Acosta excavarían en yacimientos como la cueva del Humo y la de Los Guinchos (Breña Alta). Pero sobre todo destaca la labor investigadora de M.S. Hernández Pérez. Su primera gran contribución fue la realización de la primera Carta Arqueológica de La Palma (1970), en la que catalogó los sitios arqueológicos conocidos de La Palma, entre ellos necrópolis tan importantes como la de La Cucaracha. Posteriormente dedico su tesis doctoral al estudio del arte rupestre de La Palma (1973) y también es quien excava el Caboco de Belmaco, en el mismo año, y en 1979. Durante estos años lleva a cabo excavaciones en otras dos cuevas de habitación en los

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

municipios de Mazo y Garafía, y en la importante necrópolis del Espigón (Navarro-Mederos, 2007).

Las excavaciones de Juan Francisco Navarro Mederos y Ernesto Martín Rodríguez en la Cueva del Tendal, en los años ochenta del siglo pasado, significaron sustanciales avances sobre la interpretación de diferentes aspectos de la cultura benahoarita (Pais Pais, 2011). Este yacimiento constituye hasta la fecha uno de los sitios más esclarecedores para la secuenciación cultural de la Palma (Navarro-Mederos, 2007), que además permitió la posterior datación de su registro y la asociación de las fases cerámicas identificadas con cronologías absolutas (Soler Javaloyes et al., 2002). A estos dos investigadores debemos un gran número de excavaciones y trabajos realizados en la isla ya que cargarían en sus hombros prácticamente toda la arqueología de La Palma durante la década de los 80 y 90, así como nuevos estudios sobre los grabados rupestres. Cabe destacar la excavación de un enclave estacional en la estación de grabados rupestres de la Zarza-La Zarcita (actualmente catalogado como Parque Cultural en Villa de Garafía).

Al equipo de trabajo conformado por estos dos investigadores, se les sumará en 1985 el investigador Felipe Jorge Pais Pais, dentro de un proyecto destinado a la elaboración de un *Inventario arqueológico de la Caldera de Taburiente*. Este investigador continuará con esta línea de trabajo en la que explicará los patrones de asentamiento en el Parque Nacional de La Caldera de Taburiente (Pais Pais, 1995). Los años noventa serán también años de prolíficas excavaciones en la isla de la Palma, dirigidas en su totalidad por estos tres investigadores. Entre estas actividades podemos destacar sondeos en El Roque de Los Guerra (Mazo) y la Cueva de los Guinchos (Breña Alta) (Navarro-Mederos, 2007, Pais Pais, 2011).

En el ámbito académico, hay que destacar la realización de distintas tesis doctorales centradas en la arqueología de la isla, que además han supuesto la iniciación de importantes líneas de investigación de carácter interdisciplinar en nuestro archipiélago. Las tesis de Ernesto Martín Rodríguez (1986), sobre los grabados rupestres y su espacialidad, la de Jorge Pais Pais (1991) sobre el registro arqueofaunístico, Amelia Rodríguez Rodríguez (1991), sobre la producción lítica, y la de Carmen Gloria Rodríguez Santana sobre las ictiofaunas (1994).

En los últimos años se ha hecho un importante esfuerzo en la realización de inventarios y cartas arqueológicas, así como en todo lo relacionado con la gestión y protección del patrimonio arqueológico de la isla, fundamentalmente bajo la dirección de Jorge Pais Pais. Igualmente hay que destacar su labor en las activas acciones arqueológicas emprendidas desde

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

el Museo Arqueológico Benahorita, entre ellas las nuevas intervenciones arqueológicas de Belmaco y de La Cucaracha (Álvarez Rodríguez, 2014).

#### **IV.2 Antropología de los aborígenes de La Palma**

Uno de los campos de estudio que menos ha sido trabajado en La Palma es el mundo funerario, tanto en lo que se refiere a sus prácticas como al estudio bioantropológico de los restos humanos.

Cuando expertos como René Verneau e Ilse Schwidezky realizan sus estudios observan también restos antropológicos de La Palma, pero el interés general se centra en las islas capitalinas y solo tenemos algunas notas referentes a La Palma (Martín Rodríguez, 1992). Lo mismo ocurre con los estudios paleopatológicos realizados en la década de los 70, en los que se documentan casos a nivel general, como es el caso de la trepanación en cráneos de todo el archipiélago, de los cuales, uno de ellos proviene de La Palma (Rodríguez Mafiotte, 1974).

Los siguientes trabajos abandonan la antropología concebida desde el gabinete, que empleaba colecciones. Y son consecuencia de las recuperaciones “in situ” de material arqueológico. Además, la memoria de licenciatura de la hoy Catedrática de Prehistoria de la ULL. M<sup>a</sup> del Carmen del Arco Aguilar, realiza un exhaustivo análisis de las cuevas funerarias y modos de enterramiento de todo el archipiélago (1975).

La renovación teórica y metodológica que tienen los estudios de Antropología Física en Canarias en la década de los ochenta, apenas se desarrollan en La Palma. Aunque existen algunos aportes singulares. Cabría destacar en primer lugar los análisis químicos e histológicos de mue tras de hueso para establecer los comportamientos dietéticos e los beneahorita y que se integraron en los estudios de sobre dieta y nutrición realizados en el seno del grupo de investigaciones bioantropológicas de la ULL. Cabe destacar la Memoria de Investigación de E. Pérez González “*La dieta de los antiguos habitantes de la isla de La Palma. El análisis de elementos traza*” (Pérez González, 2000). Estos estudios solo pudieron aplicarse al material procedente de tres yacimientos: El Espigón (Puntallana), Barranco de Fernando Porto (Garafía) y Los Pasitos (Mazo) (Pérez González, 2007; Pérez González et al., 2001).

En esos años también J. Velasco Vázquez trabajó con el material óseo procedente de dos excavaciones arqueológicas llevadas a cabo en la década anterior en los municipios de El Paso y Tijarafe, en los yacimientos de Los Pedregales y La Palmera, respectivamente (Martín Rodríguez, 1988a, 1988b), y de una excavación realizada en el yacimiento de la Zarza, en Garafía (Velasco-Vázquez y Martín Rodríguez, 1996).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

En el año 2009 se retoman los estudios sobre el material antropológico existente en La Palma, fundamentalmente los depositados en el Museo Arqueológico Benahorita, creado en 2007. Cabe destacar Los estudios realizados por N. Álvarez Rodríguez que se inician con su trabajo de licenciatura: "*Estudios de arqueología funeraria y bioantropología en la isla de La Palma. Un estado de la cuestión*". Este trabajo tenía como objetivo principal registrar toda la información sobre los yacimientos sepulcrales de La Palma y hacer una primera valoración antropológica de los restos depositados en El MAB (Álvarez Rodríguez, 2014). A esta investigadora, en colaboración con el Dr. Pais Pais se deben las nuevas intervenciones realizadas en la Cucaracha, el estudio de los huesos cremados procedentes de este yacimiento, así como los trabajos realizados en torno al material antropológico recuperado en la Cueva de El Espigón (Álvarez Rodríguez et al., 2016).

Resultan de especial relevancia los estudios de ADN realizados en material óseo del Museo de La Palma, en concreto, los trabajos de Rosa Fregel Lorenzo realizados en muestras dentales de poblaciones prehispanicas sirvieron para reconocer el haplogrupo U6b1 en la población aborigen de esta isla en el ADN mitocondrial (Fregel et al., 2009), y compararlo con el resto de las Islas Canarias (Fregel et al., 2019).

#### **IV.3 Los Auaritas y su interacción con el Medio:**

##### **IV.3.1 La Ganadería:**

Desde las primeras crónicas ya aparecen referencias a la ganadería como la principal fuente de subsistencia de los aborígenes de La Palma. Así, en la crónica normanda *Le Canarien* se señalaba que los habitantes de La Palma "*no viven más que con carne*" (Le Canarien, 1402). Igualmente Andrés Bernáldez escribió que "*... con leche e manteca e carne se mantenían*" (Bernáldez, A., 1962).

Los investigadores de La Palma revelan en efecto que, la presencia de ovicápridos es el elemento arqueofaunístico más abundante en los yacimientos estudiados (Martín Rodríguez, 1992). Los análisis arqueozoológicos realizados por Felipe Jorge País han corroborado la existencia de cabras (*Capra hircus*), ovejas (*Ovis aries*) y cerdos (*Sus domesticus*) desde los primeros momentos de ocupación de la isla. Los ovicapridos constituyen el registro más abundante en los yacimientos estudiados, destacando el hecho de que las ovejas aparecen con mayor abundancia que las cabras (Navarro Mederos, 2007), como se ha constatado en todos los niveles estratigráficos de la cueva del Rincón (Pais Pais, 1992).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Esta ganadería se vería complementada por otras especies, como el cerdo, que aparece bien documentado en la cueva del Tendal (Martín Rodríguez, 1992) y en la Cueva del Rincón (Pais Pais, 1992).

Cabe destacar como algo más anecdótico, pero muy importante para el conocimiento de las especies que convivían con los aborígenes, la presencia de perros y gatos, que obviamente no formaban parte de la “cabaña ganadera”, pero su clasificación como animales domésticos nos insta a incluirlos en este apartado. El perro ha sido mencionado reiteradamente en las fuentes históricas de todo el archipiélago, mientras que la presencia de gato solo se conocía por los restos recuperados en un contexto arqueológico concreto de Tenerife, el yacimiento de la cueva de Don Gaspar (Martín Rodríguez, 1992; Navarro-Mederos, 2007). Los restos de gato están presentes además en toda la estratigrafía del yacimiento.

El aprovechamiento de esta cabaña ganadera, en lo referente a las especies de ovicápridos, conlleva la práctica de la trashumancia por los diferentes pisos de vegetación, aprovechando las plantas silvestres que aportan los diversos pisos bioclimáticos (Martín Rodríguez, 1992). Esta actividad se ha planteado como una actividad estacional, y está intrínsecamente relacionada con el aprovechamiento de otros recursos, como puede ser la recolección marina.

Los estudios especializados han estimado que las cabras tendrían mayor movilidad y formarían la parte fundamental del ganado trashumante que en época estival se desplazaría a pastar en las cumbres de la isla, mientras que las ovejas habrían permanecido cerca de los lugares de habitación más permanentes. Por otro lado, los cerdos se habrían criado cerca de los poblados, en aquellos lugares donde las condiciones ecológicas fueran favorables para su crianza, como los bosques de laurisilva (Pérez González, 2007).

Desconocemos, no obstante, si la trashumancia está circunscrita a una concepción de territorialidad, y cada uno de los grupos que componen el conjunto de los aborígenes de La Palma posee unas tierras propias de pasto y unas zonas determinadas de acceso. Ernesto Martín hace referencia a la posibilidad de que La Caldera de Taburiente fuera una zona de pasto comunal (Martín Rodríguez, 1992) a partir de los testimonios de G. Frutuoso y A. Galindo, además de un Acta del Cabildo de 1575 en la que se reconoce el uso de la Dehesa de la Caldera como lugar de pastoreo comunal (Pais Pais, 1995).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

#### IV.3.2 La recolección de especies marinas:

Al igual que en todas las islas, el aprovechamiento de especies marinas fue una constante durante todo el período de ocupación de la población prehistórica en La Palma. La recolección de especies de moluscos aparece mejor representada que la pesca, y aparecen como principales especies la *Patella candei*, la *Patella piperata* y la *Patella nicklesi*, además del *Osilinus atratus*, el *Thais haemastoma* y el *Balanus sp.* (Martín Rodríguez, 1992). Además de servir como alimento, la malacofauna es parte de procesos de transformación para un posterior uso como adorno, así, en la cueva de El Tendal se han realizado numerosos estudios para clasificar que especies fueron empleadas para esto y cómo, apareciendo diversas especies, como la *Columbella rustica*, que no serían empleadas para la alimentación, pero sí en gran medida para la creación de objetos de adorno (Rodríguez-Rodríguez y Navarro-Mederos, 1999).

Existe una variedad importante de especies de peces destinadas al consumo, y quizás sea la más abundante la *Sparisoma cretense* o “vieja”, seguida del *Diplodus sargus*, la *Sarpa salpa*, o el *Diplodus vulgaris* (Rodríguez Santana, 1996).

Existe también, aunque de forma escasa, actividad de caza, destinada mayormente a especies de aves, y tan solo bien documentada hasta la fecha en la cueva de El Tendal (Rando et al., 2004), en esta cueva de habitación aparecen restos procesados de aves que hoy en día siguen existiendo en el medio canario, como las pardelas (*Colonectris diomedea*), o el cernícalo (*Falco tinnunculus*), además de especies como la *Columba sp.* O paloma común.

#### IV.3.3 Las especies vegetales: Agricultura:

En los primeros momentos de la arqueología de La Palma existió una dicotomía en cuanto al conocimiento de si los aborígenes practicaban o no la agricultura. Las primeras excavaciones en lugares como Los Guinchos (Breña Alta) y Belmaco (Mazo) no revelaban semillas de ningún tipo, aunque sí se habían encontrado molinos circulares, que evidenciaban al menos la necesidad de molturación de alguna especie vegetal (Martín Rodríguez, 1992). En las excavaciones de la Cueva del Tendal a finales de los ochenta se encontraron diversas especies que provenían del cultivo de cereales, tales como la cebada (*Hordeum vulgare*), el trigo (*Triticum aestivum* y *durum*), además de otras especies cultivables, como la *Lens culinaria* o lenteja.

Posteriormente, en el año 2004, un análisis exhaustivo de los sedimentos de la cueva del Tendal realizado por Jacob Morales et al. corroboraría esto e incluiría otra especie al catálogo de especies de cultivo, como lo es la *Vicia faba* o haba común. Además, se determinó que la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

cebada aparecía en mayor cantidad en cuanto a macrorrestos encontrados que el trigo (Morales Mateos et al., 2004).

También, en 2007 se realizó una intervención en la cueva de Belmaco con el objetivo de refrescar los perfiles, realizar dataciones radiocarbónicas y re evaluar determinados elementos de la cultura material, en dicha excavación, también dirigida por Jacob Morales, se encontraron en dicho yacimiento granos de *Hordeum vulgare* (Morales Mateos et al., 2007).

Existe, desde las primeras investigaciones actuales sobre la agricultura en La Palma pre-hispánica, una concepción de que los grupos aborígenes trajeron consigo un bagaje determinado de productos agrícolas que posteriormente se iría perdiendo, y comenzaría un proceso de adaptación al medio en el que se dependiese en mayor medida de los frutos de la recolección (Martín Rodríguez, 1992), aunque las investigaciones recientes hechas en La Palma consideran esta línea temática y no la descartan en su totalidad, es muy pequeño el número de intervenciones realizado hasta la fecha en la isla como para apoyar esta argumentación con pruebas definitivas (Morales Mateos et al., 2007).

#### IV.3.4 Las especies vegetales silvestres:

Desde los autores de las crónicas, como Abreu Galindo (Abreu Galindo, 1977) o G.E. Zurara (Zurara, 1973) queda constatada la utilización en la dieta de los aborígenes canarios de especies silvestres para complementar una dieta que, según ellos, era eminentemente pastoril y carecía de agricultura (hoy en día sabemos que no es así).

Los propios autores mencionan el helecho (*Pteridium aquilinum*) y el amagante (*Cistus symphytifolius*) como especies que aprovechaban los antiguos palmeros y sobre las que residía la base de su alimentación vegetal (Martín Rodríguez, 1992). Además, sabemos hoy que también se empleaba la *Visnea mocanera* y la *Canarina canariensis*, ambas especies muy abundantes en las zonas de laurisilva de la isla. Algunas zonas de habitación, como La Cueva de El Tendal o el yacimiento de Belmaco se encuentran en zonas de bosque termófilo, lo que popiciaría la captación de recursos vegetales silvestres de las proximidades (Pais Pais, 2011).

Para conocer más a fondo todo el rango de especies vegetales tenemos que volver a las intervenciones de Jacob Morales en 2004 y 2007 respectivamente, además de la revisión de todo el archipiélago que realiza en 2017 (Morales et al., 2017) y observar que plantas silvestres se encontraron en el registro carpológico.

En la intervención de El Tendal se encontraron diversas especies propias del entorno canario que parecen ser vegetación adventicia y no se consideran plantas cuya presencia

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

podiese ser por causa del ser humano, amén de otro grupo que sin lugar a duda aparecen en el yacimiento por ser parte de la recolección silvestre. Estas especies recolectadas son el acebiño (*Ilex sp.*), la maljurada (*Hypericum grandifolium*), el algaritofe (*Cedronella canariensis*) el brezo (*Erica arborea*), el til (*Ocotea foetens*) y la retama blanca (*Retama raetam*). De las cuales la única que el autor interpreta como posiblemente consumido es el acebiño, las otras especies podrían haber sido utilizadas con fines medicinales (Morales Mateos et al., 2004).

Del mismo modo, en la intervención en la cueva de Belmaco, aparece una gran cantidad de vegetación autóctona, y algunas especies no documentadas previamente que fueron de seguro obtenidas mediante la recolección, entre ellas está el *Juniperus turbinata* o sabina, la *Olea europaea* (acebuche), la *Retama raetam*, y el *Teucrium heterophyllum* (Morales Mateos et al., 2007).

En la *Tabla IV.1* se pueden observar todas las posibles especies de consumo vegetal directo encontrados en el registro carpológico y en las excavaciones arqueológicas de La Palma, las especies no susceptibles de consumo no se han incluido:

Nombre	Nombre (común)	Tipo	Yacimiento	Referencias
<i>Hordeum Vulgare</i>	Cebada	Cereal	El Tendal, Belmaco	Martín, 1992, Morales, 2004, 2007, 2017
<i>Triticum aestivum/durum</i>	Trigo	Cereal	El Tendal	Martín, 1992, Morales, 2004, 2017
<i>Lens Culinaria</i>	Lenteja	Legumbre	El Tendal	Martín, 1992
<i>Vicia Faba</i>	Haba	Legumbre	El Tendal	Morales, 2004, 2017
<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho	Planta silvestre		Martín, 1992
<i>Cistus symphytifolius</i>	Amagante	Planta silvestre		Martín, 1992
<i>Visnea Mocanea</i>	Mocán	Planta silvestre		Martín, 1992
<i>Canarina canariensis</i>	Bicacaro	Planta silvestre		Martín, 1992
<i>Ilex sp.</i>	Acebiño	Planta silvestre	El Tendal	Morales, 2004, 2017
<i>Juniperus turbinata</i>	Sabina	Planta silvestre	Belmaco	Morales, 2007, 2017
<i>Olea europaea</i>	Acebuche	Planta silvestre	Belmaco	Morales, 2007, 2017
<i>Retama raetam</i>	Retama	Planta silvestre	Belmaco	Morales, 2007, 2017
<i>Teucrium heterophyllum</i>	Jocama	Planta silvestre	Belmaco	Morales, 2007, 2017

**Tabla IV.1:** Especies vegetales susceptibles de consumo directo por parte de la población prehispánica de La Palma.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

#### **IV.4 Material y métodos**

##### **IV.4.1 El registro antropológico de La Palma:**

Como hemos visto anteriormente, las colecciones antropológicas que hoy en día se encuentran en el museo Arqueológico benahorita provienen de unos pocos lugares que han podido ser excavados/recuperados con propiedad por los arqueólogos insulares. Este es el caso de las necrópolis de El Espigón, excavada en 1976, o las de La Zara, La Palmera y Los Pedregales (Velasco-Vázquez y Martín Rodríguez, 1996). Otras muchas cuevas de enterramiento han sido saqueadas y los restos humanos se encuentran en el museo por donaciones de particulares o por recuperaciones de emergencia realizadas por la Unidad Técnica de Patrimonio del Cabildo Insular, como es el caso del Huerto de los Morales (García Pérez et al., 2019).

Las condiciones del depósito y conservación de los restos, con la salvedad de la necrópolis de La Cucaracha, explicada anteriormente, son generalmente las mismas que en otras islas occidentales, es decir, el cuerpo se deposita bien en decúbito supino o bien en decúbito lateral flexionado, aunque las evidencias de estas deposiciones son escasas debido a la frecuente alteración con la que los arqueólogos se han encontrado los restos (Martín Rodríguez, 1985; Velasco-Vázquez y Martín Rodríguez, 1996).

Por lo general, la forma en que llegan estos restos al MAB suele ser de forma desarticulada, debido a esto y a la situación de los estudios antropológicos de La Palma, no contamos con datos suficientes para una reconstrucción paleodemográfica, con la salvedad de los trabajos realizados por la antropóloga Nuria Álvarez Rodríguez, cuya tesis doctoral, aun en desarrollo, versa sobre el estudio antropológico de los restos del museo (Álvarez Rodríguez, 2014; Álvarez Rodríguez et al., 2016; García Pérez et al., 2019).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

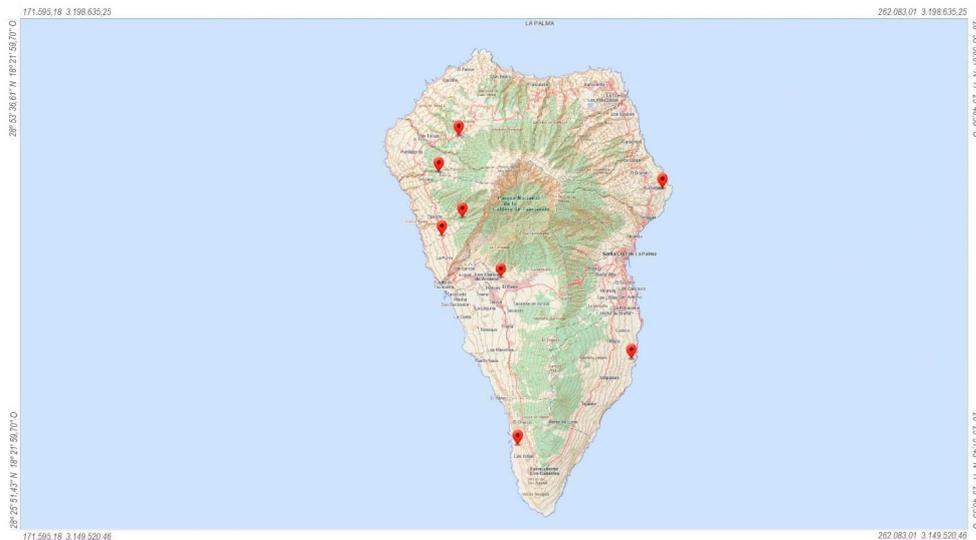


Figura IV.1: Mapa de La Palma con la ubicación de los yacimientos de este estudio.

Los restos humanos de La Palma que componen este estudio provienen en su mayoría de un reducido número de cuevas funerarias, de entre las cuales, podemos destacar las necrópolis de *El Espigón* y de *La Cucaracha* como las principales estudiadas.

#### IV.4.2 La necrópolis del Espigón:

El barranco del Espigón está situado en el municipio de Puntallana, y se compone de un conjunto de cuevas habitacionales y funerarias, además de varias estaciones de grabados rupestres. En dicho barranco se localizó una cueva funeraria excavada en 1976 por los arqueólogos Mauro Hernández y Dimas Martín Socas. Este complejo funerario contenía varios individuos desarticulados y dos restos momificados. Uno de ellos, la conocida como “Momia del Espigón”, se encontraba envuelta en pieles y sujeta con cuerdas vegetales y ha sido identificada recientemente como un individuo adulto de sexo masculino, que se encontraría entre los 30-40 años de edad (Álvarez Rodríguez et al., 2016). El otro “individuo” momificado consiste en la parte inferior de un cuerpo, también envuelto en pieles, con una fractura *ante-mortem* no soldada.

Además de estos dos individuos, en la cueva los arqueólogos extrajeron los restos desarticulados de, al menos, 15 individuos. El Número Mínimo de Individuos fue realizado a partir de la lateralización de los huesos largos. (Álvarez Rodríguez et al., 2016).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Existe además, en el barranco, una gran cantidad de yacimientos arqueológicos de tipo habitacional, así como estaciones de grabados rupestres, en estos yacimientos se ha encontrado cerámica de las fases III, IV y V. Además, recientes hallazgos arqueológicos realizados en la zona confirman la presencia de nuevas cuevas de enterramiento y de lugares con posible uso simbólico/ritual (Álvarez Rodríguez et al., 2016), lo que conforma toda la unidad geomorfológica del Barranco del Espigón como un espacio en el que se desarrolla todo el rango de actividades socioeconómicas de los aborígenes auaritas.

#### IV.4.3 La Necrópolis de la Cucaracha:

La Necrópolis de La Cucaracha, ubicada en el municipio de Mazo, en la montaña que lleva el mismo nombre se compone de dos espacios diferenciados, una cueva de enterramiento en el que se pudieron encontrar restos humanos con signos de termoalteración, y un espacio abierto en el que se pueden encontrar pequeñas acumulaciones de bloques de escorias volcánicas. Su característica principal, y que define este espacio como lugar funerario, es que dentro de estos bloques de lavas volcánicas se pueden encontrar fragmentos de hueso humano en diferentes estados de termoalteración.

Las escorias volcánicas no proceden de una erupción de la propia montaña, ya que la montaña de La Cucaracha, un volcán de tipo estromboliano, no ha sufrido ningún evento eruptivo en los últimos 20.000 años (Carracedo, 2020; Rodríguez Ruiz et al., 2002). Por lo que los bloques de escoria que contienen los restos humanos debieron ser traídos de otro lugar. Aunque las primeras hipótesis circundaban en torno a la posibilidad de que las escorias fuesen material llegado por el arrastre (Martín Rodríguez, 1985), el posterior estudio realizado por el equipo de Rodríguez Ruiz et al. (2002,2004) reveló que el lugar de origen de estas escorias sería posiblemente la Montaña de Goteras, situada en el mismo municipio de Mazo. Por el modelo de termoalteración de los huesos, además estos pudieron estar recubiertos de tejido blando, siendo, por tanto, población viva la que es “cubierta” por la lava volcánica (Rodríguez Ruiz et al., 2004).

Esta información nos revela sin duda la importancia que tiene para el mundo aborígen la relación con la muerte y la preservación de sus antepasados. La hipótesis más actual sobre la formación de la Necrópolis de La Cucaracha es la del traslado y deposición de los restos calcinados provenientes de la erupción de otro volcán, el de Montaña de Goteras, que habría entrado en erupción sobre una zona habitada por los aborígenes, y provocado la muerte de los habitantes de esa zona (Carracedo, 2020).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

IV.4.4 Selección de muestras y pretratamiento:

La selección muestral consistió en 14 muestras del yacimiento del Espigón, 16 muestras de La Cucaracha, y un total de 29 muestras de otros yacimientos funerarios con menos número de individuos (Tabla IV.3).

Para la realización del estudio isotópico se solicitó a la Unidad Técnica de Patrimonio la posibilidad de analizar un número de muestras de hueso cortical, siguiendo los criterios de selección antropológicos de los investigadores que se encontrasen trabajando actualmente en el material antropológico de La Palma.

Se decidió escoger un numero representativo de costillas de diferentes individuos de un número alto de yacimientos, estableciendo como prioritarios los yacimientos funerarios de El Espigón y La Cucaracha. El motivo de la selección de costillas obedeció a la necesidad de establecer un mismo hueso del que extraer el colágeno, ya que el proceso de remodelación del hueso no es el mismo, como hemos visto anteriormente en el capítulo dedicado a la formación del hueso (página 60). Las costillas tienen un “turnover” (o “ratio de remodelación”) mucho mayor al resto del esqueleto. Es decir, que la remodelación ósea tarda menos en tener lugar, y por tanto, los valores isotópicos reflejarán un periodo de tiempo menor que los de otros huesos largos, como las tibias (Fahy et al., 2017; Hedges et al., 2007).

Las muestras de La Cucaracha fueron obtenidas de diferentes bloques de escorias volcánicas con huesos imbricados en su interior, los estudios realizados anteriormente sobre restos provenientes de la cucaracha revelaron procesos de cristalización en los que aparentemente no queda materia orgánica (Rodríguez Ruiz et al., 2004), no obstante, se decidió aplicar el protocolo de extracción de colágeno anteriormente descrito (Beaumont et al., 2013a, 2013b).

Existe una clara diferencia entre restos incinerados (“cremated”) y carbonizados (“charred”), dependiendo si han sido termoalterados a temperaturas superiores a 600°C o superiores. Los restos que son termoalterados a temperaturas superiores a los 600 – 650°C sufren un proceso de recristalización que elimina toda, o casi toda la materia orgánica y, por tanto, la posibilidad de realizar análisis fiables sobre esta.

Estudios realizados en restos incinerados y carbonizados revelan que las muestras quemadas tienden a “rejuvenecer” la fecha radiocarbónica (Olsen et al., 2008). Además, los análisis isotópicos realizados con restos con diferentes niveles de termoalteración revelan que comienza a existir modificación isotópica a partir de los 200 °C en “colágeno” extraído de restos

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

óseos (Harbeck et al., 2011). Por tanto, existían varias posibilidades de encontrarnos con problemas analíticos con las muestras de La Cucaracha por diferentes factores:

- a) La posibilidad de no poder extraer materia orgánica del hueso por la recristalización ocurrida al ser sometido a una temperatura superior a los 600°C
- b) La imposibilidad de medir los valores de “colágeno” resultante por la alteración del fraccionamiento isotópico.
- c) La posibilidad de obtener valores porcentuales de carbono, nitrógeno, o ratios C/N anómalos por la propia remodelación del tejido orgánico durante la termoalteración.

Se elaboró una tabla de categorías con el estado de conservación de los huesos de La Cucaracha siguiendo el estilo de Olsen (2008), teniendo en cuenta que diferentes “formas” de afección por fuego pueden deberse a diferentes estadios en los que se encontrase el resto óseo (Pérez et al., 2017).

Recientes estudios, además, han clasificado los estadios de termoalteración en cinco grupos, según la afección tafonómica del fuego, estos estadios están basados en la coloración final del hueso tras la termoalteración, y son: “amarillento”, “marron-gris”, “negro oscuro”, “azul-gris” y “blanco-tiza”<sup>13</sup> (Iriarte et al., 2020; Santana et al., 2020).

Sin embargo, volviendo a lo expuesto por Rodríguez et al. (2004), este grupo muestral no es susceptible de encontrarse en más que dos formas, incinerado, (termoalterado con una temperatura inferior a 600°C) o carbonizado (termoalterado con una temperatura superior a 660°C). Por lo que, pese a ceñirnos a las categorías descriptivas de Santana (2020), solo emplearemos las categorías 3 (negro-oscuro) 4 (azul-gris) y 5 (blanco-tiza).

En la *Tabla V.2* se pueden observar las características descriptivas de cada hueso teniendo en cuenta la superficie exterior, interior y las fracturas por termoalteración según describe Olsen (2008) y aplicando además las categorías de Santana (2020).

<sup>13</sup> Traducción libre de Santana et al. (2020)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Muestra	Yacimiento	Hueso	Ext Hueso	Int Hueso	Grietas	Categoría
CUC-71-11-71-2	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Azul-Gris	Si	4
CUC14-15/B3/UE2/1	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Blanco-Tiza	No	5
CUC-71-11-71-1	La Cucaracha	Costilla	Negro Oscuro	Negro Oscuro	Si	3
CUCB2-8-63/I/1	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Azul-Gris	No	4
CUCA-1-7-63/1/4	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Blanco-Tiza	No	5
CUCA1-17-13/I/3	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Blanco-Tiza	No	5
CUC-B2-8-63-5	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Blanco-Tiza	No	5
CUC-71-11-31	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Blanco-Tiza	No	5
CUC-B2-8-13-1-3	La Cucaracha	Costilla	Negro Oscuro	Negro Oscuro	Si	3
CUC-14-15-B2-UE2-2	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Blanco-Tiza	No	5
C-63-5	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Blanco-Tiza	No	5
CS09-12	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Azul-Gris	Si	4
CB63-2	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Blanco-Tiza	No	5
C63-2	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Blanco-Tiza	No	5
CUC-B2-8-63-4	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Blanco-Tiza	No	5
CUCA-1-3-63-8	La Cucaracha	Costilla	Blanco-Tiza	Blanco-Tiza	No	5

**Tabla IV.2:** Muestras de “La Cucaracha” y estado de termoalteración externo e interno.

Nótese que la mayoría de los restos se encuentran completamente blancos por la carbonización, lo que ya es un indicador muy relevante sobre su nulo estado de conservación. Independientemente de estos factores, todas las muestras de La Cucaracha se decidieron emplear para una extracción de colágeno estandarizada. Las muestras, además, fueron integradas de forma aleatoria durante el proceso de extracción de colágeno de todas las muestras, para garantizar que el subconjunto muestral de La Cucaracha no tendría unas condiciones de análisis diferentes al resto.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



**Figura IV.2:** Vista cenital de un fragmento de costilla de un individuo de La Cucaracha previo a la extracción de colágeno.

#### **IV.5 Resultados:**

##### **IV.5.1 Criterios de Calidad de la muestra:**

Todas las muestras, incluidas las de La Cucaracha, rindieron cierta cantidad de “materia orgánica” empleando el método de Beaumont (2013). Es cierto, sin embargo, que parte de las muestras de La Cucaracha rindieron una sustancia cenicienta muy ligera, cuya coloración gris contrasta con la forma blanca o amarillenta que toma naturalmente el colágeno. Del mismo modo, no presentaba una textura esponjosa o gelatinosa como las descritas por Longin, Ambrose o Brown (Ambrose, 1990; Brown et al., 1988; Longin, 1971).

El análisis de isótopos estables se realizó en el ITER mediante un dispositivo *Thermo Finnigan Flash EA 1112 Series* y un *Thermo Finnigan MAT253 IRMS*. Empleando los patrones de referencia internacionales ya explicados en otros capítulos (IAEA-600, USGS62, USGS63).

En la *Tabla V.3* se puede observar toda la información isotópica (deltas de carbono, nitrógeno, cantidades porcentuales de carbono y nitrógeno y ratios de C:N) de todas las muestras de La Palma. En color amarillo quedan seleccionadas las muestras consideradas no validas, por tener unos valores de C/N anómalos, siendo los valores óptimos los ubicados entre

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

2,9-3,6 , como especifican los autores (Niro et al., 1985; Niro y Schoeninger, 1983). Todas las muestras de “La Cucaracha” han sido seleccionadas en color rojo, para indicar que no resultan viables para este estudio.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ID	Sitio	Hueso	Edad	$\delta^{13}C$	$\delta^{15}N$	%C	%N	Coll (%)	C:N	Método
ES-123	El Espigón	Costilla	Adulto	-20,88	9,42	39,75	14,76	2,14	3,1	Beaumont (2013)
ES-247	El Espigón	Costilla	Adulto	-21,69	10,04	40,21	13,64	1,96	3,4	Beaumont (2013)
ES-244	El Espigón	Costilla	Adulto	-21,03	9,97	40,22	13,57	6,07	3,5	Beaumont (2013)
ES-76-III-129	El Espigón	Costilla	Adulto	-21,96	9,03	40,12	13,03	2,36	3,6	Beaumont (2013)
ES-16	El Espigón	Costilla	Adulto	-21,77	6,10	40,16	12,86	5,76	3,6	Beaumont (2013)
ES-122	El Espigón	Costilla	Adulto	-21,37	9,53	42,30	2,86	1,45	17,2	Beaumont (2013)
ES-252	El Espigón	Costilla	Adulto	-22,17	8,83	40,72	10,24	2,67	4,6	Beaumont (2013)
ES-124	El Espigón	Costilla	Adulto	-21,44	9,61	40,08	13,25	5,72	3,5	Beaumont (2013)
ES76-II-76	El Espigón	Costilla	Adulto	-21,88	10,23	40,03	13,47	4,09	3,5	Beaumont (2013)
ES-76VI-117	El Espigón	Costilla	Adulto	-20,98	10,43	40,07	13,29	5,13	3,5	Beaumont (2013)
ES-76VI-82	El Espigón	Costilla	Adulto	-20,92	10,20	39,66	15,21	5,25	3,0	Beaumont (2013)
ESP-76III46	El Espigón	Costilla	Adulto	-20,59	8,17	39,82	14,44	3,81	3,2	Beaumont (2013)
ESP-76-VIII-II	El Espigón	Costilla	Adulto	-20,16	9,21	39,63	15,34	3,45	3,0	Beaumont (2013)
ES135	El Espigón	Costilla	Adulto	-20,59	8,84	39,72	14,93	10,26	3,1	Beaumont (2013)
CA-20	Cueva del Agua	Costilla	Adulto	-19,90	8,72	39,78	14,62	1,68	3,2	Beaumont (2013)
CA-23	Cueva del Agua	Costilla	Adulto	-20,18	9,38	40,13	13,00	3,53	3,6	Beaumont (2013)
CA-30	Cueva del Agua	Costilla	Adulto	-20,33	10,12	39,69	15,07	7,11	3,1	Beaumont (2013)
HM-88-11-321	Huerto de los Morales	Costilla	Adulto	-20,25	9,68	40,09	13,19	5,07	3,5	Beaumont (2013)
HM-402	Huerto de los Morales	Costilla	Adulto	-21,10	9,67	39,94	13,89	2,11	3,4	Beaumont (2013)
HM-88-1-368	Huerto de los Morales	Costilla	Adulto	-21,20	9,71	40,10	13,13	11,03	3,6	Beaumont (2013)
HM-372	Huerto de los Morales	Costilla	Adulto	-20,12	9,09	40,04	13,44	6,80	3,5	Beaumont (2013)
HM-350	Huerto de los Morales	Costilla	Adulto	-20,61	11,17	40,38	12,93	2,45	3,6	Beaumont (2013)
HM88/1/320	Huerto de los Morales	Costilla	Adulto	-20,50	8,30	39,98	13,72	4,32	3,4	Beaumont (2013)
HM88/1/388	Huerto de los Morales	Costilla	Adulto	-22,59	9,50	39,68	15,09	4,45	3,1	Beaumont (2013)
SCAS464	Salto de Casimiro	Costilla	Adulto	-20,21	7,85	40,36	13,72	1,67	3,4	Beaumont (2013)
SCAS-71-520	Salto de Casimiro	Costilla	Adulto	-20,36	7,73	40,20	13,44	2,33	3,5	Beaumont (2013)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

SCAS71/III/435	Salto de Casimiro	Costilla	Adulto	-20,50	9,61	40,17	13,60	4,85	3,4	Beaumont (2013)
SCAS71/II/574	Salto de Casimiro	Costilla	Adulto	-20,23	7,55	39,71	14,98	9,04	3,1	Beaumont (2013)
SCAS71/II/479	Salto de Casimiro	Costilla	Adulto	-20,23	8,97	39,66	15,20	15,64	3,0	Beaumont (2013)
BRI-196-84	Briestra	Costilla	Adulto	-20,62	9,27	39,85	14,28	4,69	3,3	Beaumont (2013)
BRI-96-1-102	Briestra	Costilla	Adulto	-20,30	9,41	39,87	14,24	6,23	3,3	Beaumont (2013)
BRI-138	Briestra	Costilla	Adulto	-20,86	10,40	39,99	13,64	1,03	3,4	Beaumont (2013)
BR96/II/III	Briestra	Costilla	Adulto	-20,40	9,95	39,52	15,85	15,41	2,9	Beaumont (2013)
PAS73	Los Pasitos	Costilla	Adulto	-21,02	10,04	40,11	13,08	2,45	3,6	Beaumont (2013)
PAS72	Los Pasitos	Costilla	Adulto	-20,67	9,46	40,09	13,20	3,76	3,5	Beaumont (2013)
PAS-55	Los Pasitos	Costilla	Adulto	-20,92	9,17	40,18	13,67	4,19	3,4	Beaumont (2013)
PAS87/II/48	Los Pasitos	Costilla	Adulto	-20,34	8,43	39,58	15,59	3,05	3,0	Beaumont (2013)
PAS87-58	Los Pasitos	Costilla	Adulto	-20,98	9,76	40,15	13,67	3,65	3,4	Beaumont (2013)
LGII	Los Gomerros	Costilla	Adulto	-21,76	9,87	40,11	13,10	6,81	3,6	Beaumont (2013)
LGI	Los Gomerros	Costilla	Adulto	-20,75	9,88	39,89	14,12	5,19	3,3	Beaumont (2013)
Caboco del Pic (Los Pedregales)	Los Pedregales	Costilla	Adulto	-19,59	9,05	40,38	12,84	2,52	3,7	Beaumont (2013)
PAL-45	El Palmar	Costilla	Adulto	-20,44	7,73	41,23	7,86	5,03	6,1	Beaumont (2013)
PALM-46	El Palmar	Costilla	Adulto	-19,77	7,57	41,38	7,17	2,38	6,7	Beaumont (2013)
CUC-71-11-71-2	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-23,16	7,77	39,31	16,82	1,59	2,7	Beaumont (2013)
CUC14-15/83/UE2/1	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-21,38	8,16	37,81	23,82	0,54	1,9	Beaumont (2013)
CUC-71-11-71-1	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-21,62	6,09	42,15	3,57	4,00	13,8	Beaumont (2013)
CUCB2-8-63/II/1	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-23,47	8,54	39,36	16,57	0,85	2,8	Beaumont (2013)
CUCA-1-7-63/1/4	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-16,68	6,41	39,18	17,42	5,67	2,6	Beaumont (2013)
CUCA1-17-13/II/3	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-21,71				6,29		Beaumont (2013)
CUC-82-8-63-5	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-22,72				2,18		Beaumont (2013)
CUC-71-11-31	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-21,03				4,41		Beaumont (2013)
CUC-B2-8-13-1-3	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-18,46				4,53		Beaumont (2013)
CUC-14-15-B2-UE2-2	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-16,43				2,30		Beaumont (2013)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

C-63-5	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-21,77				0,17	Beaumont (2013)
CS09-12	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-22,63				1,44	Beaumont (2013)
CB63-2	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-20,63				0,50	Beaumont (2013)
C63-2	La Cucaracha	Costilla	Adulto	-21,86				0,51	Beaumont (2013)
CUC-B2-8-63-4	La Cucaracha	Costilla	Adulto					0,71	Beaumont (2013)
CUCA-1-3-63-8	La Cucaracha	Costilla	Adulto					0,33	Beaumont (2013)

**Tabla IV.3:** Información isotópica y criterios de calidad de todas las muestras prehispánicas de La Palma. Seleccionadas en color las muestras no válidas.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Como podemos observar, dos de las muestras de El Espigón, las dos muestras procedentes de El Palmar, y todas las muestras de La Cucaracha son consideradas “no válidas” para el análisis isotópico. Las dos muestras de El Espigón, si bien tienen valores delta de carbono y nitrógeno convencionales, presentan una ratio de carbono/nitrógeno anómalo, muy por encima de los niveles aceptables, lo mismo ocurre con sendas muestras de El Palmar.

La materia orgánica resultante<sup>14</sup> en todos salvo cinco casos no tenía nitrógeno en la muestra introducida en el EA-IRMS, por lo que el instrumental no fue capaz de detectarlo, ni de calcular la ratio C:N.

Además, dos muestras tampoco contenían carbono detectable. Y aquellas cinco muestras de las que se pudo medir la cantidad porcentual de nitrógeno y el fraccionamiento isotópico del mismo rindieron unas ratios de C:N anómalos, debido a la escasa cantidad de nitrógeno en cada muestra.

#### IV.5.2 Los datos isotópicos de La Cucaracha:

Las muestras de la cucaracha merecen una consideración aparte. Al observar la información isotópica de las muestras de La Cucaracha, los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  no resultan tan diferentes del resto de muestras de este estudio. Su similitud con las muestras arqueológicas consideradas “válidas” pueden llegar a plantear dudas sobre la confianza en el criterio de las ratios de carbono/nitrógeno para valorar la calidad de las muestras arqueológicas. Especialmente cuando se tienen en cuenta trabajos que advierten de las discrepancias en los ratios de C:N en muestras de zonas cálidas o termoalteradas (Harbeck y Grupe, 2009; van Klinken, 1999).

Existen algunos estudios en los que se evalúa la posibilidad de que los isótopos en carbonato en restos termoalterados puedan servir para interpretar cuestiones de paleodieta, resultando en una respuesta negativa, debido a los cambios mineralógicos en el hueso (Zazzo et al., 2009). De cambiar este paradigma en futuros estudios, las muestras de La Cucaracha podrían ser parte de un estudio en el que se analice no el colágeno, sino el carbonato de las muestras, y se interpreten los datos de este. Por lo que no deberíamos descartar la posibilidad de que, en un futuro no muy lejano, se pueda aproximar al estudio paleodietético de restos termoalterados a través de isótopos estables.

<sup>14</sup> No se debería considerar “colágeno”, ya que no comparte las características físicas ni proporcionó resultados válidos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

No obstante, por el momento, nos ceñiremos a las conclusiones obtenidas por Harbeck (2011) y no consideraremos fiables las muestras de La Cucaracha, por lo que el análisis de la dieta de la población aborigen de La Palma se realizará sin contar con este singular yacimiento.

IV.5.3 Isótopos estables:

La media de los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  es -20,779 (con una desviación típica de 0,637), y la de  $\delta^{15}\text{N}$  es 9,307 (con una desviación de 0,941). Estos datos medios resultan muy sorprendentes, ya que son muy parecidos a los datos de La Gomera, con menos de un delta ( $\delta$ ) de diferencia entre las medias de carbono y nitrógeno de La Gomera y La Palma, y ambas con unas desviaciones estándar igualmente muy similares.

Por tanto, en principio, esta población se nos presenta como una consumidora primaria de plantas tipo  $\text{C}_3$ , como el *Hordeum vulgare* y el *Triticum*, y con un más que posible aporte de plantas silvestres en la dieta, como los encontrados en los yacimientos de El Tendal y Belmaco. Del mismo modo, los valores de nitrógeno sugieren un consumo preferente de proteínas terrestres, en este caso, y a diferencia de los valores de La Gomera, no aparecen individuos con una dieta exclusivamente marina. Existe una tendencia en los datos de nitrógeno a ser “más bajos” que los datos de nitrógeno de La Gomera, pero esto será explicado en los resultados de esta tesis doctoral (página 223).

IV.5.4 Análisis de Isotopos estables por yacimientos:

Tras establecer unas consideraciones básicas sobre los datos a nivel general, debemos realizar un análisis comparativo empleando todas las variables disponibles. Por desgracia, el estado de alteración antrópica que tienen estos restos no nos ha permitido realizar análisis con funciones discriminantes, o adscribir los restos empleados a huesos diagnósticos del sexo como pelvis o cráneos, por lo que no disponemos de la variable sexo.

Además, existen pocas dataciones radiocarbónicas realizadas en restos antropológicos de La Palma, por lo que tampoco disponemos de la variable cronológica para estas muestras.

Sin embargo, conocemos los lugares de donde proceden, y a que demarcación territorial y unidades geomorfológicas pertenecen, de modo que comenzaremos realizando un análisis por yacimientos, para comprobar hasta qué punto difieren las medias entre los yacimientos estudiados. Lo cual observaremos en la Tabla IV.4:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Yacimiento	N	Media $\delta^{13}\text{C}$	Desv $\delta^{13}\text{C}$	Media $\delta^{15}\text{N}$	Desv $\delta^{15}\text{N}$
El Espigón	12	-21,16	0,58	9,27	1,20
Cueva del Agua	3	-20,14	0,21	9,41	0,70
Huerto de los Morales	7	-20,91	0,84	9,59	0,86
Salto de Casimiro	5	-20,31	0,12	8,34	0,90
Briestra	4	-20,55	0,25	9,76	0,52
Los Pasitos	5	-20,79	0,29	9,37	0,62
Los Gómeros	2	-21,26	0,71	9,88	0,01
Los Pedregales	1	-19,59		9,05	

**Tabla IV.4:** Media y desviación típica de carbono y nitrógeno por cada yacimiento estudiado.

Como podemos ver, existe una considerable homogeneidad entre los valores de todos los yacimientos, con la salvedad del caso del nitrógeno en el Salto de Casimiro, que tiene de media una unidad delta ( $\delta$ ) menos que el resto. Solo existe un individuo del Salto de Casimiro que tiene un valor de  $\delta^{15}\text{N}$  "normal" (9,61, SCAS71/III/435), el resto de los individuos tienen valores inferiores a ocho. Lo que puede indicarnos que los individuos depositados en esta necrópolis no consumían muchos elementos proteicos en su dieta. Los motivos de esta dieta tan "pobre" en nitrógeno son desconocidos, sin embargo, en algunos textos se baraja la posibilidad de periodos de escasez de recursos en el mundo aborigen de La Palma (Martín Rodríguez, 1992; Pais Pais, 1992), quizás estos enterramientos pertenecen a un periodo en el que existió cierta escasez de recursos y se dependió menos de la proteína animal. No obstante, al no tener una variable cronológica ni una línea base de alimentos consumidos para los aborígenes de La Palma, poco más podemos precisar.

Existe una mayor variación en las medias de carbono, no obstante, estos valores no tienen una significación alta cuando los sometemos a una prueba estadística. A continuación se incluye una tabla con una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

		$\delta^{13}\text{C}$		$\delta^{15}\text{N}$
Kruskall-W	H	p-val	H	p-val
	17,67	0,014	8,09	0,325

**Tabla IV.5:** Prueba de Kruskal Wallis entre los valores de carbono y nitrógeno de los yacimientos estudiados.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Como podemos observar, el intervalo de confianza del carbono es <0,05, por lo que se acepta que la media de los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  es diferente en el conjunto de casos estudiados. Es decir, que existen ligeras diferencias en los valores medios de carbono de cada yacimiento.

Esto podría estar relacionado con diferencias en los vegetales consumidos a nivel local. Es decir, aquellos que provienen de la recolección intencionada, una mayor abundancia de este tipo de recursos generaría unos valores de carbono más positivos o “menos negativos”.

Para comprobar esto con mayor claridad, hemos agrupado los yacimientos en “Bandos”. Dado que en esta muestra se encuentran cinco de los doce bandos en los que las fuentes históricas mencionan que está dividida la isla.

Cierto es que las divisiones territoriales deben ser consideradas con cautela, al ser con toda probabilidad formaciones para un periodo concreto (el del contacto con las poblaciones europeas). Sin embargo, en este caso podemos aprovechar el reducido número de “cantones” disponible (tan solo Tenagua, Tegalgen, Aridane, Tijarafe y Tigalate) para observar las dinámicas a lo largo de la isla, ya que son áreas separadas entre sí.

Para comprobar esto, se realizarán los mismos pasos que anteriormente, una comparativa entre medias, seguida por una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Cantón	Cases	$\delta^{13}\text{C}$		$\delta^{15}\text{N}$	
		Media	St dev	Media	St dev
Tenagua	12	-21,16	0,58	9,27	1,20
Tegalgen	14	-20,64	0,67	9,60	0,70
Aridane	6	-20,19	0,31	8,46	0,85
Tigalate	5	-20,79	0,29	9,37	0,62
Tijarafe	2	-21,26	0,71	9,88	0,01
<b>Kruskall-W</b>	<b>H</b>	<b>p-val</b>	<b>H</b>	<b>p-val</b>	
	13,40	0,009	7,57	0,109	

**Tabla IV.6:** Medias y desviaciones típicas de carbono y nitrógeno de cada una de las demarcaciones territoriales, y test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

Como podemos observar, la diferencia en los datos de carbono vuelve a ser significativa, esta vez con un nivel de significación estadística muy alto ( $p=0,009$ ). Esto corrobora la idea sugerida al comprobar las diferencias por yacimientos, en la que posiblemente las diferencias

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

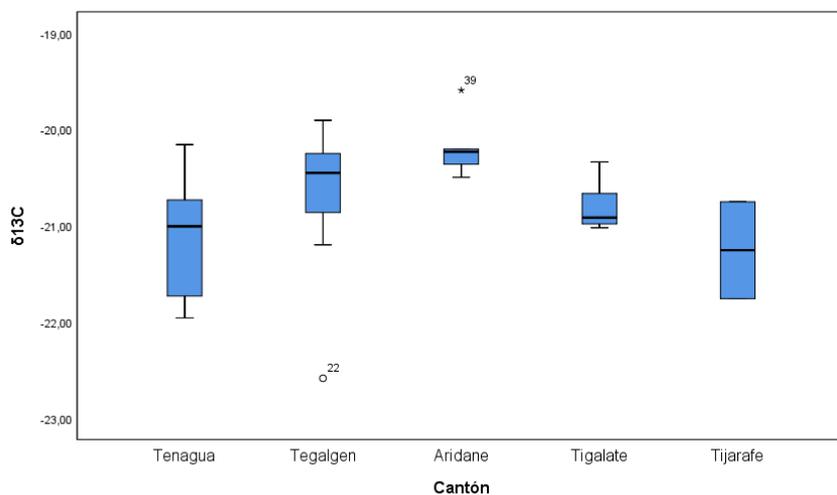
Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

estén relacionadas con la captación de recursos silvestres por parte de los aborígenes auaritas.  
 Esta información puede ser fácilmente representada mediante un diagrama de caja y barras.



**Figura IV.3:** Diagrama de caja y barras de los valores de carbono por cada una de las demarcaciones territoriales.

En el presente diagrama podemos comprobar cómo, pese a tratarse de diferencias en el rango de un delta, las variaciones entre los valores de carbonos de las muestras de cada Cantón o zona de la isla son visibles. Con la zona de Aridane, o el centro de la isla, como la población que tiene la media de valores de carbono más positiva, quizás estando influenciada por el consumo de vegetación de la zona central, con respecto a otros cantones, en los que el rango de plantas a obtener mediante la recolección sería diferente en cada zona.

**IV.6 Valoración de los resultados:**

El estudio isotópico de la isla de La Palma revela información muy útil para interpretar los posibles modos de subsistencia de los aborígenes de la isla y su interacción y adaptación con el medio tras la llegada al territorio insular.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015. Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <a href="https://sede.ull.es/validacion/">https://sede.ull.es/validacion/</a>	
Identificador del documento: 3272865	Código de verificación: F/W0c7/q
Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 10/03/2021 21:21:53
María de las Maravillas Aguiar Aguiar UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	20/04/2021 12:03:43

IV.6.1 Los vegetales:

En primer lugar, observamos una dieta de vegetales basada en su mayor parte en plantas de tipo C<sub>3</sub>, las plantas de este tipo que se encuentran en el registro arqueológico son el *Hordeum vulgare* y el *Triticum aestivum*, lo que confirma que existe un componente muy alto en la dieta que depende de la agricultura, lo que contrastaría con lo dicho en las fuentes, como las crónicas de Gomes Eanes Da Zurara y de Abreu Galindo, y confirmaría las hipótesis de investigadores como Jacob Morales, que encuentran cereales (cebada en mayor proporción), en el registro sedimentario de cuevas de habitación como El Tendal o Belmaco (Morales Mateos et al., 2007, 2004). La agricultura, por tanto, se confirma en esta isla como un elemento de relativa importancia en las estrategias de subsistencia.

Existe, además, cierta fluctuación en los valores de carbono-13 en las diferentes zonas de la isla estudiada, y esto queda demostrado de forma estadística. Estas diferencias pueden corresponder a pequeños cambios en las especies complementarias de la alimentación, que podrían estar relacionados con la captación de recursos silvestres a nivel local. Las variaciones en estos valores de carbono bien podrían deberse a plantas silvestres específicos de las zonas de habitación de estas poblaciones, lo que a su vez nos indicaría un consumo de plantas silvestres locales. Entendiendo como categoría "local" al territorio donde habitan estos individuos, es decir, el espacio doméstico y la explotación y aprovechamiento de recursos en el territorio cercano.

No obstante, para corroborar esta hipótesis con seguridad, futuros estudios isotópicos deberían centrarse en el reconocimiento de las especies vegetales silvestres susceptibles de ser captadas para la alimentación en las zonas próximas a estas poblaciones, y observar si, en efecto, hay diferencias en el tipo de alimentos complementarios (dado que el principal parece ser siempre el consumo de cereales) que puedan estar influenciando en los valores de carbono. Además, estas especies deberían ser analizadas desde un punto de vista isotópico, junto con las especies cereales ya confirmadas en la dieta, para poder establecer una línea base de valores isotópicos ("isotopic baseline") del entorno en el que viven los aborígenes, y poder contrastar los datos isotópicos de las muestras antropológicas.

IV.6.2 El consumo animal:

Tanto las crónicas como los estudios arqueológicos presentan a la sociedad auarita como una sociedad eminentemente pastoril, y nuestro estudio isotópico corrobora esta hipótesis en prácticamente la totalidad de las muestras. Sin embargo, se deben realizar algunas consideraciones.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

El consumo de animales, según los valores medios, parece ser primariamente el de ovi-cápridos, pero esto no implica que no exista consumo de recursos marinos. Existe un abundante registro de malacofauna e ictiofauna en las cuevas de habitación, y de seguro la sociedad auarita realizaba actividades de pesca y recolección marina. Ahora bien, la posible estacionalidad de este tipo de actividades puede no quedar reflejada en el análisis isotópico, ya que se estudia el "bulk" (el "total bruto") de la vida del individuo, y por tanto, reflejará la fuente primaria de consumo animal. Del mismo modo, especies que representan la parte más baja de la cadena trófica (como son las malacofaunas) no aparecerán salvo que sean la única fuente de consumo. De nuevo, es necesario establecer un rango base de especies vegetales y animales susceptibles al consumo, y de valores isotópicos de cada uno de ellos para poder tener más información sobre esto.

Existen algunas muestras singulares, como las de la necrópolis del Salto de Casimiro, con valores de nitrógeno muy bajos, aunque no resultan estadísticamente significativos, ya que el grupo muestral es muy reducido. Estos valores, muy inferiores al resto de individuos muestreados, pueden sugerir que esta población pudo tener un menor consumo proteico que el resto de la población estudiada. Ahora bien, no poseemos suficiente información para saber a qué puede deberse, y además es un fenómeno observado en cuatro de los seis individuos que componen esa muestra, con lo que no parece ser una situación de conjunto, sino de esos individuos en concreto.

#### IV.6.3 ¿Variaciones locales o variaciones temporales?:

El estudio isotópico de La Gomera (página 108) reveló que, independientemente de la región geográfica en la que se situasen nuestras muestras, existían diferencias a lo largo del periodo de ocupación. Esto se pudo estudiar gracias a disponer de dataciones radiocarbónicas de una muestra relativamente amplia de individuos, y que dicha muestra representase todo el periodo de ocupación.

Existen muy pocas dataciones realizadas en restos humanos en La Palma, por lo que no hemos podido asociar nuestras muestras a criterios diacrónicos. Quedan sin respuesta relativas a la cronología de las necrópolis, ya que desconocemos si estos depósitos ocurren en un momento determinado, o si las cuevas de enterramiento tienen un uso continuado durante varios siglos (como ocurre en otras islas). No podemos descartar la hipótesis de que nuestras variaciones observadas en el rango espacial tengan también diferencias en el rango temporal, por lo que futuros estudios isotópicos deberían, de poder, contar con dataciones radiométricas de los individuos estudiados.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

IV.6.7 La necrópolis de La Cucaracha:

Este estudio demostró que las muestras termoalteradas de la necrópolis de La Cucaracha, aun conteniendo cierta cantidad variable de “materia orgánica”, no contenían nitrógeno para analizar o, de contenerlo, este se encontraba alterado en tal grado que no pudieron establecerse indicadores de calidad.

Como hemos visto, existen estudios que plantean la posibilidad de usar el carbonato de muestras arqueológicas termoalteradas para datarlas, aunque los valores isotópicos no resultan fiables para la interpretación de la paleodieta de dichos individuos (Harbeck et al., 2011; Zazzo et al., 2009). No obstante, como ya mencionamos, existen líneas de investigación que se encuentran trabajando en estas cuestiones, por lo que consideramos que no queda del todo perdida la posibilidad de, en el futuro, volver a realizar análisis isotópicos en muestras de este singular yacimiento, y obtener nueva información sobre los restos humanos imbricados en las escorias volcánicas.

IV.7 Referencias (Sección IV):

Abreu Galindo, J. de, 1977. Historia de la conquista de las siete islas de Canaria. Goya Artes Gráficas.

Álvarez Rodríguez, N., 2014. Los restos humanos benahoaritas en el nuevo museo de La Palma. XIX Coloq. Hist. Canar.-Am. 1372–1383.

Álvarez Rodríguez, N., Pais Pais, J., Moreno González, A., 2016. Vida y muerte de los aborígenes en el Barranco del Espigón (Puntallana, La Palma), in: XXI Coloquio de Historia Canario-Americana. Las Palmas de Gran Canaria, pp. 1–12.

Ambrose, S.H., 1990. Preparation and Characterization of Bone and Tooth Collagen for Isotopic Analysis. J. Archaeol. Sci. 17, 431–451.

Beaumont, J., Geber, J., Powers, N., Wilson, A., Lee-Thorp, J.A., Montgomery, J., 2013a. Victims and Survivors: Stable Isotopes used to identify migrants from the Great Irish Famine to 19th century Londond. Am. J. Phys. Anthropol. 150, 87–98.

Beaumont, J., Gledhill, A., Lee-Thorp, J.A., Montgomery, J., 2013b. Childhood diet: A closer examination of the evidence from dental tissues using stable isotope analysis of incremental human dentine. Archaeometry 55, 277–295.

Bernáldez, A., 1962. Memorias del reinado de los Reyes Católicos. Estudio y edición por Manuel Gómez-Moreno y Juan de M. Carriazo. Real Academia de la Historia, Madrid.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

- Brown, T.A., Nelson, D.E., Vogel, J.S., Southon, J.R., 1988. Improved collagen extraction by modified Longin method. *Radiocarbon* 30, 171–177.
- Carracedo, J.C., 2020. Erupciones recientes de Canarias. Fundación Canaria Añazo Nova, Santa Cruz de Tenerife.
- Fahy, G.E., Deter, C., Pitfield, R., Miskiewicz, J.J., Mahoney, P., 2017. Bone deep: Variation in stable isotope ratios and histomorphometric measurements of bone remodelling within adult humans. *J. Archaeol. Sci.* 87, 10–16.
- Fregel, R., Ordoñez, A., Santana-Cabrera, J., Cabrera, V.M., Velasco-Vázquez, J., 2019. Mitogenomes illuminate the Origin and Migration Patterns of the Indigenous People of the Canary Islands. *PLoS ONE* 1–24.
- Fregel, R., Pestano, J.J., Arnay-de-la-Rosa, M., Cabrera, V.M., Larruga, J.M., González, A.M., 2009. The maternal aborigine Colonization of La Palma (Canary Islands). *Eur. J. Hum. Genet.* 1314–1324.
- García Pérez, L., Álvarez Rodríguez, N., Pais Pais, F.J., Perera Betancor, M.A., 2019. Sitios funerarios indígenas de Fuerteventura y La Palma. *XXIII Coloq. Hist. Canar.-Am.* XXIII, 1–15.
- Harbeck, M., Grupe, G., 2009. Experimental chemical degradation compared to natural diagenetic alteration of collagen: implications for collagen quality indicators for stable isotope analysis. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 1, 43–57.
- Harbeck, M., Schleuder, R., Schneider, J., Wiechmann, I., Schmol, W.W., Grupe, G., 2011. Research potential and limitations of trace analyses of cremated remains. *Forensic Sci. Int.* 191–200.
- Hedges, R.E.M., Clement, J.G., Thomas, D.L., O’Connel, T.C., 2007. Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. *Am. J. Phys. Anthropol.* 133, 808–816.
- Iriarte, E., García-Tojal, J., Santana, J., Jorge-Villar, S.E., Teira, L.C., Muñiz, J., Ibañez, Juan José, 2020. Geochemical and spectroscopic approach to the characterization of earliest cremated human bones from the Levant (PPNB of Kharaysin, Jordan). *J. Archaeol. Sci. Rep.* 30.
- Le Canarien, 1402. *Cronicas francesas de la conquista de Canarias*, Alejandro Cioranescu. ed.
- Longin, R., 1971. New Method of Collagen Extraction for Radiocarbon Dating. *Nature* 230, 241–242.
- Martín Rodríguez, E., 1992. *La Palma y los Auaritas, La Prehistoria de Canarias*. Centro de la Cultura Popular Canaria, Santa Cruz de Tenerife.
- Martín Rodríguez, E., 1988a. Excavación de urgencia en Los Pedregales (El Paso. La Palma). *Investig. Arqueol.* 109–114.
- Martín Rodríguez, E., 1988b. Excavación de urgencia en la cueva de La Palmera. (Tijarafe. La Palma). *Investig. Arqueol.* 103–109.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Martín Rodríguez, E., 1985. Algunas consideraciones en torno a las prácticas funerarias de la isla de La Palma. *El Mus. Canar.* XLVII, 107–125.

Morales, J., Rodríguez, A., Henríquez, P., 2017. Agricultura y recolección vegetal en la arqueología prehispanica de las Islas Canarias (siglos III-XV d.C.) La contribución de los estudios carpológicos, in: *Miscelánea en homenaje a Lydia Zapata Peña: (1965-2015)*. Universidad del País Vasco, pp. 189–218.

Morales Mateos, J., Alberto-Barroso, V., Rodríguez-Rodríguez, A., 2007. Intervención Arqueológica en el yacimiento de Belmaco (campana del año 2000). Nuevas aportaciones al estudio de macrorrestos vegetales de La Palma. *Rev. Estud. Gen. Palma* 135–160.

Morales Mateos, J., Marrero Rodríguez, Á., Rodríguez-Rodríguez, A., 2004. La Socialización de Nuevos Espacios: Transformaciones del Medio y Explotación de los productos vegetales en el yacimiento de El Tendal. *La Palma (Islas Canarias)*. *El Mus. Canar.* 19–42.

Navarro-Mederos, J.F., 2007. La Arqueología en La Palma desde una perspectiva histórica. *Rev. Estud. Gen. Palma* 161–186.

Navarro-Mederos, J.F., Clavijo Redondo, M.Á., 2008. Africanismo y atlantismo: La Arqueología en la Isla de La Palma durante el periodo franquista. *Tabona Rev. Prehist. Arqueol.* 16, 131–166.

Niro, M.J.D., Schoeninger, M., 1983. Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios of Bone Collagen: Variations Within Individuals, Between Sexes, and Within Population Raised on Monotonous Diets. *J. Archaeol. Sci.* 10, 199–203.

Niro, M.J.D., Schoeninger, M., Hastorf, C., 1985. Effect of Heating on the Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios of Bone Collagen. *J. Archaeol. Sci.* 12, 1–7.

Olsen, J., Heinemeier, J., Bennike, P., Krause, C., Margrethe, K., Throne, H., 2008. Characterisation and blind testing of radiocarbon dating of cremated bone. *J. Archaeol. Sci.* 35, 791–800.

Pais Pais, F.J., 2011. Estrategias sociales en la explotación del territorio entre los benehoaritas. *Actas del Encuentro sobre gestión del patrimonio arqueológico : Arqueomac, Azores, Canarias, Madeira : Casa de los Coroneles, La Oliva, Fuerteventura, 11 y 12 de noviembre de 2010.*, 91-104

Pais Pais, F.J., 1992. Estudio zooarqueológico de la Cueva del Rincón (El Paso - La Palma). *El Mus. Canar.* 7–27.

Pais Pais, F.J., 1995. Los asentamientos de los benahoritas en la Caldera de Taburiente (Isla de La Palma). *El Mus. Canar.* 45–78.

Pérez González, E., 2007. La dieta de los Benahoritas. Las estrategias de subsistencia de los antiguos habitantes de la isla de La Palma a través de un análisis historiográfico, arqueológico y bioantropológico. *Rev. Estud. Gen. Palma* 3, 265–278.

Pérez González, E., Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Galindo-Martín, L., Velasco-Vázquez, J., 2001. Paleonutritional analysis on the Prehispanic Population from La Palma (Canary Islands). *Biol. Trace Elem. Res.* 79, 161–167.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Pérez, L., Sanchis, A., Hernandez, C., Galván, B., Sala, R., Mallol, C., 2017. Hearts and Bones: An experimental study to explore temporality in archaeological contexts based on taphonomical changes in burnt bones. *J. Archaeol. Sci. Rep.* 11, 287–309. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.11.036>

Rando, J.C., Rodríguez, A., Pais, F.J., Navarro-Mederos, J.F., Martín Rodríguez, E., 2004. Los restos de aves del yacimiento Arqueológico de “El Tendal” (La Palma, Islas Canarias). *El Mus. Canar.* 87–90.

Rodríguez Mafiotte, C., 1974. Algunas consideraciones sobre la trepanación en las poblaciones prehispanicas de las Islas Canarias. *Med. E Hist.* 3–4.

Rodríguez Ruiz, P., Badiola, E.R., Carracedo, J.C., Pais Pais, F.J., Guillo, H., Pérez Torrado, F.J., 2002. Necropolis de La Cucaracha: Único enterramiento con restos humanos asociados a una erupción prehispanica de La Palma (Islas Canarias). *Estud. Geológicos* 55–69.

Rodríguez Ruiz, P., Rodríguez Badiola, E., Carracedo Gómez, J.C., Guilleu, H., Pérez Torrado, F.J., 2004. Yacimiento arqueológico de la necrópolis de La Cucaracha. Mazo, La Palma (Islas Canarias), in: *Miscelánea en Homenaje a Emiliano Aguirre*. Alcalá de Henares, pp. 452–461.

Rodríguez Santana, C.G., 1996. La pesca entre los canarios, guanches y auaritas: las ictiofaunas arqueológicas del Archipiélago Canario. *Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria*.

Rodríguez-Rodríguez, A., Navarro-Mederos, J.F., 1999. La industria malacológica de la cueva de El Tendal (San Andrés y Sauces) Isla de La Palma. *Vegueta Anu. Fac. Geogr. E Hist.* 75–100.

Santana, J., Iriarte, E., Teira, L.C., García-Tojal, J., Muñiz, J., Ibañez, J.J., 2020. Transforming the ancestors: early evidence of fire-induced manipulation on human bones in the Near East from the Pre-Pottery Neolithic B of Kharaysin (Jordan). *Archaeol. Anthropol. Sci.* 12.

Soler Javaloyes, V., Navarro-Mederos, J.F., Martín Rodríguez, E., Castro Almazón, J.A., 2002. Aplicación contrastada de técnicas de datación absoluta al yacimiento “Cueva del Tendal”, Isla de La Palma (Islas Canarias). *Tabona Rev. Prehist. Arqueol.* 73–80.

van Klinken, G.J., 1999. Bone Collagen Quality Indicators for Palaeodietary and Radiocarbon Measurements. *J. Archaeol. Sci.* 26, 687–695.

Velasco-Vázquez, J., Martín Rodríguez, E., 1996. Consideraciones Bioantropológicas en torno a los yacimientos de La Zara (Garafía), La Palmera (Tijarafe) y Los Pedregales (El Paso). *El Mus. Canar.* 59–76.

Zazzo, A., Saliège, J.-F., Person, A., Boucher, H., 2009. Radiocarbon Dating of Calcined Bones: Where Does the Carbon Come from? *Radiocarbon* 51, 601–611.

Zurara, G.E. da, 1973. *Crónica de Guiné*. Introducción, notas y glosario de J. de Bragança. *Livraria Civilização, Lisboa*.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

SECCIÓN V: ESTUDIO DE ISÓTOPOS  
ESTABLES DE LA POBLACIÓN  
ABORÍGEN DE TENERIFE

---

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Estudio de isótopos estables de una comunidad local (El Barranco del Agua de Dios) y una comunidad supralocal (Las Cañadas del Teide) de la población aborigen de Tenerife.**

**V.1 Los precedentes arqueológicos de Tenerife:**

Tenerife y Gran Canaria serán las islas que aglutinen la mayoría de las investigaciones arqueológicas desde su comienzo y se convertirán en los ejes vertebradores de la arqueología del archipiélago hasta la década de los setenta del pasado siglo veinte, que es cuando podemos hablar de unas arqueologías insulares propiamente definidas.

Como ya vimos en la introducción, las primeras aproximaciones científicas sobre los aborígenes canarios fueron abordadas desde planteamientos evolucionistas y difusionistas, donde la raciología y el interés por el origen del poblamiento tuvieron un peso considerable. La constatación de los denominados rasgos cromagnoides entre los restos antropológicos del archipiélago fue un factor de atracción para el primer desarrollo de la arqueología y la antropología en Tenerife, destacando las figuras de S. Berthelot y de R. Verneau. En el ámbito local hay que destacar la personalidad de J. Bethencourt Alfonso, creador del Gabinete Científico de Santa Cruz de Tenerife, cuya principal obra *“Historia del pueblo guanche”* se publicó muchos años después de su muerte.

El verdadero impulso de las investigaciones arqueológicas en Tenerife tiene lugar a mediados del siglo XX, ligado a dos hechos que la historiografía ha valorado como fundamentales: la creación en 1941 de las Comisarías Provinciales de Excavaciones Arqueológicas, existiendo en Canarias dos comisarías provinciales, una en Santa Cruz de Tenerife; y la creación de los estudios de Historia y Arqueología en la Universidad de La Laguna.

Como ya se expuso en la introducción de este trabajo, la principal y más relevante figura en los inicios de las investigaciones arqueológicas fue Luis Diego Cuscoy. A él se deben las primeras excavaciones y estudios de materiales de la población aborigen de Tenerife. Sus contribuciones han sido ampliamente estudiadas desde el punto de vista historiográfico (Diego Cuscoy, 1953) y tal como afirma C. Hernández Gómez: *“ es precisamente a Diego Cuscoy a quien se debe la tan arraigada imagen del aborigen de Tenerife como un pastor que tiene su residencia fija en las medianías de la isla, desde donde practicará la actividad pastoralista como la base de su economía de subsistencia, desarrollando de forma directa otras actividades complementarias para garantizar la variedad de su dieta y el acopio de los recursos necesarios (pesca, marisqueo, recolección vegetal y mineral, etc.)”* (Hernández Gómez, 2005:68). De todas las zonas visitadas por Diego Cuscoy, Las Cañadas del Teide siempre tuvieron una consideración especial, y fue

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

quien propuso, por vez primera, el posible uso comunal de la región central de la isla (Diego Cuscoy, 2008, 1968)

El establecimiento del Departamento de Arqueología, Prehistoria y Etnología de la Universidad de La Laguna es el segundo hito en el desarrollo de la arqueología insular. Cabe destacar que a lo largo de la década de los setenta investigadores vinculados con esa institución emprendieron la carta arqueológica de la isla (Jiménez et al., 1973), la excavación de algunos yacimientos entre los que destaca la cueva de la Arena (Barranco Hondo) (Pellicer Catalán y Acosta Martínez, 1976), el conjunto habitacional y sepulcral en Las Cuevas (La Orotava) (Lorenzo Perera, 1975), así como el estudio de distintos enclaves sepulcrales ( Chabaso y Chajora) (Lorenzo Perera, 1976; Navarro-Mederos et al., 1976).

En la década de los 80 se incorporará al departamento una remesa de nuevos investigadores, como Bertila Galván Santos, Juan Francisco Navarro Mederos, M.ª del Carmen del Arco Aguilar, cuya investigación inicial se centró en los enterramientos prehispánicos (del Arco Aguilar, 1981), y Matilde Arnay de La Rosa, cuya tesis doctoral se centrará en establecer un marco tipológico de las cerámicas tinerfeñas (Arnay-de-la-Rosa, 1982; Arnay-de-la-Rosa y Gonzalez Reimers, 1984). Esta primera etapa de investigaciones desde la Universidad de La Laguna tiene como áreas “preferentes” la zona norte de la isla y, continuando con los trabajos de Diego Cuscoy, la zona de Las Cañadas del Teide. En el norte, el centro de atención estará en diversos enclaves de la comarca de Icod de los Vinos, como la Cueva de los Guanches (del Arco Aguilar, 1984), la Cueva de Don Gaspar (del Arco Aguilar, 1985; del Arco Aguilar et al., 1990) y la Cueva de Las Palomas (del Arco Aguilar y Atiénzar Armas, 1988). El estudio conjunto de los materiales conformará una línea de investigación muy fructífera e informativa sobre la economía, los modos de vida y hábitat de los habitantes de Tenerife (del Arco Aguilar et al., 2003, 1999; del Arco et al., 2000). De especial interés para esta tesis son los numerosos estudios sobre los elementos vegetales empleados por los aborígenes de la zona norte de Tenerife, siendo el objeto de la tesis doctoral de Carmen Machado Yanes (Machado Yanes, 1995), y de numerosos estudios dirigidos por ella (Machado Yanes, 1999, 1996; Machado Yanes y Ourcival, 1998).

La década de los ochenta del siglo pasado fue una época de cambios fundamentales en la arqueología de las islas, siendo el momento en que se consolidan toda una serie de especialidades que trajeron consigo el inicio de nuevas líneas de estudios y especialidades, como la que se desarrolla en esta tesis.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Los años 80 también serán el momento de la entrada de diversas técnicas analíticas en cuanto al estudio de materiales se refiere, que aportan nuevos datos sobre estadística (Gonzalez Reimers y Arnay-de-la-Rosa, 1984) , morfometría (Gonzalez Reimers, Emilio y Arnay-de-la-Rosa, 1987; Martín Herrera et al., 1985b) contenido de las cerámicas de Tenerife (Martín Herrera et al., 1985a), (Martín Herrera et al., 1985a) así como hipótesis sobre el uso de otros materiales arqueológicos (Fernández-Miranda et al., 1985).

A finales de los años 80 se excavará el enclave de Chafarí, a la par que se inicia una línea de investigación centrada en el uso y aprovechamiento de las diferentes industrias líticas de la isla (Galván Santos y Hernández Gómez, 1996). Cabe destacar los estudios sobre la población aborigen del territorio que hoy comprende Buenavista del Norte, incluyendo la excavación de concheros y de distintas cuevas de habitación (Galván Santos et al., 2000, 1999b, 1999a). La línea de investigación sobre el aprovechamiento de recursos líticos tendrá como uno de sus exponentes principales la tesis doctoral de Cristo Hernández Gómez, sobre las obsidias del Tabonal Negro y el Tabonal de Los Guanches (Hernández Gómez y Galván Santos, 2006, 2008; Hernández Gómez, 2005).

La entrada en el nuevo milenio, sin embargo, no resultó particularmente fructífera para las intervenciones arqueológicas en la isla, cosa que empeoró con la crisis económica acontecida en 2008, aunque en los últimos años se observa un notable incremento en las investigaciones arqueológicas, centradas fundamentalmente en Las Cañadas del Teide y en el sur de la isla. Cabe destacar, no obstante, la labor arqueológica asociada a la elaboración de los distintos inventarios arqueológicos municipales que se han ido realizando por fases desde que el profesor Navarro Mederos los iniciara en los años noventa del siglo pasado.

Es muy destacable la labor que llevó a cabo Fernando Álamo Torres, y las numerosas prospecciones e intervenciones que realizan para los organismos públicos del Museo de la Naturaleza y el Hombre (ahora Museo de la Naturaleza y la Arqueología) y el Cabildo Insular de Tenerife (por medio de la Dirección General de Patrimonio) Vicente Valencia, Gabriel Escribano Cobos y Alfredo Mederos. Igualmente hay que destacar las actuaciones llevadas a cabo en Guía de Isora (Chávez Álvarez et al., 2007) y en los conjuntos arqueológicos de Tegueste (Soler Segura et al., 2011).

En el periodo 2014-2015, se funda la sociedad cooperativa ProRed, compuesta por arqueólogos formados en la Facultad de Geografía e Historia de la ULL, que realizan, hasta el día de hoy, intervenciones y prospecciones arqueológicas tanto de urgencia como asociadas a proyectos de investigación (Marrero Salas et al., 2021). Del mismo modo, en 2015 se da salida

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

al proyecto MINECO/FEDER HAR2015 68323 titulado “*Guanches y europeos en las Cañadas del Teide: Ocupación, producción y comunicación*”, que tiene como objetivo continuar los trabajos arqueológicos en el Parque Nacional, en esta ocasión además centrándose en los elementos de molturación en piedra y en la excavación de estructuras habitacionales (Arnay-de-la-Rosa et al., 2019).

## **V.2 Antropología de los aborígenes de Tenerife.**

Como vimos anteriormente, la investigación arqueológica estuvo intrínsecamente ligada al estudio antropológico de los aborígenes hasta bien entrado el siglo XX. Fueron determinantes las aportaciones de la antropóloga alemana I. Schwidetzky (1963), ligadas todavía a los postulados raciológicos. Esta investigadora llegó a plantear la existencia de distintos tipos raciales en la isla, fundamentalmente cromagnoides y mediterráneos, que se repartirían además de forma diferenciada el espacio insular: los cromagnoides menos evolucionados culturalmente, llegarían los primeros y se situarían en el norte; mientras que los mediterráneos, culturalmente más avanzados, ocuparían en una arribada posterior el sur de Tenerife. A finales de los años setenta estas teorías entran declive y se abandonan los presupuestos de corte raciológico en las investigaciones antropológicas. Los avances experimentados por las investigaciones en el Norte de África, así como los nuevos planteamientos conceptuales conducen al desarrollo de nuevas propuestas como las de G. Billy que considera el tipo cromagnóide canario como el resultado de una diferenciación biológica local a partir de un mismo sustrato poblacional norteafricano (Billy, 1982).

En la década de los ochenta se producen cambios sustanciales en la práctica científica antropológica, como es la utilización de los nuevos procedimientos y avances de la medicina y la bioquímica, y, sobre todo, se abandona el estudio morfométrico y tipológico de los restos humanos aborígenes, como objetivo principal, contemplándose ahora otras variables, al concebir al grupo humano en relación con su entorno natural y social, y por tanto como un elemento dinámico tanto cultural como biológico. Dentro de esta nueva perspectiva conceptual de los estudios bioantropológicos han tenido especial consideración las investigaciones de dieta y paleonutrición, como ya indicamos en la introducción de esta tesis.

Los trabajos llevados a cabo por investigadores vinculados a la Universidad de La Laguna y al Museo Arqueológico de Tenerife, a partir de los años noventa, son una buena muestra del avance experimentado por la bioantropología, una gran parte de ellos se resumen en la publicación de síntesis de C. Rodríguez y M. Martín Oval (2009): “*Guanches. Una historia bioantropológica*”.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

### **V.3 Los Guanches y su interacción con el Medio:**

#### **V.3.1 La Ganadería:**

Al igual que en el resto de las islas occidentales, el pastoreo parece ser la actividad económica predominante de los aborígenes en la isla de Tenerife. Luis Diego Cuscoy ya menciona la importancia no solo arqueológica, sino también documental (según la crónica G.E da Zurara), de esta actividad productiva (Diego Cuscoy, 2008).

Las fuentes escritas ya documentan una ganadería mixta, basada principalmente en la cabra (*axa*) y la oveja (*hña*), y contando, como elementos más discretos, al cerdo y al perro (Abreu Galindo, 1977). Esta actividad ganadera, además según Diego Cuscoy, requiere de un proceso adaptativo al territorio en cuanto a las formas de asentamiento. En el registro arqueológico existen enclaves habitacionales ubicados en las medianías, que serán definidas como zonas de establecimiento “permanente” (durante la mayor parte del año) de estas comunidades, como pueden ser las cuevas de Don Gaspar, Las Palomas y Los Guanches (del Arco et al., 2000). Por el contrario, existen, en las zonas de cumbre, y concretamente en Las Cañadas del Teide, diversas estructuras constituidas por pequeños muros de piedra seca que están ligadas a las actividades de captación de recursos en la alta montaña y también al pastoreo, este tipo de hábitat ha sido considerado de carácter estacional, aspecto ratificado en las excavaciones recientes (Arnay-de-la-Rosa et al., 2019b).

La cabaña ganadera está compuesta por las tres especies domésticas predominantes en todo el archipiélago, siendo la más representada la cabra (*Capra Hircus*), seguida de la oveja (*Ovis Aries*), especies que aparecen tanto en los registros estudiados en yacimientos de las medianías como en los yacimientos de Las Cañadas del Teide. Según Diego Cuscoy, existen dos variantes de cabra, una especie destinada a permanecer en las zonas domésticas, y otra especie empleada en la transhumancia (Tejera Gaspar, 1992), aspecto que no ha sido comprobado en los estudios arqueozoológicos, actualmente se estudian los registros faunísticos de distintos yacimientos de la isla desde la perspectiva genética para poder elaborar conclusiones al respecto. La oveja no sería una oveja de lana, sino de pelo liso (Diego Cuscoy, 2008)

Por último, apareciendo muy discretamente en las zonas de medianías encontramos el cerdo, también asociado a los enclaves permanentes según Diego Cuscoy. Las excavaciones arqueológicas de diversos enclaves, como La Cueva de Don Gaspar, Las Palomas y Los Cabezazos han contribuido a la hipótesis de que la presencia del cerdo sería mayor en la zona norte de la isla, concretamente en el actual termino de Icod, donde el monte verde contribuiría a la alimentación y reproducción del ganado porcino (del Arco Aguilar, 1987, 1985, 1984; del Arco

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

et al., 2000), recientes excavaciones en La Cueva de Bencomo confirman la presencia de suidos en otras zonas de la vertiente norte de la isla (Marrero Salas et al., 2021).

Asociado también a la ganadería encontraríamos al perro o *cancha* (Abreu Galindo, 1977; Chávez Álvarez et al., 2007), aunque existe un cierto desconocimiento de sus funciones exactas y sus características, Diego Cuscoy (1968, ed. revisada 2008) menciona la aparición de un cráneo de perro en una de las necrópolis de las Cañadas del Teide (El Llano de Maja), además de en los yacimientos de *Los Cabezazos* (Chávez Álvarez et al., 2007) y *Guargacho*. Y también aparece registrado en los yacimientos de Buenavista del Norte, en el que aparece asociado a otros deshechos de fauna (Alberto Barroso, 2004; Galván Santos et al., 1999b).

### V.3.2 La recolección de especies marinas:

El aprovechamiento de la zona litoral de Tenerife es, incluso hoy en día, un importante recurso natural para los isleños, y sin duda fue también un recurso constante en la alimentación de los guanches.

Entendemos como recolección marina a las actividades de pesca y marisqueo, siendo la segunda la más importante. Respecto a la obtención de estos recursos, ya Juan Bethencourt Alfonso mencionaba la posibilidad de que se trate de una actividad estacional, realizada solo en determinados momentos del año, y que el producto se almacenaba, para ser consumido durante meses (Mesa Hernández, 2008). Lo cierto es que la aparición de restos malacológicos es una constante no solo en los enclaves de costa, sino también en los enclaves de medianías, incluso no es inhabitual la presencia de malacofauna en los contextos excavados de Alta Montaña, si bien de forma anecdótica (Arnay-de-la-Rosa et al., 2019b).

Posiblemente los tres yacimientos que más información han aportado al estudio de la recolección marina en la isla sean los ubicados en la zona noreste excavados en la década de los 90 por el equipo de Bertila Galván Santos, La Fuente, Las Arenas y Las Estacas, (Galván Santos et al., 1999a, 2000).

Resulta muy interesante comprobar que las especies recolectadas que aparecen en los yacimientos varían en cuanto a cantidad y tipología, así como en los diferentes estratos arqueológicos. Así, en el yacimiento de Las Estacas se puede comprobar el predominio de la *Patella piperata* en los niveles inferiores, mientras que posteriormente aparecen la *Patella tenuis crenata* y la *Patella ulyssiponensis áspera* (Galván Santos et al., 2000). Esto ha causado que algunos investigadores propongan el uso de la *Patella Piperata* como un recurso característico ligado a los inicios del poblamiento, posiblemente como parte de un

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

reconocimiento inicial del territorio y de las posibles especies de las que se depende (Mesa Hernández, 2008).

Junto a estas tres especies, y la leve presencia de la hoy extinta *Patella candei* existe una recolección alimenticia de otras dos especies de “burgados” que también aparecen en las otras islas del archipiélago, estos son el *Osilinus atratus* y el *Thais haemastoma*, además de otras especies no edibles, que aparecen en menor proporción (Mesa Hernández, 2016; Mesa Hernández y González Lorenzo, 2010).

Las ictiofaunas también resultan importantes en la alimentación de los guanches, como demuestran los contextos arqueológicos. Los estudios de ictiofauna revelan una serie de especies de consumo asociadas a la zona infralitoral, por lo que, en Tenerife, no se daría la pesca de profundidad. Entre estas especies podemos encontrar la vieja (*Sparisoma cretense*), las morenas (*Murenidae*), diferentes especies familias, como el mero, la cabrilla o el abadejo, (*Serranidae*), los sargos, salemas o bocinegros (*Sparidae*) y romeros y pejeperros (*Labridae*). (Chávez Álvarez et al., 2007; Galván Santos et al., 1999b; Rodríguez Santana, 1996).

#### V.3.3 Las especies vegetales: Agricultura:

Las fuentes escritas mencionan una agricultura escasa, basada en la cebada y las habas, en la que no existirían cultivos de trigo u otras especies, como el centeno, y además referencian al procesado de esta cebada mediante el tueste y molienda para hacer *gofio* (Espinosa, 1980).

Diego Cuscoy, en su obra, planteaba la posibilidad de que la ubicación de las tierras cultivables se encuentre en las medianías, próximas a los núcleos de población, según cita “en las proximidades de poblados de barrancos y acantilados” (Diego Cuscoy, 2008). Esta hipótesis se corroboraría posteriormente en la existencia de diferentes zonas de *Auchones* (o cuevas de almacenaje), como las documentadas por del Arco et.al en el término municipal de Icod (del Arco et al., 2000) y en la recientemente excavada Cueva de Bencomo (Marrero Salas et al., 2021), en la que aparecen cerámicas aptos para el almacenamiento. En otros yacimientos, como *Las Arenas*, queda constatada la presencia de elementos de molturación para el gofio, y también en la alta montaña de Tenerife, con una presencia abundante de canteras para la obtención de materia prima de elementos de molturación indicativo de la importancia que tuvo la agricultura (Arnay-de-la-Rosa et al., 2019b, 2019a).

Las excavaciones llevadas a cabo por el equipo dirigido por Carmen del Arco Aguilar durante la década de los 80 y 90 resultan vitales, pues en ellas se constata la presencia de restos carpológicos de semillas, primero en la Cueva de Don Gaspar (del Arco Aguilar et al., 1990) y

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

posteriormente en Las Palomas y Los Guanches (Icod de los Vinos), Las Fuentes (Buenavista), Los Barros y Las Cuevas (La Orotava), y los Cabezazos y La Higuera Cota (Tegueste) (Chávez Álvarez et al., 2007; del Arco Aguilar et al., 1999).

Los estudios carpológicos hallan semillas de cebada (*Hordeum vulgare*) en la cueva de Chinguaro, y en la cueva de Don Gaspar, que además es testigo de otras especies cultivadas, algunas mencionadas en las fuentes, como las habas (*Vicia faba*), y otras desconocidas para el registro arqueológico de Tenerife, como el trigo (*Triticum aestivum*) y el guisante (*Pisum sativum*), además de la avena (*Avena sp.*) y los chícharos (*Lathyrus spp.cf.*) (del Arco et al., 2000; Morales et al., 2017). Estos indicios apuntan a una mayor importancia de la agricultura en la sociedad aborigen de la que se tenía testimonio hasta fechas recientes. Recientemente, también se encuentran semillas carbonizadas de cebada en la excavación de la Cueva de Bencomo (Marrero Salas et al., 2021).

La cebada, además también aparece en contextos de Alta Montaña, como es el caso del asentamiento de Chasogo (Morales Mateos et al., 2021), lo que nos puede dar pistas de la importancia de este producto para el consumo cotidiano, ya que las condiciones climáticas de Cañadas del Teide no son aptas para el cultivo, por lo que estaríamos ante un caso de transporte de este elemento a la zona de Alta Montaña para su consumo.

#### V.3.4 Las especies vegetales silvestres:

Sin duda, la alta movilidad de la actividad productiva del pastoreo repercutió en un conocimiento de las especies vegetales de los diversos pisos bioclimáticos por los que los guanches desarrollaron su actividad, y esto generó una actividad de recolección de especies vegetales silvestres vinculada tanto al aprovechamiento ganadero, como a la propia subsistencia de los aborígenes.

Existe una vegetación de tipo basal, relacionada con los entornos litorales y que predomina hasta los 150-200m en la vertiente sur de la isla, que estaría compuesta por el cardonal-tabaibal y por otras especies de hierbas como el tisaigo y el cornical, estas especies no son comestibles para el ser humano pero sí para el ganado, por lo que diversos autores proponen estas especies como posibles especies de pasto para el ganado (Chávez Álvarez et al., 2007; Tejera Gaspar, 1992).

Los estudios de Luis Diego Cuscoy con respecto al pastoreo mencionan también el sotobosque vinculado al pinar, y, por supuesto, la vegetación de alta montaña situada en el piso

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

bioclimático ubicado sobre la corona forestal, que serviría de pasto para el ganado en época estival (Diego Cuscoy, 2008).

En las zonas de habitación, sin embargo, aparecen, al igual que en otras islas, plantas recolectadas empleadas tanto para el consumo directo como para la realización de otras actividades. Entre las especies aptas para el consumo directo aparecen carbones de higuera (*Ficus Carica*) en la Cueva de Las Palomas y Los Cabezazos, *Vitis vinifera* en Las Palomas y Arenas-3 (Machado Yanes, 1999) y, posiblemente el fruto silvestre mejor representado en los yacimientos de la isla de Tenerife, el mocan (*Visnea mocanera*), un fruto que aparece enormemente representado en Don Gaspar (del Arco et al., 2000), en Chinguaro (Morales et al., 2017) e incluso en Las Cañadas del Teide (Morales Mateos et al., 2021).

Nombre	Nombre (común)	Tipo	Yacimiento	Referencias
<i>Hordeum Vulgare</i>	Cebada	Cereal	Chinguaro, Don Gaspar, Chasogo	Del Arco, 2000. Morales, 2017, 2021.
<i>Triticum aestivum/durum</i>	Trigo	Cereal	Don Gaspar	Del Arco, 2000. Morales, 2017.
<i>Avena sp.</i>	Avena	Cereal	Don Gaspar	Del Arco, 2000.
<i>Pisum sativum</i>	Guisante	Legumbre	Don Gaspar	Del Arco, 2000. Morales, 2017.
<i>Vicia Faba</i>	Haba	Legumbre	Don Gaspar	Del Arco, 2000. Morales, 2017.
<i>Lathyrus spp.cf</i>	Chícharo	Legumbre	Don Gaspar	Del Arco, 2000.
<i>Visnea Mocanea</i>	Mocan	Planta silvestre	Don Gaspar, Chasogo	Del Arco, 2000. Morales, 2017, 2021.
<i>Ficus Carica</i>	Higuera	Planta silvestre	Las Palomas	Del Arco, 2000. Machado Yanes, 1997.
<i>Pinus canariensis</i>	Pino	Planta silvestre	Las Estacas	Galván, 1999. Morales, 2017.
<i>Juniperus turbinata</i>	Sabina	Planta silvestre	Las Estacas	Galván, 1999. Morales, 2017.
<i>Neochamaelea pulverulenta</i>	Leñabuena	Planta silvestre	Chinguaro	Morales, 2017
<i>Rocama Pendula</i>	Balo	Planta silvestre	Chinguaro	Morales, 2017

**Tabla V.1:** Especies vegetales consumidas por la población aborigen de Tenerife.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

#### **V.4 El Estudio Isotópico del Barranco del Agua de Dios (Tegueste).**

El Barranco del Agua de Dios, situado en la comarca de Tegueste, fue una de las unidades geomorfológicas más estudiadas por parte de Luis Diego Cuscoy durante su producción científica, comenzando sus intervenciones en el barranco durante su etapa de trabajo para la Comisaría General de Excavaciones Arqueológicas.

Para Cuscoy, el hábitat aborigen está condicionado por una interacción ser humano-medio, en el que la disponibilidad de recursos serán factor clave para el asentamiento. Así, para esta zona, el autor encuentra varios “elementos de fijación”, como pueden ser la disponibilidad del agua, la potencialidad del suelo, la presencia de cuevas, y la cobertura vegetal, que favorecerían un establecimiento relativamente sedentario, interrumpido solo por la actividad pastoril transhumante (Diego Cuscoy, 2008, 1975).

El autor plantea, para toda la demarcación territorial (*menceyato*, en su obra), un espacio delimitado por el propio relieve, que favorecería la movilidad de la población dentro del mismo, a la par que se limitarían las zonas de acceso al mismo por las cumbres. Esta concepción, marcadamente ecológica, no incluía los aspectos sociales de organización del territorio de la cultura guanche, por lo que su criterio adaptativo para el poblamiento no estaba apoyado por inferencias socioculturales (Soler Segura et al., 2011).

El barranco contiene una serie de oquedades naturales en la roca que fueron empleadas por la población prehispánica como lugares de habitación y necrópolis, así, en el poblado del Barranco Milán, situado en el cauce inferior del Barranco del Agua de Dios, Cuscoy identificó ocho cuevas, dos utilizadas para el enterramiento, y seis de habitación (Álvarez Delgado, 1947). A partir de esta catalogación, Cuscoy se centró en el estudio de las cuevas funerarias, entre las que podríamos destacar las cuevas de La Enladrillada, El Guanche, El Lagarete. Además, también excavó enclaves habitacionales en el Barranco, como es la cueva de Los Cabezazos.

La cueva de Los Cabezazos, excavada primeramente por Luis Diego Cuscoy, y en la década de los 90 por Rafael González Antón, se definió como un enclave de hábitat “tipo”, del poblamiento de medianías de los guanches. En su secuencia estratigráfica aparecieron elementos de molturación, cerámicas, industrias líticas y óseas, además de restos de fauna, entre los que destacan el perro y el cerdo, junto con los ovicápridos, presentes en mayor abundancia (Soler Segura et al., 2011). Lo que permite la interpretación de esta zona y tipo de hábitat como potencialmente aptos para el emplazamiento sedentario.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Actualmente, dentro de las instalaciones del Instituto de Canarias Cabrera Pinto, ubicado en la calle San Agustín, en San Cristóbal de La Laguna, se encuentra una colección de restos óseos provenientes del Barranco del Agua de Dios, en la localidad de Tegueste, obtenidos en diferentes momentos. Estos restos se encontraban dentro del que fue el Gabinete de Historia Natural del Instituto, y fueron recuperados en los años 1992 y 1993 por un grupo de profesores de la Universidad de La Laguna, que además realizan diversos estudios sobre estos restos arqueológicos y antropológicos (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011). Estos restos se encuentran actualmente expuestos en la sala de Antropología y Arqueología Anatael Cabrera Díaz desde 2008.

Desde el primer momento se reconoce que la procedencia exacta de los restos es un elemento de cierta incertidumbre, dado que, como ocurre con otras muchas colecciones de restos humanos en el archipiélago, se encontraban desarticulados y guardados por unidades anatómicas, lo cual implica la imposibilidad de asociar elementos óseos de los mismos individuos entre sí. Respecto a su procedencia, algunos cráneos poseen signatura con lugar de procedencia y fecha de recuperación, lo que permite establecer su asociación con el Barranco (Soler et al, 2011).

Dado que no se contaba con restos individualizados, se estimó el número mínimo de individuos (NMI) por medio del método de White (White, 1953) revisado por Lambacher et al, (Lambacher et al., 2016), consistente en la contabilización del elemento corporal lateralizado más abundante, siendo en este caso las tibias izquierdas, que permitieron establecer un número mínimo de individuos de 23. No todas las tibias se encontraban en perfecto estado de conservación, y en muchos casos existía una rotura en las epífisis, por lo que tampoco contamos con las tibias completas en todas las ocasiones.

La edad de todos los individuos fue estimada empleando el criterio de fusión epifisiaria de Mckern (Mckern y Stewart, 1954) revisado por Schaefer (Schaefer et al., 2009) encontrando que todos los individuos estudiados entraban dentro de la categoría "adulto", al no disponer de elementos craneales o pelvis asociada, una estimación más precisa de la edad no fue posible. Del mismo modo, esto ocasionó que los criterios morfométricos vistos en Buikstra y Ubelaker (1994) no pudiesen ser aplicados para establecer el sexo de los individuos, por lo que se acudió a las funciones discriminantes establecidas por Alemán Aguilera et, al. (1997). Empleando estas funciones discriminantes, se establecieron 15 individuos de sexo masculino, y 9 de sexo femenino.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Hay que tener en cuenta, no obstante, que el uso de funciones discriminantes puede inducir a errores, al ser funciones que no tienen en cuenta las diferencias morfológicas que pueden existir entre poblaciones con orígenes diversos. Las funciones de Alemán Aguilera son específicas para una población europea, por lo que su uso para la determinación del sexo en una población norteafricana, como la canaria, debe ser siempre interpretado con cautela. Pese a ello, existen a día de hoy trabajos antropológicos realizados por investigadores de la Universidad de La Laguna que han empleado estas funciones discriminantes (Carballo Pérez et al., 2021).

Dado que se empleó siempre el mismo tipo de hueso (la tibia), existía la posibilidad de comparar determinados marcadores de actividad física de las extremidades inferiores con los datos isotópicos del análisis que se iba a realizar. La tesis doctoral del Dr. Jonathan Santana hace referencia al índice diafisario de la tibia (denominado índice diafisario cnémico) como elemento importante en el estudio de la movilidad, ya que determinadas actividades físicas producen unos niveles de carga en las tibias que “aplantan” la diáfisis, permaneciendo una diáfisis “más redondeada” en los individuos que no realizan actividades con tanta carga mecánica en las extremidades inferiores (Santana-Cabrera, 2011). Del mismo modo, se calculó el índice de robustez de las tibias completas, empleando los criterios de Mariotti et. al (Mariotti, 2007) y Henderson et. al (Henderson et al., 2017).

La posibilidad de establecer comparativas entre los datos de paleodieta y estos marcadores de actividad física resultaba muy prometedora, ya que de encontrar un patrón de dieta diferente en los individuos con mayor movilidad, podríamos establecer conclusiones acerca de la diferencia de dieta por tipo de actividades realizadas. Se realizó, por tanto, un cálculo del índice diafisario cnémico de cada una de las tibias empleadas durante este muestreo, cuyos datos podemos ver en la tabla adjunta a esta sección, además de el cálculo del índice de robustez de las Tibias completas.

Todos los individuos resultaron tener unos datos correspondientes a un desarrollo hipercnémico, por lo que podemos afirmar sin lugar a duda que toda la población estudiada tiene un patrón de uso de las extremidades inferiores muy alto. Para realizar una correcta división grupal entre los individuos que más empleaban las extremidades inferiores y los que menos (dentro de estos valores ya atípicos), se asignó un valor numérico (1-3) a cada tercio de valores, la misma metodología se empleó con los individuos de los que se pudo calcular la robustez, para realizar pruebas estadísticas a posteriori.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



**Figura V.1:** Mapa de Tenerife con la ubicación de los yacimientos de este estudio.

#### **V.5 Material y método:**

Una vez obtenida esta información antropométrica, se realizó una extracción de colágeno siguiendo los protocolos basados en Longin y Brown (Brown et al., 1988; Longin, 1971) que hemos utilizado durante el proceso experimental de esta tesis doctoral, y que a su vez aparece en Beaumont *et al.* (2013b).

Este método consiste, como ya hemos mencionado anteriormente, en la demineralización del hueso completo, sin moler, en un tubo de vidrio con 10ml de HCL a 0.5M, la disolución de dicho resto óseo en una solución a pH 2,5-3, el centrifugado y filtrado de esta muestra, y su posterior liofilizado<sup>15</sup>.

Una vez extraído el colágeno en los Laboratorios del Departamento de Química Analítica de la Universidad de La Laguna, las muestras fueron analizadas en el Instituto Tecnológico y de Energías Renovables de Tenerife (ITER), empleando un Thermo Finnigan Flash EA 1112 Series para medir la concentración elemental de carbono y nitrógeno, y posteriormente un Thermo Finnigan MAT253 IRMS para medir las ratios isotópicas de <sup>13</sup>C y <sup>15</sup>C. Para garantizar la fiabilidad de las muestras, se emplearon tres estándares de calibrado, USGS62, USGS63 e IAEA-600, obteniéndose un error estándar de medición de  $\pm 0,2\%$ . Para la comparativa entre las variables

<sup>15</sup> Este protocolo aparece completamente detallado en la sección 2 de esta tesis doctoral (pág. 71).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

" $\delta^{15}\text{N}$ ", " $\delta^{13}\text{C}$ ", "Grado de Robustez", "Sexo" y "Grado diafisario" se emplearon las pruebas no paramétricas de Mann-Whitney y de Kruskal-Wallis, además de regresiones lineales simples.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ID	Yacimiento	Hueso	Sexo	δC13	δN15	%C	%N	Coll (%)	C/N	Ind Rob	Ind Diaf	Rang Rob	Rang Diaf	Method
CPD9	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-18,9	10,2	40,1	13,0	10,0	3,6	23,7	90,0	3	3	Beaumont (2013)
CPD2	Bco Agua Dios	Tibia Izq	M	-20,3	9,5	39,9	14,3	5,4	3,3	22,8	62,0	2	1	Beaumont (2013)
CPD5	Bco Agua Dios	Tibia Izq	M	-20,4	10,0	39,7	14,9	2,9	3,1	24,2	66,1	3	1	Beaumont (2013)
CP35	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-20,8	8,9	39,6	15,4	3,4	3,0		75,2		2	Beaumont (2013)
CP46	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-20,5	9,3	40,1	13,2	7,1	3,6		74,9		2	Beaumont (2013)
CP67	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-20,5	8,4	39,8	14,7	10,3	3,1	23,3	71,1	3	1	Beaumont (2013)
CP49	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-21,2	9,7	39,4	16,6	6,8	2,9		80,9		3	Beaumont (2013)
CP54	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-20,9	9,2	40,1	13,0	5,0	3,6		65,3		1	Beaumont (2013)
CP69	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-19,7	9,6	39,5	16,2	1,7	2,9		76,7		2	Beaumont (2013)
CPD7	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-24,7	9,2	40,7	10,5	3,1	4,5	20,0	68,8	1	1	Beaumont (2013)
CPD12	Bco Agua Dios	Tibia Izq	M	-21,1	8,8	39,8	14,3	6,1	3,2		70,5		1	Beaumont (2013)
CP34	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-20,9	7,6	39,9	14,3	3,8	3,3		79,7		2	Beaumont (2013)
CP42	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-20,8	8,9	39,8	14,4	4,6	3,2	21,2	66,3	1	1	Beaumont (2013)
CP36	Bco Agua Dios	Tibia Izq	M	-21,0	9,0	39,8	14,6	7,6	3,2		73,6		2	Beaumont (2013)
CP38	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-20,4	9,4	39,8	14,6	3,9	3,2		66,1		1	Beaumont (2013)
CPD10	Bco Agua Dios	Tibia Izq	M	-20,8	9,5	39,7	15,0	14,9	3,1	21,1	70,4	1	2	Beaumont (2013)
CP65	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-20,9	9,6	39,8	14,3	6,8	3,2		63,9		1	Beaumont (2013)
CPD3	Bco Agua Dios	Tibia Izq	M	-19,8	10,0	39,9	14,1	4,1	3,3	23,7	67,8	2	1	Beaumont (2013)
CP35/58	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-20,4	9,7	39,8	14,6	3,8	3,2	22,5	77,5	2	2	Beaumont (2013)
CP47	Bco Agua Dios	Tibia Izq	M	-20,2	9,0	39,8	14,3	4,1	3,2		64,9		1	Beaumont (2013)
CP51	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-21,0	9,3	39,4	16,5	4,3	3,2		71,2		1	Beaumont (2013)
CP33	Bco Agua Dios	Tibia Izq	M	-20,5	9,7	39,8	14,7	8,0	3,0	23,8	70,4	3	1	Beaumont (2013)
CP53	Bco Agua Dios	Tibia Izq	H	-21,8	10,3	39,4	16,5	5,1	2,9		73,4		2	Beaumont (2013)

Tabla V.2: Datos de isótopos estables, criterios de calidad e índices de robustez y diafisisario cnémico de la muestra del Barranco del Agua de Dios.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**V.6 Resultados:**

Tan solo una de las muestras proporcionó una cantidad de nitrógeno (N%) y una ratio de Carbono/Nitrógeno que consideramos no fiable (CPD7, N% = 10,5, C:N = 4,5). Esta muestra queda, por lo tanto, descartada de nuestro estudio, ya que no corresponde con los rangos propuestos por Niro *et al.* (Niro *et al.*, 1985; Niro y Schoeninger, 1983) y posteriores estudios (Harbeck y Grupe, 2009).

El resto de las muestras analizadas (n=22) fue considerado válido para realizar una interpretación sobre paleodieta. Las medias de los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  es de  $9,3 \pm 0,61$ , y la media de los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  es de  $-20,6 \pm 0,59$ . Estos valores corresponden a una población que tendría un consumo de proteínas principalmente terrestres, y de elementos vegetales de tipo  $\text{C}_3$ , como hemos visto ya anteriormente en la mayoría de las muestras de Canarias. Estas medias, sin embargo, son algo diferentes, los valores de nitrógeno son ligeramente más bajos que en el resto de los grupos estudiados, y los de carbono tienden también a ser “más negativos”, las implicaciones de esto serán estudiadas en el capítulo destinado a la comparativa entre islas.

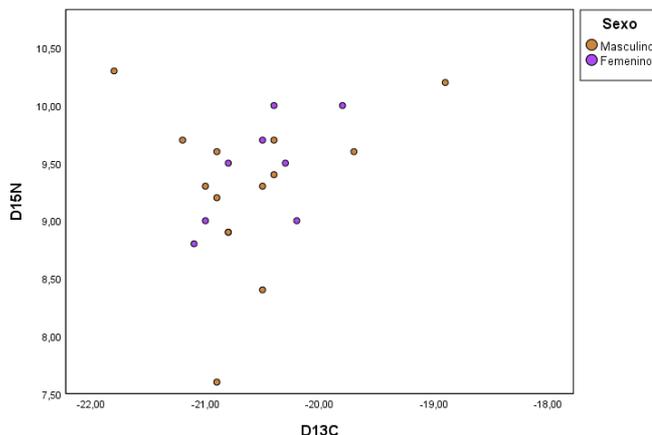


Figura V.2: Diagrama de dispersión entre los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de la muestra estudiada.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

V.6.1 Comparativa por sexos:

En primer lugar, se realizó fue una prueba de Mann Whitney entre los dos índices antropométricos y el sexo de los individuos.

Sex	Ind Rob			Ind Diaf		
	Cases	Mean	St dev	Cases	Mean	St dev
Male	4	22,7	1,08	14	73,7	7,20
Female	5	23,1	1,23	8	68,2	3,73
Mann-W (U)	Z	p-val		Z	p-val	
	-0,86	0,389		-1,98	0,048	

**Tabla V.3:** Test no paramétrico de Mann-Whitney entre los índices antropométricos por sexo de la muestra estudiada.

El primer elemento a tener en cuenta en esta comparativa es la relativa escasez de casos para los índices de robustez, debido a que el cálculo del índice de robustez se realiza sobre el hueso completo, y el estado de preservación de las tibias presentaba un alto grado de fragmentación ósea, por lo que estadísticamente hablando no disponemos de un número de casos fiable, las medias de los índices de robustez son , además, muy similares, por lo que la diferencia entre ambos sexos no es significativa.

Sin embargo, al observar las medias de los índices diafisarios podemos comprobar como hay grandes diferencias entre los valores de la población masculina y femenina. No solo esto, sino que además, las diferencias de valores dentro de cada grupo también son muy acusadas, con una desviación estándar de 7,2 en el caso de la población masculina. Esta diferencia si resulta significativa, siendo, de promedio, los índices diafisarios de los hombres mucho más acusados que los de las mujeres, concentrando además la población femenina los índices más bajos.

En el siguiente diagrama de caja y barras podemos observar las diferencias entre índices diafisarios y sexos:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

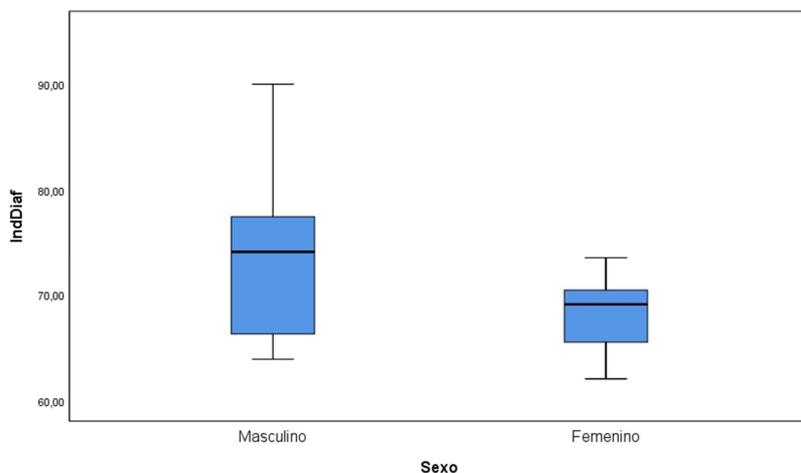


Figura V.3: Diagrama de caja y barras entre el índice diafisario por sexos de la muestra estudiada.

Como podemos observar, los valores diafisarios masculinos tienden a ser más altos que los femeninos, aunque es cierto que esto se debe a la presencia de dos datos “extremos” en la población masculina, en concreto, los índices de CPD9 y CP49, que presentan valores mucho más altos que los de la media poblacional.

A la hora de evaluar las diferencias entre ambos sexos según los isótopos estudiados se realizó una prueba de U Mann Whitney fue también realizado para observar, ya hemos visto como, para el caso de La Gomera, la dieta de la población masculina no difería de la dieta de la población femenina, aunque debemos de tener en cuenta que, tanto para la población sexada de La Gomera como para esta población estudiada, el número muestral es muy bajo.

Sex	Cases	$\delta^{13}C$ Mean	St dev	Cases	$\delta^{15}N$ Mean	St dev
Male	14	-20,6	0,69	14	9,3	0,70
Female	8	-20,5	0,44	8	9,4	0,46
Mann-W (U)	Z	p-val		Z	p-val	
	-0,79	0,430		-0,34	0,732	

Tabla V.4: Prueba no paramétrica de Mann-Whitney entre los datos isotópicos y el sexo de la muestra.

Como podemos comprobar, ni los datos de carbono ni los de nitrógeno resultan significativamente diferentes, y tanto las medias como las desviaciones típicas de toda la población estudiada se asemejan hasta el primer decimal, por lo que podemos asumir que no hay diferencia en el patrón dietético de la población inhumada en el Barranco del Agua de Dios según sexos.

V.6.2 Comparativa entre los datos antropométricos y los isótopos estables:

El haber seleccionado el mismo tipo de hueso (la tibia), y haber realizado mediciones osteométricas sobre él, nos permite establecer esta relación, que, de contar con una muestra en diferentes partes anatómicas (como ocurría con La Gomera), no podríamos realizar, y esta es la comparativa entre los diferentes grados relacionados con el desarrollo esquelético y la información obtenida mediante el análisis de isótopos estables. Este procedimiento nos permitirá establecer nuevas si existía relación la relación entre dieta y desarrollo esquelético, y también, sobre dieta y actividad física, ya que el índice diafisario cnémico en la tibia depende en gran medida de la actividad realizada con las extremidades inferiores.

Como mencionábamos anteriormente, para realizar una prueba no paramétrica, dividimos los índices de robustez en dos grupos y el índice diafisario en tres grupos, como se puede ver en la tabla que contiene toda la información antropométrica e isotópica. El tercer grupo del índice diafisario tan solo contiene los dos individuos con valores anómalos, que están muy por encima de los valores típicos del resto de individuos.

En primer lugar, realizamos una prueba de Mann-Whitney entre los dos grados de robustez identificados y los isótopos de carbono y nitrógeno:

GradRob	$\delta^{13}C$			$\delta^{15}N$		
	Cases	Mean	St dev	Cases	Mean	St dev
1	4	-20,6	0,26	4	9,4	0,35
2	5	-20,0	0,69	5	9,7	0,73
Mann-W (U)	Z	p-val		Z	p-val	
	-1,12	0,264		-1,36	0,172	

**Tabla V.5:** Prueba no paramétrica de Mann-Whitney entre los datos isotópicos y la robustez de la muestra.

De nuevo, como sucedería en la comparativa por sexos, nuestra muestra de individuos de los que se ha podido obtener el índice de robustez es muy pequeña, por lo que hay que tener en cuenta que los resultados estarán condicionados por este pequeño tamaño muestral.

Tras esta comprobación, se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con los tres grupos del índice diafisario cnémico:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

GradDiaf	$\delta^{13}\text{C}$		$\delta^{15}\text{N}$			
	Cases	Mean	St dev	Cases	Mean	St dev
1	12	-20,6	0,38	12	9,3	0,49
2	8	-20,7	0,60	8	9,2	0,79
3	2	-20,1	1,63	2	10,0	0,35
Kruskall-W (H)	H	p-val		H	p-val	
	0,43	0,808		2,96	0,227	

**Tabla V.6:** Prueba no paramétrica de Kruskall-Wallis entre los datos isotópicos y los grados de índice diafisario de la muestra.

Como podemos ver, la prueba de Kruskall Wallis para los tres subgrupos no resulta tampoco significativamente diferente en el intervalo de confianza del 95% ( $p < 0,05$ ). Es decir, no existen, en principio, diferencias isotópicas entre los diferentes grados de índice diafisario.

Entonces ¿Significa esto que ninguno de los dos elementos osteométricos se correlaciona con los datos isotópicos?

V.6.3 Comparativa entre datos osteométricos e isótopos estables mediante regresiones lineales:

Para aclarar la disyuntiva entre la relación de los elementos osteométricos con los datos de los isótopos estables se decidió establecer un último análisis estadístico mediante la comparación de variables mediante regresiones lineales.

Una regresión lineal es una ecuación que comprueba la dependencia entre una variable (denominada variable dependiente) y una o más variables independientes. El objetivo de esta operación es comprobar, con un intervalo de confianza (o valor “p”) del 95% si el comportamiento de una variable es dependiente de otra u otras. Esta regresión no implica tampoco relaciones causa-efecto, pero, de resultar un intervalo de confianza aceptable ( $p < 0,05$ ) podríamos realizar algunas apreciaciones sobre el posible impacto de la dieta sobre los índices osteométricos.

El análisis de regresión lineal se realizó empleando el software SPSS statistics 25.0, se realizaron regresiones tomando como variables dependientes el índice de robustez y el índice diafisario, y como variables independientes los valores de  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  y “ $\delta^{13}\text{C} + \delta^{15}\text{N}$ ”, en caso de que la combinación de ambas variables pudiese ser un factor de dependencia para las variables osteométricas.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Dep/Indep	$\delta^{13}C$		$\delta^{15}N$		$\delta^{13}C+\delta^{15}N$	
	R2	p	R2	p	R2	p
IndRob	0,29	0,14	0,19	0,23	0,31	0,33
InDiaf	0,06	0,26	0,00	0,84	0,06	0,53

**Tabla V.7:** Regresión lineal (R2) y grados de dependencia entre los valores isotópicos y los datos antropométricos.

Como se puede observar, no existe un nivel de significación menor o igual a  $p=0,05$ , por lo que rechazamos la hipótesis de que las variables “Índice de Robustez” o “Índice Diafisario” sean dependientes de las variables  $\delta^{13}C$ ,  $\delta^{15}N$  o “ $\delta^{13}C+\delta^{15}N$ ”. Es decir, que no existe dependencia entre los datos osteométricos y las variables isotópicas, con lo cual podemos afirmar que la dieta de la población aborigen sepultada en el Barranco del agua de Dios influyó su desarrollo esquelético, bien en cuanto a los niveles de robustez general, bien en el grado de aplastamiento tibial.

#### **V.7 Valoración de los Resultados:**

Los datos de isótopos estables concuerdan con la información presentada en el resto de las secciones de esta tesis doctoral, la población aborigen del Barranco del agua de Dios tenía un patrón de dieta muy similar al de otras poblaciones de las islas occidentales. Los datos de carbono nos muestran una dieta vegetal basada mayormente en elementos  $C_3$ , que provendrían mayormente del elemento  $C_3$  disponible más abundante, que es, posiblemente la cebada, presente en otros yacimientos estudiados de Tenerife. No disponemos de pruebas carpológicas de restos de cebada en los contextos habitacionales del Barranco del Agua de Dios, pero yacimientos como Los Cabezazos coinciden en cuanto a ubicación (en el tracto medio del barranco), y registro arqueológico (elementos de molturación y fauna doméstica), por lo que no resulta descabellado asumir (especialmente mediante la presencia de molinos), que debió ser consumido algún tipo de grano.

Además, esta dieta estaría complementada por otro tipo de elementos de tipo silvestre, que posiblemente serían recogidos en las inmediaciones de la zona controlada por este grupo de población, como ocurre en otros yacimientos estudiados de medianías en el norte de la isla (del Arco et al., 2000).

Ahora bien, existe una consideración para tener en cuenta sobre el aporte animal de la dieta. Los valores de nitrógeno nos muestran un grupo dependiente casi exclusivamente de los elementos terrestres, con poca predominancia de elementos marinos. Al menos, elementos

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

marinos como los peces, que tienen unos niveles más altos de nitrógeno, como se puede ver en otras publicaciones isotópicas al respecto (Standen et al., 2020).

Esto nos lleva a realizar dos hipótesis al respecto, la primera gira en torno a la posibilidad de que, siendo un grupo asentado en las medianías y con un acceso relativamente fácil al litoral (dado por la propia orografía del barranco), este grupo poblacional no consumiese elementos marinos regularmente ni dependiese de ellos para su subsistencia. Como ya mencionase Larry Tieszen con anterioridad sobre la dieta de los aborígenes de canarias, que, según él, no incorporaría elementos marinos (Tieszen et al., 1995).

La otra posibilidad radica en que el elemento marino consumido de forma primaria sea el malacológico, que sabemos es un bien aprovechado ampliamente, no solo en toda canarias (Mesa Hernández et al., 2010), sino también en Tenerife, como evidencian los numerosos concheros y la variedad de especies que resultan consumidas en ellos (Mesa Hernández, 2016). Los valores isotópicos de los recursos malacológicos, sin embargo, no superan valores de  $\delta^{15}\text{N}$  4-5 ‰, como se puede observar en los estudios sobre posibles elementos consumidos (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010), esto es debido a que los moluscos ocupan los niveles inferiores de la cadena trófica marina, y los valores de nitrógeno, como ya hemos visto, son dependientes de la posición trófica del individuo. Por tanto, existe también la posibilidad que este grupo consuma, además de proteína terrestre, una cantidad indeterminada de aporte marino, principalmente malacológico, y este no quede reflejado en los análisis isotópicos debido a la “superposición” de los valores de la proteína terrestre.

Sin embargo, de consumir elementos marinos habitualmente, veríamos una ligera huella también en los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  de la población humana, debido a que también el carbono de los elementos animales consumidos se traslada a la huella de carbono de los consumidores. Las poblaciones con dieta marina suelen tener valores “poco negativos” de carbono (Salazar-García et al., 2014), cosa que no ocurre con esta población estudiada, por lo que la posibilidad de una ausencia, o una “no recurrencia” en elementos marinos se hace más viable con esta información.

Independientemente del tipo de elementos consumidos, parece no haber diferencia entre el consumo masculino y el femenino, como hemos visto en la prueba de Mann-Whitney, los datos isotópicos no tienen diferencia significativa con respecto al sexo.

De los dos marcadores osteométricos analizados en las tibias que componen esta muestra, uno de ellos, la robustez, no tiene diferencia estadística por sexos, que puede estar relacionado con el pequeño tamaño de la muestra, o deberse a las propias condiciones

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

morfológicas de la población aborígen, en el que los niveles de robustez no diferían sexualmente.

Sin embargo, encontramos un mayor grado de actividad tibial, representada por el índice diafisario cnémico, en los hombres que en las mujeres, dos individuos masculinos de la muestra además tienen valores hipertróficos, muy por encima de la media poblacional. Esto nos sugiere una mayor actividad física en las extremidades inferiores en los hombres que en las mujeres, quizás, provocada por la exclusividad masculina de actividades que requieran de una movilidad constante y de largo recorrido, como puede ser el pastoreo de alta montaña.

Ahora bien, estos dos desarrollos no parecen estar vinculados con la dieta de las personas, el estudio comparativo entre ambos isótopos y los grados de robustez, y los grados diafisarios no ha resultado en diferencias significativas, por lo que, en principio, descartamos una vinculación entre, por ejemplo, el consumo de proteínas (expresado en los valores de nitrógeno), y una mayor robustez.

Es cierto, no obstante, que en el caso de la robustez existe una tendencia a encontrar valores de robustez más altos conforme encontramos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  más altos, aunque no es ni estadísticamente significativo ni depende una variable de la otra.

#### **V.8 El Estudio isotópico de la Dentina Incremental de los restos funerarios de Las Cañadas del Teide:**

El área central de la isla de Tenerife es una meseta volcánica de 189.9 km<sup>2</sup> que recibe el nombre de Las Cañadas del Teide. El espacio que conocemos hoy como el Las Cañadas del Teide fue habitado por los aborígenes, constatándose como enclave funerario desde fechas muy tempranas, en los siglos V-VII (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017b). Esta importante ocupación guanche en la zona central de la isla quedó constatada ya en los estudios iniciados por Luis Diego Cuscoy, que fue además el que planteó que se trataba de una ocupación estacional para explotar los pastos de alta montaña durante el verano (Diego Cuscoy, 2008).

Además de su uso para el pastoreo, propuesto por Diego Cuscoy, la alta montaña de Tenerife fue empleada también por la sociedad aborígen como una zona de aprovechamiento de materias primas de rocas vacuolares para la elaboración de elementos de molturación del grano, habiéndose localizado varias canteras y talleres en diferentes zonas de Las Cañadas (Arnay-de-la-Rosa et al., 2019a). El espacio de Las Cañadas del Teide se utilizó de forma estacional por los diversos grupos humanos que acudieron al territorio para realizar estas actividades, estos grupos empleaban construcciones de planta circular hechas de piedra seca

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

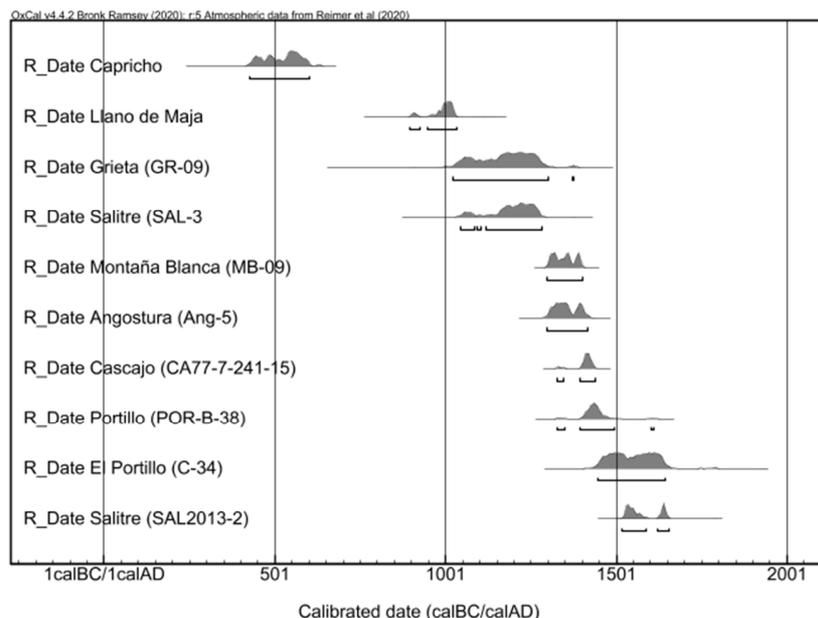
Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

para habitar en los momentos de ocupación de diferentes espacios (Arnay-de-la-Rosa et al., 2019b), donde además consumían los propios elementos del ganado, como evidencia la presencia de restos de ovicápridos en los complejos habitacionales, además de consumir elementos sin duda traídos de zonas de habitación en cotas más bajas, como la cebada (*Hordeum vulgare*) y el mocán (*Visena mocanera*), que proviene de la zona de bosque termófilo o laurisilva (Morales Mateos et al., 2021). Los guanches empleaban además diferentes caminos y sendas aprovechables no solo durante la actividad pastoril, sino también para la captación de recursos (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017c).

Las dataciones radiocarbónicas desvelan que Las Cañadas del Teide fue una de las áreas donde la población autóctona sobrevivió durante algún tiempo después de la conquista, como evidencian las dataciones radiocarbónicas realizadas en restos antropológicos (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017b). Estos restos antropológicos se encuentran dispersos por toda la zona de Las Cañadas del Teide, ubicados en cuevas funerarias que suelen ser seleccionada según existan en ellas depósitos de Natrón, que es un desecante natural que ayudaría a preservar los cuerpos depositados en ellas (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017a).



**Figura V.4:** Curvas de calibrado de los enterramientos humanos en Las Cañadas del Teide según las dataciones realizadas en Arnay et.al, (2011) y (2017).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Los depósitos funerarios de la Alta Montaña siguen una tipología muy similar a los enterramientos en el resto de Tenerife, y consisten en la deposición del cuerpo, a veces envuelto en pieles, en el interior de cuevas ubicadas en las laderas de las montañas. La condición de la Alta Montaña como lugar de enterramiento fue mencionada por vez primera por Gaspar Frutuoso, de quien nos llega la siguiente cita:

*“en las cumbres más altas hay otras cuevas y cavernas donde los guanches sepultaban a sus muertos (...) los embalsamaban con grasa de ganado menor (...) y los curaban al sol y al aire; los vestían con pieles curtidas, y los metían en aquellas cuevas que se encontraban en las partes altas (...) que no pudiese acceder nadie”*. (Frutuoso, 2004).

Se conocen diversas cuevas de enterramiento, catalogadas por Luis Diego Cuscoy durante sus trabajos arqueológicos, y estas tienen diversos tamaños y condiciones, las cuevas de El Salitre y El Llano de Maja, por ejemplo, han sido propuestas como grandes necrópolis de enterramientos colectivos, mientras que existen otro tipo de enclaves funerarios de menor tamaño, que cuentan con pocos individuos, como las cuevas de El Portillo, La Grieta o La Angostura, entre otras.

Las dataciones de estos individuos, con la excepción de un individuo, datado en torno a los siglos V-VI, muestran que el uso de estas cuevas funerarias fue particularmente prominente a partir del siglo XII después de Cristo, hasta pasado el siglo XVI, ya habiendo pasado más de un centenar de años desde que finalizara la conquista europea de las islas.

Como resulta ya habitual en la realidad funeraria de las Islas Canarias, encontrar a los individuos en buen estado de conservación no es lo habitual, y gran parte de los individuos que se han recuperado en los contextos de Las Cañadas se encuentran desarticulados e incompletos (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017b). Sin embargo, se han podido realizar estudios tanto osteométricos como analíticos (Ordoñez et al., 2013), fundamentalmente aquellos destinados al estudio de paleodieta (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011) y estudios genéticos (Fregel et al., 2019; Ordoñez et al., 2015).

#### V.8.1 Las cuevas funerarias analizadas en este estudio:

Para el estudio de paleodieta de los individuos inhumados en Las Cañadas del Teide por medio de la dentina incremental, hemos contado con seis muestras de dientes molares de diversos yacimientos funerarios de Las Cañadas del Teide:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

*El Portillo:*

La Cueva de El Portillo está situada en un afloramiento rocoso natural entre el Centro de Visitantes de El Parque Nacional de Las Cañadas del Teide y la corona forestal. Este yacimiento es descubierto en la década de los 50 por Telesforo Bravo. Sin embargo, es Matilde Arnay de La Rosa quien interviene en 1979 y recupera los 4 individuos depositados en dicha cueva, 2 de sexo masculino, y 2 de sexo femenino. Estos restos están datados con fechas posteriores a la conquista (1326-1610 Cal ANE, y 1446-1645 Cal ANE).

*El Salitre:*

Una de las muestras proviene de La Cueva de El Salitre, una de las grandes necrópolis de Las Cañadas, en la que Luis Diego Cuscoy contabilizó un número mínimo de 20 individuos exhumados. La Cueva de El Salitre fue descubierta en el siglo XIX, aunque no sería documentada hasta bien entrado el siglo XX por Luis Diego Cuscoy, quién además de documentarla en 1945 retirará parte de los restos humanos y sus materiales asociados, que son tanto pieles de animales envueltas para recubrir los cuerpos, como diversas maderas de especies vegetales como la sabina o la retama (Álvarez Delgado, 1947). De esta cueva funeraria se obtienen dos fechas (1045-1282 Cal ANE, y 1517-1656 Cal ANE) que identifican el uso de esta cueva tanto anterior como posterior a la conquista de Canarias.

*La Angostura:*

Dos individuos estudiados proceden de esta cueva. La Cueva de La Angostura se encuentra en un afloramiento rocoso próximo a la ruta que hoy es conocida como La Ruta de Las Siete Cañadas, una vía de paso que recorre la margen interna este de Las Cañadas del Teide, desde el inicio del Parque Nacional hasta la Montaña de Guajara. Esta vía fue utilizada tanto por pastores tradicionales hasta mediados del siglo XX, como por los antiguos pobladores de Tenerife, como evidencian las zonas de habitación y las diversas cuevas funerarias diseminadas por la zona. Esta cueva tiene una datación de 1298 – 1425 cal ANE.

*Roque Blanco:*

La Cueva de Roque Blanco no se encuentra estrictamente dentro de los límites de Las Cañadas del Teide, aunque esta cueva es vinculada por Luis Diego Cuscoy al pastoreo de alta montaña, y documentada como tal en sus investigaciones arqueológicas (Álvarez Delgado, 1947). Diego Cuscoy obtiene dos fechas radiocarbónicas (1230 – 1430 cal ANE y 1221 – 1633 cal ANE) (Diego Cuscoy, 2008). De esta cueva se obtienen dos muestras para dentina incremental de dos individuos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

#### **V.9 El estudio de la Dentina Incremental:**

El estudio isotópico de carbono y nitrógeno en el colágeno del hueso nos permite conocer la dieta de un individuo en los últimos años de su vida. Como ya hemos explicado anteriormente, esto se debe a los procesos de remodelación del hueso, que tarda entre unos 7-10 años en renovar toda su matriz. Por ello, cuando analizamos el colágeno de los huesos largos de un individuo, estamos limitados a obtener datos de su dieta durante el periodo de remodelación del hueso (Hedges et al., 2007). Para estudiar procesos como el destete o los cambios de dieta entre infantiles y adultos, se han empleado también los estudios de carbono y nitrógeno, contando con muestras infantiles y adultas, para estudiar el “salto trófico” que hay entre las madres que lactan (proteína consumida) y los niños que consumen esta leche materna (consumidores de proteína) (Millard, 2000). Sin embargo, este tipo de estudios plantea problemas de representatividad, ya que, por lo general, la infancia es un proceso de cambios físicos y fisiológicos, que alteran la signatura isotópica de los niños durante momentos determinados (como los diferentes estados del crecimiento), y sabemos, gracias a estudios con muestras modernas, que los cambios metabólicos alteran los datos isotópicos de los seres vivos (Fuller et al., 2005), por lo que el colágeno del hueso no es la herramienta ideal para estudiar momentos concretos de la vida de un individuo, ya que representa un conjunto (“bulk”) de la dieta de los últimos años de vida (Beaumont, 2020).

Se pueden, sin embargo, emplear otros tejidos, como pelo y uñas. Estos tejidos pueden proporcionar datos isotópicos concerniente a momentos temporales menores, de semanas o meses antes del fallecimiento del individuo en estudio (Sealy et al., 1995). Quizás más interesante aún resulte el estudio isotópico de la dentina, ya que, al formarse en los estados iniciales del desarrollo del individuo, su signatura isotópica será la de la dieta de ese individuo durante el proceso formativo de este tejido. Esto es debido a que la dentina, al estar recubierta por el esmalte dentario, no se remodela (Hillson, 2005), por lo que observando los isótopos de la dentina de un individuo, obtendremos los datos de paleodieta de sus primeros años de vida (Beaumont et al., 2014).

Sin embargo, aún se puede ser más preciso con esta información. Sabemos hoy que la dentina se forma y mineraliza en una ratio constante (Dean y Scandrett, 1995), creándose un milímetro de tejido por cada año de vida del individuo<sup>16</sup>, esto hace que, de poder obtener suficiente materia orgánica en buen estado en una sección de dentina de un milímetro, podamos

<sup>16</sup> Como podemos observar en obras que estudien el crecimiento de los dientes, como en Hillson, (2005), no es una ratio completamente normalizada, pudiendo desarrollarse un milímetro de tejido entre 9 – 12 meses de promedio.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

obtener una signatura isotópica con un nivel de resolución de (aproximadamente) un año, nos diese la información de la dieta de cada año.

Los dientes permanentes se encuentran ya presentes dentro de la mandíbula y el maxilar tras finalizar el periodo embrionario de un ser humano, el primer elemento al formarse, durante el año “cero” de la vida de una persona es la cúspide del primer molar (Hillson, 2005).

Los primeros estudios realizados sobre secciones de dentina no lograban tener una resolución anual, debido a las dificultades inherentes de extraer la materia orgánica de una fracción ósea tan pequeña, aunque sirvieron para establecer que resultaba viable estudiar los incrementos en la dentina (Eerkens et al., 2011; Fuller et al., 2003). En 2013, por medio de un esfuerzo colaborativo entre la Dra Julia Beaumont y la Dra Janet Montgomery se desarrolló un método de extracción secuencial de la dentina que permite obtener materia orgánica de una sección de un milímetro de un diente, y con ello, seccionar una pieza molar milímetro a milímetro para analizar la signatura isotópica de cada uno de los años de vida del individuo, que a su vez, reflejan la dieta del individuo en sus primeros años de vida (Beaumont et al., 2013b).

Este método resulta muy útil para observar cambios de dieta durante el periodo formativo, y reconocer posibles momentos de cambio, como el destete, o periodos de estrés alimenticio. A partir de aquí se ha desarrollado una línea de investigación que, si bien tiene el inconveniente de resultar muy trabajosa, proporciona datos que pueden reconstruir los modos de vida de un individuo durante sus primeros años de vida, lo cual, combinado con el colágeno en el hueso cortical, permite comparaciones entre los primeros y los últimos momentos de su vida. (Beaumont et al., 2015, 2013a; Beaumont y Montgomery, J., 2016).

Sin embargo, es necesario saber que diente se emplea, y que momento de vida representa cada incremento, por lo general, la dentición tiene un ritmo de crecimiento constante, pero cada diente se desarrolla en un momento diferente de la infancia, de modo que, si escogemos un primer molar (M1), veremos el desarrollo de vida desde un hipotético año “cero” (ya que la cúspide comienza a desarrollarse a la mitad del primer año de vida), mientras que, si escogemos un segundo molar (M2), estaremos registrando la dentina a partir del segundo año y medio de vida, dado que se comienza a formar a partir de esta edad (Beaumont y Montgomery, 2015).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

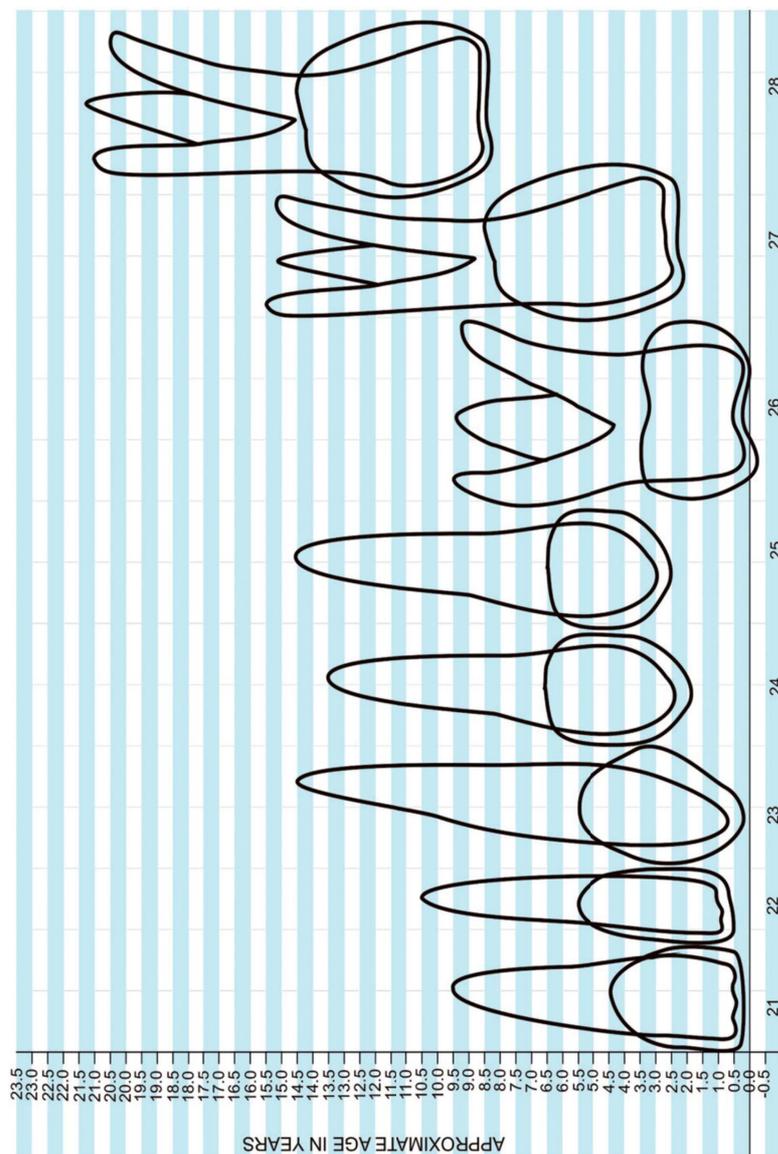


Figura V.5: Diagrama de crecimiento dental (Beaumont et al. 2015b).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865      Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

V.9.1 Material y Metodo:

Durante el desarrollo de esta tesis doctoral se llevó a cabo una estancia internacional mediante el programa Erasmus+ de la Universidad de La Laguna. Dicha estancia tendía como objetivo aprender la metodología empleada por la Dra. Julia Beaumont para realizar los análisis de dentina incremental y aplicarla a diferentes piezas dentales de individuos depositados en cuevas de las Cañadas del Teide, recuperados bien durante los trabajos de Luis Diego Cuscoy, o durante las campañas arqueológicas realizadas por Matilde Aray y su equipo. La estancia se realizó en la Universidad de Bradford, en Reino Unido, y bajo la tutela de la Dra. Beaumont.

Sample Name	ID	Nº Museo	Site
Cráneo Cañadas (Cortical)	TEN-01	Cranium -Cañadas	EL Portillo
SAL-1 (Cortical)	TEN-02	Salitre-1	El Salitre
ANGOSTURA-2 (Cortical)	TEN-03	Angostura - 02	La Angostura
ANGOSTURA-3 (Cortical)	TEN-04	Angostura - 03	La Angostura
925 (Cortical)	TEN-05	M-925	Roque Blanco
926 (Cortical)	TEN-06	M-926	Roque Blanco
Cráneo Cañadas (M2 Izq)	TEN-07	Cranium -Cañadas	EL Portillo
SAL-1 (M2 Derecho)	TEN-08	Salitre-1	El Salitre
ANGOSTURA-2 (1M Derecho)	TEN-09	Angostura - 02	La Angostura
ANGOSTURA-3 (M2 Derecho)	TEN-10	Angostura - 03	La Angostura
925 (M1 Derecho)	TEN-11	M-925	Roque Blanco
926 (M2 Derecho)	TEN-12	M-926	Roque Blanco

**Tabla V.8:** Muestras de hueso cortical y dientes de Las Cañadas del Teide.

Se escogieron seis muestras de molares de diferentes cráneos masculinos de las Cañadas del Teide, y un fragmento de hueso cortical del mismo cráneo/mandíbula. Los individuos provienen de diferentes contextos de cuevas sepulcrales ubicadas en el Parque Nacional, cuatro de estos restos se encontraban disponibles en el Laboratorio de Arqueología y Prehistoria de la Universidad de La Laguna, dos muestras, sin embargo, fueron obtenidas en el Museo de la Naturaleza y la Arqueología tras una solicitud a la Dirección General de Patrimonio.

El sexo de los individuos muestreados fue establecido usando criterios morfométricos básicos publicados por Jane Buikstra y Ubelaker (Buikstra y Ubelaker, 1994), aunque, dado que en tres ocasiones se escogieron mandíbulas sin cráneo asociado (SAL-01, ANGOSTURA-2, ANGOSTURA-3) se emplearon los criterios morfométricos aplicables a esta región anatómica. Siendo estos principalmente la morfología del arco mandibular, y el gonio.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Para las tres muestras obtenidas de cráneos completos (925, 926, Cráneo-Portillo) se determinó el sexo mediante la combinación de la cresta nupal, el proceso mastoideo, el margen supraorbital y la prominencia del mentón (Buikstra y Ubelaker, 1994).

Idealmente, la muestra más indicada para realizar el análisis de dentina incremental es el primer molar (M1), sin embargo, debemos tener en cuenta el estado de conservación de los dientes de los aborígenes, o incluso la ausencia de muchas piezas dentales, ya sea por caídas ante o postmortem. En la muestra escogida se recurrió en cuatro ocasiones a utilizar el segundo molar (M2).

Los dientes fueron extraídos de cada una de las mandíbulas en el Laboratorio de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de La Laguna mediante el empleo de una multiherramienta con cabezales intercambiables. Una micro hoja radial fue empleada para realizar incisiones en torno a la raíz del molar, y un bisturí para retirar el diente completo sin dañar la mandíbula en exceso.



**Figura V.6:** Extracción de una pieza dental de una mandíbula.

Las muestras dentales fueron trasladadas al Laboratorio de Bioantropología de la Universidad de Bradford, donde se realizó un corte en diagonal con una multiherramienta en cada diente, con el propósito de obtener una sección longitudinal de una corona hasta la raíz, para no destruir el diente en su totalidad, ya que tan solo hace falta tomar una sección longitudinal de todo el diente.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

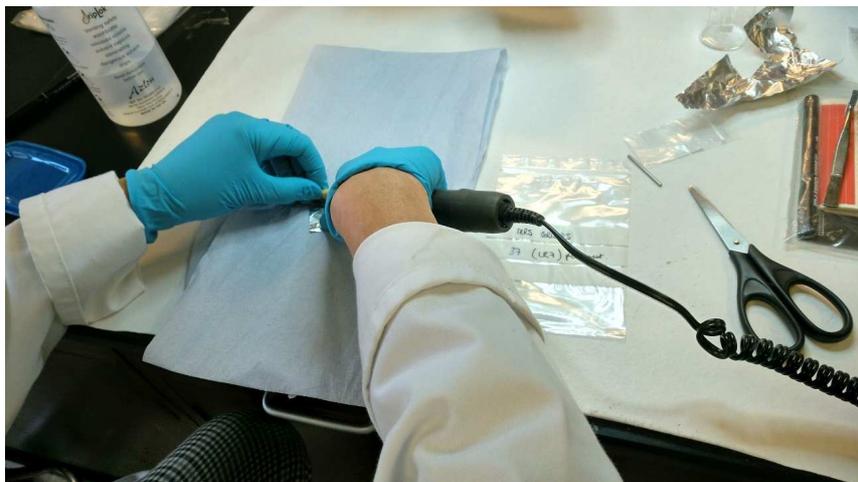


Figura V.7: Imagen de la Dra. Beaumont realizando una sección en el diente con una multiherramienta.

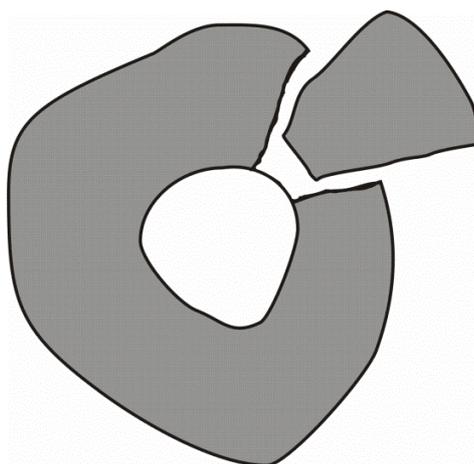


Figura V.8: Diagrama de una sección ideal desde una vista cenital. Beaumont et al., (2014).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

#### V.9.2 Tratamiento de muestras:

El procedimiento de extracción del hueso cortical fue supervisado por la Dra Beaumont, y estuvo basado en el método desarrollado por su equipo en 2013 (Beaumont et al., 2013b), y que se había empleado anteriormente durante la experimentación de esta tesis doctoral para las muestras de La Palma y La Gomera<sup>17</sup>, aunque, en esta ocasión, contó con la supervisión directa de la autora de este método.

Sin embargo, para la extracción de dentina y las secciones transversales de cada uno de los dientes, se empleó un método específico, también supervisado por la Dra. Beaumont, basado en el protocolo de demineralización de Kirsanow (Kirsanow et al., 2008).

Para que se puedan realizar cortes transversales en el diente de forma milimétrica, es preciso que previamente estos dientes deben estar completamente desmineralizados. Cada uno de los fragmentos de diente fue introducido en un tubo de 10ml de HCL a 0.5M durante tres semanas, a temperatura de 7 grados centígrados en una nevera de laboratorio. El ácido fue cambiado cada tres días, para acelerar el proceso. Esto provocó que, en un plazo de tres semanas, todas las muestras dentales se encontrasen desmineralizadas, en un estado "gelatinoso", que permitía que fueran cortadas.

Se procedió entonces, en una superficie previamente esterilizada, a cortar transversalmente los dientes milímetro a milímetro, siendo cada una de estas pequeñas secciones introducida en un tubo de plástico de 1ml. A cada una de las secciones de le asignó una nomenclatura de laboratorio consecutiva basada en su ID original (TEN-07.1, TEN-07.2, TEN-07.3, etc.).

Una vez todas las muestras estuvieron en tubos etiquetados, se preparó una solución con agua destilada y HCL 0.5 M, la solución debe tener un Ph entre 2,5-3, para disolver en ella el diente, pero sin eliminar completamente su matriz. Se introdujo la solución en cada uno de los tubos, y se colocaron todos los tubos en placas calóricas a 70 °C, la sección tardó en disolverse aproximadamente entre 36-48 horas.

Las muestras fueron luego centrifugadas y colocadas en un congelador. Finalmente, las muestras congeladas fueron introducidas en un liofilizador, que extrajo toda el agua de las muestras y dejó únicamente la materia orgánica de la dentina.

---

<sup>17</sup> En la sección de método de esta Tesis Doctoral (página 71) se pueden encontrar las especificaciones para la extracción de colágeno en hueso cortical según Beaumont et al, 2013.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Cada una de las muestras de dentina fue pesada e introducida en dos capsulas de estaño, para ser analizadas en el EA-IRMS del Laboratorio de Isotopos estables de la Universidad de Bradford. Diferentes patrones internos del laboratorio cuya composición isotópica ya era previamente conocida fueron empleados entre muestra y muestra para garantizar su calidad de las muestras. Los patrones internos utilizados fueron "Fish-Gel", "BLS", IAEA-600 y CH3-2018, salvo IAEA-600 todos los patrones son patrones internos creados por el laboratorio, y corresponden a los protocolos de calibrado del laboratorio de isótopos estables de la Universidad de Bradford.

#### **V.10 Resultados:**

A continuación se presentan los datos isotópicos de la dentina incremental de las seis muestras empleadas (TEN-07/TEN-12) junto con los datos de isótopos de hueso cortical asociados a cada uno de los dientes (TEN-01/TEN-06). Todas las mediciones isotópicas, tanto en colágeno de hueso cortical como en dentina incremental, rindieron una ratio de C/N entre 2,9-3,6, por lo que se consideran válidas para el estudio según los estándares propuestos al inicio de las investigaciones isotópicas (Niro and Schoeninger, 1983).

#### **TEN-07 (Diente) y TEN-01 (Cortical): Cráneo de El Portillo**

LAB ID	$\delta^{15}\text{N} \text{‰}$	$\delta^{13}\text{C} \text{‰}$	Amt%C	Amt%N	C/N	tooth type
TEN-07-1	11,1	-19,4	40,9	14,7	3,2	M2
TEN-07-2	11,4	-19,5	40,0	14,4	3,2	M2
TEN-07-3	11,2	-19,3	41,5	14,9	3,3	M2
TEN-07-4	10,7	-19,5	40,9	14,8	3,2	M2
TEN-07-5	10,7	-19,8	40,8	14,6	3,3	M2
TEN-07-6	10,6	-20,0	41,6	15,0	3,2	M2
TEN-07-7	10,3	-20,6	41,0	14,9	3,2	M2
TEN-07-8	8,5	-21,1	41,9	15,1	3,2	M2
TEN-07-9	9,1	-20,8	41,4	15,0	3,2	M2
TEN-07-10	9,8	-20,4	40,6	14,7	3,2	M2
TEN-07-11	9,6	-20,5	41,0	14,8	3,2	M2
TEN-07-12	9,9	-20,5	40,9	14,7	3,3	M2
TEN-07-13	10,4	-20,2	40,8	14,7	3,2	M2
TEN-07-14	10,1	-20,2	40,8	14,7	3,2	M2
TEN-07-15	10,1	-20,3	36,2	13,0	3,2	M2
TEN-07-16	10,5	-20,4	41,1	14,7	3,3	M2
Mean Dentine	10,3	-20,2				
Bone (TEN-01)	12,25	-19,42	15,20	-19,70	3,23	

**Tabla VI.9:** Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-07.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

TEN-08 (Diente) y TEN-02 (Cortical): SAL-01, Mandíbula de El Salitre

LAB ID	$\delta^{15}\text{N} \text{‰}$	$\delta^{13}\text{C} \text{‰}$	Amt%C	Amt%N	C/N	tooth type
TEN-08-1	12,4	-19,5	40,7	14,4	3,3	M2
TEN-08-2	12,2	-19,8	41,4	14,8	3,3	M2
TEN-08-3	12,2	-19,7	41,1	14,8	3,2	M2
TEN-08-4	11,0	-20,3	41,3	14,9	3,2	M2
TEN-08-5	9,7	-20,3	42,2	15,1	3,3	M2
TEN-08-6	8,8	-20,3	41,4	15,0	3,2	M2
TEN-08-7	8,8	-20,2	41,9	15,1	3,2	M2
TEN-08-8	9,0	-20,2	40,0	14,3	3,3	M2
TEN-08-9	9,3	-20,1	42,4	15,1	3,3	M2
TEN-08-10	9,3	-20,2	41,4	14,8	3,2	M2
TEN-08-11	9,2	-20,2	42,1	15,1	3,3	M2
TEN-08-12	9,7	-20,0	39,9	14,4	3,2	M2
TEN-08-13	9,4	-20,2	41,4	14,6	3,3	M2
TEN-08-14	9,7	-20,1	40,7	14,6	3,2	M2
TEN-08-15	9,9	-20,1	40,5	14,4	3,3	M2
Mean Dentine	10,0	-20,1				
Bone	9,77	-19,83	41,23	14,99	3,21	

Tabla V.10: Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-08.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

TEN-09 (Diente) y TEN-03 (Cortical): ANGOSTURA-2, Mandíbula de La Angostura.

LAB ID	$\delta^{15}\text{N} \text{‰}$	$\delta^{13}\text{C} \text{‰}$	Amt%C	Amt%N	C/N	tooth type
TEN-09-1	13,4	-19,4	39,8	14,2	3,3	M1
TEN-09-2	12,8	-19,5	41,9	15,0	3,3	M1
TEN-09-3	11,1	-19,7	42,1	15,1	3,3	M1
TEN-09-4	11,2	-19,3	42,7	15,2	3,3	M1
TEN-09-5	11,5	-18,9	41,8	15,1	3,2	M1
TEN-09-6	11,8	-18,9	42,0	14,9	3,3	M1
TEN-09-7	11,8	-19,0	41,9	14,9	3,3	M1
TEN-09-8	11,7	-19,0	42,2	14,9	3,3	M1
TEN-09-9	12,0	-19,1	42,7	15,0	3,3	M1
TEN-09-10	12,2	-19,2	43,0	15,1	3,3	M1
TEN-09-11	12,2	-19,2	42,2	15,0	3,3	M1
TEN-09-12	12,2	-19,1	43,3	15,0	3,4	M1
TEN-09-13	12,1	-19,2	42,7	15,0	3,3	M1
TEN-09-14	12,1	-19,2	43,0	15,1	3,3	M1
TEN-09-15	11,9	-19,1	42,9	15,1	3,3	M1
TEN-09-16	12,4	-19,1	42,6	14,9	3,3	M1
Mean Dentine	12,0	-20,1				
Bone (TEN-03)	11,94	-18,81	42,12	15,25	3,22	

Tabla V.11: Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-09.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

TEN-10 (Diente) y TEN-04 (Cortical): ANGOSTURA-3, Mandíbula de La Angostura.

LAB ID	$\delta^{15}\text{N} \text{‰}$	$\delta^{13}\text{C} \text{‰}$	Amt%C	Amt%N	C/N	tooth type
TEN-10-1	12,8	-19,9	42,1	15,0	3,3	M2
TEN-10-2	12,8	-19,7	43,6	15,3	3,3	M2
TEN-10-3	12,8	-19,7	48,2	17,1	3,3	M2
TEN-10-4	13,3	-19,0	42,6	15,2	3,3	M2
TEN-10-5	12,9	-19,1	42,4	15,2	3,3	M2
TEN-10-6	12,7	-19,0	44,3	15,7	3,3	M2
TEN-10-7	13,0	-18,6	43,5	15,4	3,3	M2
TEN-10-8	13,2	-18,8	43,2	15,5	3,3	M2
TEN-10-9	13,3	-19,0	43,9	15,6	3,3	M2
TEN-10-10	13,4	-18,9	43,8	15,6	3,3	M2
TEN-10-11	13,6	-18,7	42,3	15,0	3,3	M2
TEN-10-12	13,8	-18,8	42,9	15,2	3,3	M2
TEN-10-13	14,0	-18,8	42,7	15,2	3,3	M2
TEN-10-14	13,9	-19,2	43,5	15,4	3,3	M2
TEN-10-15	13,9	-19,3	42,5	14,9	3,3	M2
TEN-10-16	13,9	-19,4	42,3	14,8	3,3	M2
TEN-10-17	13,9	-19,6	43,8	15,2	3,4	M2
TEN-10-18	14,0	-19,7	42,0	14,6	3,4	M2
Mean Dentine	13,4	-19,2				
Bone (TEN-04)	13,18	-19,38	42,67	15,40	3,23	

Tabla V.12: Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-10.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**TEN-11 (Diente) y TEN-05 (Cortical): 925, Cráneo de Roque Blanco.**

LAB ID	$\delta^{15}\text{N} \text{‰}$	$\delta^{13}\text{C} \text{‰}$	Amt%C	Amt%N	C/N	tooth type
TEN-11-1	12,3	-19,1	47,8	16,7	3,4	M1
TEN-11-2	11,4	-19,3	48,4	17,1	3,3	M1
TEN-11-3	13,1	-17,4	49,9	17,7	3,3	M1
TEN-11-4	11,2	-19,1	49,5	17,6	3,3	M1
TEN-11-5	11,3	-19,5	49,1	17,4	3,3	M1
TEN-11-6	11,6	-19,6	48,7	17,3	3,3	M1
TEN-11-7	11,6	-19,6	49,4	17,5	3,3	M1
TEN-11-8	11,7	-19,9	49,3	17,1	3,4	M1
TEN-11-9	11,3	-19,7	48,8	17,1	3,3	M1
TEN-11-10	11,2	-19,5	43,8	15,3	3,3	M1
TEN-11-11	11,5	-19,4	48,6	16,9	3,4	M1
TEN-11-12	11,9	-19,5	49,6	17,1	3,4	M1
Mean Dentine	11,7	-19,3				
Bone (TEN-05)	11,36	-18,89	46,90	17,67	3,09	

**Tabla V.13:** Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-11.

**TEN-12 (Diente) y TEN-06 (Cortical): 926, Cráneo de Roque Blanco**

LAB ID	$\delta^{15}\text{N} \text{‰}$	$\delta^{13}\text{C} \text{‰}$	Amt%C	Amt%N	C/N	tooth type
TEN-12-1	13,9	-20,7	50,1	17,6	3,3	M2
TEN-12-2	12,4	-20,2	50,2	17,7	3,3	M2
TEN-12-3	11,8	-19,8	50,2	17,8	3,3	M2
TEN-12-4	11,5	-19,6	49,8	17,6	3,3	M2
TEN-12-5	11,3	-19,7	49,7	17,6	3,3	M2
TEN-12-6	10,6	-20,2	49,9	17,6	3,3	M2
TEN-12-7	10,6	-20,4	49,1	17,2	3,3	M2
TEN-12-8	10,6	-20,3	49,9	17,5	3,3	M2
TEN-12-9	10,8	-20,1	49,9	17,6	3,3	M2
TEN-12-10	10,6	-20,2	50,1	17,6	3,3	M2
TEN-12-11	11,1	-20,0	49,8	17,4	3,3	M2
TEN-12-12	11,6	-19,8	49,4	17,3	3,3	M2
TEN-12-13	11,5	-20,1	49,2	17,2	3,3	M2
TEN-12-14	11,6	-20,4	47,5	16,6	3,3	M2
TEN-12-15	11,5	-20,4	48,1	16,6	3,4	M2
Mean Dentine	11,4	-20,1				
Bone (TEN-06)	10,35	-20,12	42,17	15,32	3,21	

**Tabla VI.14:** Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-12.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Los datos de carbono de todos los individuos sugieren un consumo preferente de elementos de tipo C<sub>3</sub>, como pueden ser cereales, como la cebada (*Hordeum vulgare*) y el trigo (*Triticum aestivum*).

Los datos de nitrógeno, que están intrínsecamente relacionadas con las proteínas consumidas, reflejan las diferentes realidades que estos individuos tuvieron durante sus vidas. Sin embargo, existen variaciones muy drásticas en los valores de nitrógeno de cada sección, lo que puede indicar tanto variaciones de dieta como momentos de estrés durante el desarrollo metabólico.

V.10.1 Análisis individual del patrón de dieta de los individuos muestreados:

**TEN-07: Cráneo de EL Portillo**

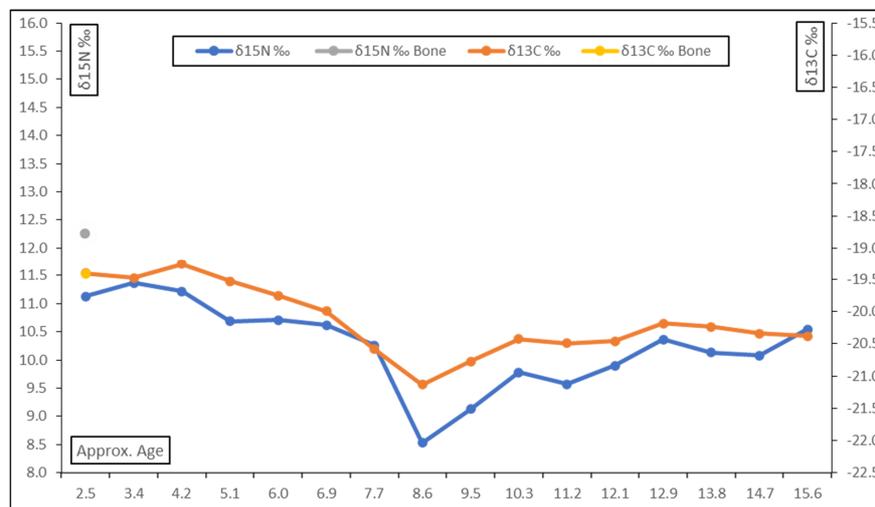


Figura V.9: Datos de δ<sup>13</sup>C y δ<sup>15</sup>N por rango de edad del individuo TEN-07.

Observando los valores de nitrógeno de este individuo podemos observar cómo existe una primera variación acusada de más de un delta (δ) en la sección 4, que correspondería al periodo comprendido entre los 3-4 años. Esta variación posiblemente sea indicativa del momento del destete del individuo, que continuaría con una dieta basada en elementos terrestres durante los siguientes años de su vida.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

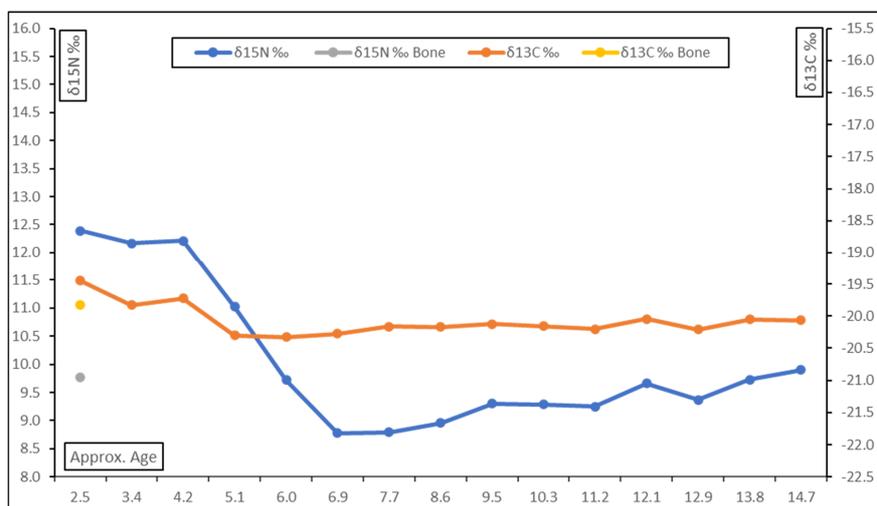
María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Sin embargo, como podemos ver en la sección 8 existe un importante decrecimiento, tanto en los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  como de  $\delta^{13}\text{C}$ , que sin duda alguna es un indicativo de un episodio de estrés alimenticio, los valores de nitrógeno descienden hasta llegar a niveles de un individuo sin consumo de proteínas terrestres, y existe una "recuperación" gradual a unos valores similares a los anteriores en ambos isótopos, con un pequeño incremento en los valores de nitrógeno en la última sección (16).

Como podemos comprobar en el gráfico, el episodio de estrés alimenticio deja su huella en momentos posteriores en la vida del individuo, y el hecho de que sean ambos valores los que descienden nos es indicativo de que estos cambios que percibimos no se traten de únicamente un cambio en la dieta, sino con toda probabilidad un periodo de carestía.

**TEN-08: Mandíbula de El Salitre (SAL-01)**



**Figura V.10:** Datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por rango de edad del individuo TEN-08.

Podemos observar como este individuo comienza un decrecimiento de sus valores en la sección 4, correspondiente (de nuevo) al periodo comprendido entre los 3-4 años de edad. Sin embargo, el cambio de una dieta basada en el aporte materno a otro tipo de dieta posiblemente no tuviese un aporte de proteína, al menos no habitualmente, lo que conlleva que posea unos valores de nitrógeno relativamente bajos (en comparación con las medias poblacionales de los

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

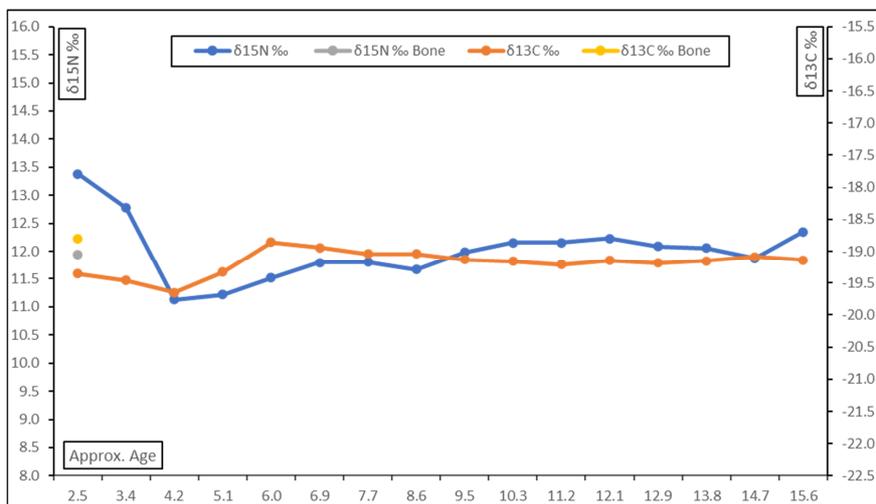
María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

aborígenes de Tenerife), y que estos valores vayan en crecimiento paulatino conforme pasan los años.

No podemos argumentar que este cambio se deba a un periodo de estrés alimentario, o de cambio de dieta/entorno, debido a que los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de este individuo parecen no haberse alterado, con lo cual, el input de dieta vegetal continúa siendo el mismo, y únicamente podemos observar un descenso en los valores durante el momento propuesto de destete (en la sección 4). Por ello, tan solo podemos asegurar que el input de proteínas de este individuo se redujo tras el momento de destete, y que para cuando el desarrollo dental está completo, ya ha recuperado unos valores “normales”.

**Ten-09: Mandíbula de La Angostura (ANGOSTURA-2)**



**Figura V.11:** Datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por rango de edad del individuo TEN-09.

Los dos individuos procedentes de La Cañada de La Angostura presentan valores muy diferentes al resto de la muestra. Para comenzar, los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  correspondientes a los primeros momentos de vida son correspondientes a un individuo con una dieta predominantemente marina. Si bien esto es un imposible, está demostrado que los valores de los individuos infantiles se ven influenciados por la dieta materna (Kendall et al., 2020), siendo

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

los valores  $\delta^{15}\text{N}$  de un individuo lactante un +2-4‰ más altos que los de su madre, por lo que existe la posibilidad de que la madre de este individuo tuviese un aporte importante de dieta marina.

Esto además queda reflejado en el momento de destete (sección 3), a partir del cual el individuo TEN-09 tiene unos valores diferentes, que son, tanto en el caso del nitrógeno como de carbono, bastante diferentes a los individuos vistos anteriormente. Los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  de este individuo posteriormente a su destete reflejan un cierto aporte de proteína marina, encontrándose siempre entre los  $\delta^{15}\text{N} = 12 - 12,5$ . Del mismo modo, sus valores de carbono reflejan una dieta compuesta predominantemente de elementos C3, pero tienden a ser un delta ( $\delta$ ) menos negativos que los individuos de El Salitre y El Portillo.

No existen, además, cambios significativos en estos valores posteriormente al momento de destete, por lo que podemos considerar que este individuo sepultado en La Cañada de la Angostura no tuvo cambios de dieta durante su infancia. Las ratios isotópicas del colágeno de su hueso cortical, que refleja la dieta en sus últimos años de vida, son diferentes tanto en  $\delta^{15}\text{N}$  (11,9), como en  $\delta^{13}\text{C}$  (-18,9), lo que indica que entre sus primeros y sus últimos años de vida tuvo cierto cambio en su dieta, aunque este no es especialmente significativo.

**Ten-10: Mandíbula de La Angostura (ANGOSTURA-3)**

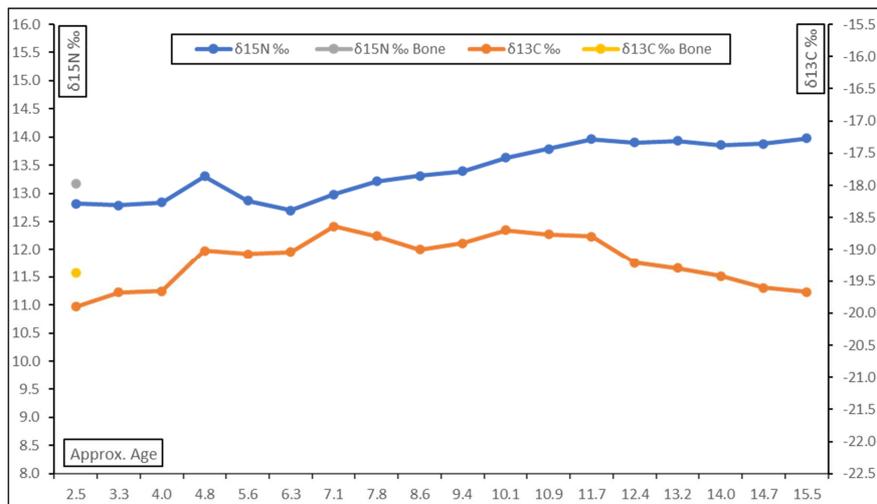


Figura V.12: Datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por rango de edad del individuo TEN-10.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

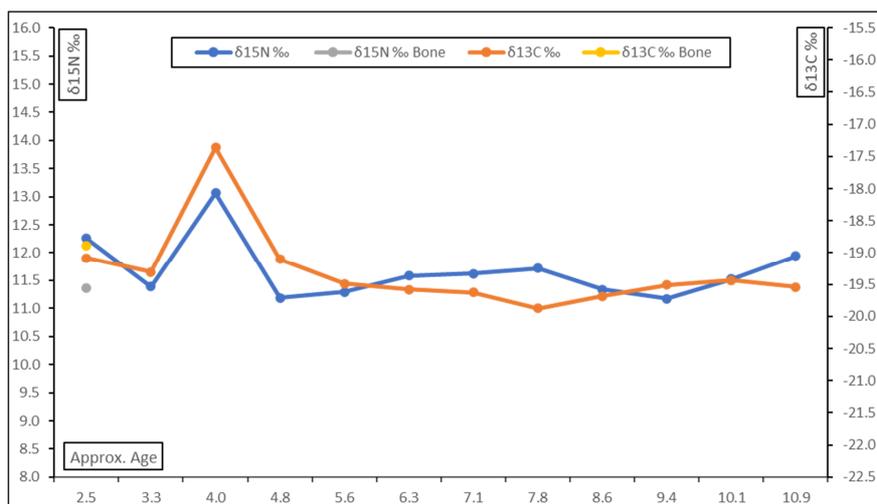
María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Como sucede con el otro individuo estudiado de La Angostura (TEN-09), los valores isotópicos de este individuo se diferencian en gran medida del resto del conjunto muestral, más aún en este individuo, que posee unos valores inusualmente altos. En el momento en que cambia su dieta en la infancia, posiblemente por el destete (sección 4), no encontramos que los valores de nitrógeno disminuyan, sino que, al contrario, aumentan durante toda la secuencia. Ello indica que este individuo tuvo, incluso desde sus primeros años, una dieta casi exclusivamente basada en productos marinos.

Este individuo resulta un caso de estudio singular, ya que tiene un rango de valores de nitrógeno superior a los normales en toda Canarias, tanto en la dentina (Mean  $\delta^{15}\text{N}$  dentine = 13,4) como en el colágeno del fragmento óseo ( $\delta^{15}\text{N}$  = 13,18), diferenciándolo como un individuo con un aporte proteico casi exclusivamente marino durante su infancia y también los momentos previos a su deceso. Como veremos en este estudio, no existen muchos individuos con valores isotópicos tan altos en todo el archipiélago (página 223).

**Ten-11: Cráneo de Roque Blanco (925)**



**Figura V.13:** Datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por rango de edad del individuo TEN-11.

Los dos individuos estudiados de Roque Blanco presentan datos muy similares entre sí, con la salvedad que, en este caso (925), la sección 3 tiene unos valores anómalos tanto para el nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N}$  = 13,1‰) como para el carbono ( $\delta^{13}\text{C}$  = -17,4‰) se refiere. Estos datos podrían llevarnos a pensar que, para la sección 3 de este diente, pudo existir algún tipo de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

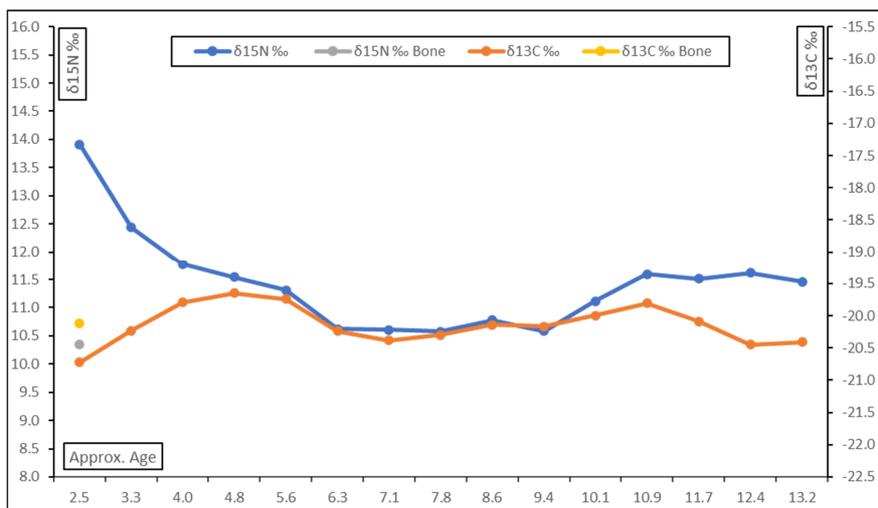
20/04/2021 12:03:43

contaminación, o se realizó algún análisis erróneo. Sin embargo, la ratio de Carbono/Nitrógeno es una ratio normal (C/N: 3,3), al igual que las cantidades porcentuales de carbono (C%: 49,9) y nitrógeno (N%: 17,7) en la muestra, por lo que podemos descartar contaminación o alteraciones en la dentina, por lo que los datos, a priori, son válidos.

Este cambio en la dieta podría suponer, sin embargo, una variación en ese momento preciso, puede que consecuencia de un movimiento de tipo estacional, o de la incorporación de otro tipo de alimento durante el destete. Los valores de esa sección en particular reflejan un consumo de recursos marinos, por lo que este individuo podría haber tenido algún complemento de tipo marino a su dieta tras el destete durante un pequeño periodo. Aunque no podemos descartar otros motivos para estos valores anómalos, como el estrés fisiológico.

A partir de la sección 4 encontramos valores normales tanto de carbono como de nitrógeno, aunque al respecto de este segundo debemos mencionar un incremento visible en los valores a partir de la sección 10, que consideramos especialmente importante, ya que esta tendencia la podemos observar también en el resto de las muestras.

**TEN-12: Cráneo de Roque Blanco (926)**



**Figura V.14:** Datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por rango de edad del individuo TEN-12.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

El último individuo de este estudio posee unos valores de nitrógeno que van decreciendo desde unos valores relativamente altos (que se traduciría en una dieta materna marina), hasta unos valores típicos en la sección 6. Debido a que toda la secuencia de valores entre la sección 1 y la sección 6 es un decrecimiento constante, no podemos afirmar con seguridad si el destete del individuo transcurre en este momento tardío (en torno a los 5 – 6 años), o se trata de un cambio de dieta (una menor abundancia de proteínas en su dieta) y el destete ha ocurrido anteriormente en la secuencia.

Un elemento que si podemos observar, sin embargo, es el aumento de los valores de nitrógeno a partir de la sección 10, que se ven acompañados de un decrecimiento en los valores de carbono, como ocurrirá en el individuo 925, y en el resto de la muestra, aunque de manera menos acusada.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

#### **V.12 Valoración de los Resultados:**

El análisis de la dentina incremental nos ha permitido aproximarnos con mayor precisión a la alimentación y los modos de vida durante el proceso de desarrollo de estos individuos, y establecer una comparativa de los datos de la dentina con los datos del colágeno en el hueso cortical para evaluar posibles cambios en la dieta entre los individuos durante los momentos iniciales y los finales de su vida.

El descenso en los valores de nitrógeno en los primeros años de vida es quizás uno de los elementos más reseñables de este estudio, ya que resulta una forma muy precisa de determinar el momento en el que se produce el destete de un individuo. Como podemos observar en prácticamente todas las muestras, existen variaciones isotópicas en las secciones 3-4 de la dentina incremental, que tendrían una correlación con la edad de los individuos. Por lo tanto, nos atrevemos a proponer que, la población aborigen de Tenerife realizaría el destete de sus miembros infantiles en el periodo comprendido entre los tres y los cuatro años.

Este periodo de destete, que resulta muy tardío desde un punto de vista moderno, es similar al periodo de destete de algunas poblaciones prehistóricas, y posiblemente esté influenciado por la disponibilidad de recursos y la "rentabilidad" de los mismos. Durante el periodo de lactancia, el niño no está consumiendo otro tipo de recursos que pueden ser útiles para el grupo, por lo que la prolongación de este periodo en el que se alimenta del producto materno puede servir como ahorro de recursos (Fulminante, 2015). El destete resulta entonces un momento de estrés metabólico, que provoca el descenso de los valores de nitrógeno (Tsutaya, 2017).

Otros eventos observables que nos resultan de gran utilidad para interpretar el registro arqueológico son los momentos de hambruna o de falta de recursos. Las secciones 7-10 del individuo de El Portillo (TEN-07) demuestran el proceso isotópico mediante el cual se pasa de una dieta "estándar", a unos niveles paulatinamente más bajos de carbono y nitrógeno, causados con toda probabilidad por una ausencia de variedad en los recursos consumidos, y posiblemente también una disminución de la proteína consumida, su  $\delta^{15}\text{N}$  llega a los niveles isotópicos esperables para un individuo en una posición trófica inferior, es decir, un herbívoro, poseyendo valores similares a los de los ovicápridos vistos en la sección de La Gomera de este estudio, y los publicados por Arnay et, al. en sus estudios isotópicos (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010). Del mismo modo, los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  en este periodo se vuelven muy negativos, posiblemente indicando una falta de varios recursos disponibles, y una dependencia de un solo elemento C3 disponible. Sin embargo, no podríamos asumir que estos valores sean

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

necesariamente causados por un periodo de hambruna o “rabbit starvation”, ya que los procesos de estrés fisiológico causados por la carencia de alimentos durante un periodo de tiempo prolongado provocan un aumento en los niveles de nitrógeno 15 debido a cambios metabólicos relacionados con el hambre (Trochine et al., 2019).

Además, este estudio nos permite observar un elemento que, si bien necesita confirmación mediante un mayor número de casos, nos permite aportar nuevos datos sobre la concepción de la infancia y la incorporación de un individuo al mundo productivo y al trabajo. Al observar las secciones 10 – 12 de los individuos del yacimiento sepulcral de Roque Blanco (TEN-11 y TEN-12) podemos observar cómo, en este intervalo, hay un aumento en los valores de nitrógeno al respecto de las “mesetas” de valores posteriores al momento de destete. Que a su vez es coincidente con un descenso de los valores de carbono en ambos casos. Este aumento en los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y de  $\delta^{13}\text{C}$  también puede ser observado en los individuos de El Portillo (TEN-07) y de El Salitre (TEN-08), aunque en el primer caso aparece “retardado” debido, posiblemente, al episodio de estrés nutricional que sufre TEN-07 tras el periodo de lactancia, y en el caso de TEN-08, no está acompañado de un descenso en los valores de  $\delta^{13}\text{C}$ , que permanecen constantes.

Esta tendencia en los casos mencionados puede estar indicando un momento en el que se deja de considerar al individuo un ente no productivo (un niño), y se incorpora al mundo del trabajo, que recordemos en la sociedad aborigen de Tenerife puede estar intrínsecamente vinculado al pastorero, como ya mencionaría Don Luis Diego (Diego Cuscoy, 2008). Un aumento en los valores de nitrógeno puede estar indicando una mayor asiduidad en el consumo de elementos proteicos, como pueden ser la carne o los productos secundarios, y del mismo modo, una disminución de los valores de carbono puede indicarnos una restricción en los recursos consumidos, lo cual, hipotéticamente, debería “volver más negativos” los valores de carbono. Esto coincide con los análisis de oligoelementos realizados anteriormente en poblaciones aborígenes comparando la relación Bario/Estroncio entre esmalte y dentina, que desvelaban que la dieta infantil era más dependiente de los recursos vegetales y carecía de elementos cárnicos, frente a una dieta más homogénea en los adultos.

Parecería entonces, que los dos individuos sepultados en La Cañada de La Angostura (TEN-09 y TEN-10) tienen un desarrollo completamente diferente al de los otros individuos observados. Lo cierto es que ambos tienen también constatado un posible momento de destete, evidenciado en TEN-09 en el mismo rango de edad que el resto de las muestras. Sin embargo, ninguno de los dos individuos de la Angostura presenta ese incremento en los valores de  $\delta^{15}\text{N}$

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

visto en el resto de las muestras. Entonces ¿Estamos ante un caso de diferencia en cuanto a estatus social, procedencia o metabolismo?

Lo cierto es que no existen evidencias suficientes para soportar esa línea de razonamiento, todo parece indicar que estos dos individuos tuvieron un régimen de alimentación diferente al de los otros restos estudiados de Las Cañadas del Teide, pero nada nos garantiza que este no se deba a otras cuestiones no relacionadas con el estatus, como pueden ser el haber desarrollado sus primeros años en un entorno próximo a la costa y por tanto haber pertenecido a un grupo de población que dependía en mayor medida de los recursos marinos que de los recursos terrestres, o pertenecer a un periodo cronológico en el que hubo una mayor explotación de las zonas litorales, aunque esto último parece menos plausible, ya que la datación de La Angostura es coincidente en el mismo rango cronológico que la datación de El Portillo y de El Salitre.

Este estudio, de tipo supralocal, sirve para remarcar la posible estacionalidad de las actividades de los aborígenes en Las Cañadas del Teide, encontramos individuos con unos valores isotópicos muy altos en nitrógeno, y en ocasiones, junto a valores muy positivos de carbono, lo que sería indicativo de individuos con una mayor predominancia de recursos marinos en su dieta. Hoy en día sabemos que existen enclaves habitacionales y sepulcrales en las medianías (como el Barranco del Agua de Dios), y también en las zonas costeras (Galván Santos et al., 1999c). La presencia de individuos con dieta marina nos indica el traslado a la Alta Montaña de personas que tienen un hábitat próximo a la costa, y son enterradas en un lugar específico (posiblemente el designado para su grupo). Con lo cual, el territorio de la Alta Montaña se conforma como un espacio usado por todo el colectivo insular, y no un grupo concreto, dado que los perfiles isotópicos de cada una de las cuevas estudiadas son diferentes.

Los resultados obtenidos en dentina incremental demuestran ser una herramienta muy útil para aproximarnos a la dieta de los individuos en el pasado en los primeros años de vida, y establecer unas primeras pautas sobre el momento de destete de ese individuo y posibles episodios de estrés metabólico (como es muy posible que suceda en el individuo de El Portillo). Además, si tenemos en cuenta las variaciones observadas en las últimas secciones de dentina, podemos establecer un rango aproximado de edad entre los 8-12 años para la incorporación de un individuo a una dieta "adulta", y posiblemente, como causa de ello, la incorporación al mundo laboral.

Uno de los elementos más llamativos de este estudio es la posibilidad de observar con gran detalle la variabilidad en la dieta de los individuos entre sus primeros y últimos años de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

vida (reflejado en los datos del hueso cortical que hemos analizado en conjunto). En los seis casos observados, existe un paralelismo entre los datos durante el crecimiento (especialmente en las últimas etapas del crecimiento) y los últimos años de vida, tan solo el individuo de El Portillo presenta una diferencia importante (+2δ) en la signatura isotópica del nitrógeno desde su infancia hasta los años previos a su defunción, en los que se asemeja este valor a los de un individuo con cierto aporte de dieta marina.

Las variaciones entre individuos, sin embargo, pueden deberse a gran cantidad de factores, el primero de los cuales podría ser el cronológico, ya que las muestras provienen de yacimientos aborígenes tanto previos como posteriores a la conquista, y existen marcadas diferencias entre la dieta de los aborígenes de Las Cañadas antes y después de ese momento (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011).

Además podemos encontrar ciertos patrones de similitud entre los individuos de Roque Blanco (925 y 926) y los de La Angostura (1 y 2), los individuos de Roque Blanco tienen unos datos muy similares en las últimas secciones del diente, y los de La Angostura parecen haber tenido, tanto en sus primeros momentos de vida como en los últimos, cierto aporte de dieta marina (siendo, eso sí, mayor en el individuo 1). Estas evidencias nos señalan hacia la posibilidad de encontrarnos con individuos que provienen de diferentes regiones, y pertenecen a una zona geográfica determinada de la isla, donde se concentra su unidad administrativa/familiar.

A ese respecto, nos topáramos con la hipótesis de que la cueva funeraria esté funcionando como lugar de enterramiento de grupos determinados, cuyos individuos han fallecido mientras realizaban la actividad trashumante pastoril, así, por ejemplo, los individuos de La Angostura podrían provenir de una población ubicada cerca de la zona litoral, mientras que los otros provendrían igualmente de otros territorios, lo que explicaría las diferencias en su dieta.

Para confirmar esta hipótesis, sin embargo, tenemos que aumentar el número de muestras, no solo en el ámbito de la Alta Montaña de Tenerife, sino en todo el territorio insular, y contextualizarlas cronológicamente, para comprobar que, en efecto, estos datos no obedecen a diferentes momentos de la misma población. En cualquier caso, los estudios en la dentina incremental se posicionan como uno de los elementos más novedosos a la hora de representar los diferentes momentos metabólicos de los individuos, uno por uno. Por lo que queda demostrada como una técnica cuya aplicación puede aportar importantes datos en cuanto a los estudios antropológicos se refiere.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**V.13 Estudio comparativo entre la dieta de un entorno local (Bco del Agua de Dios) y un entorno supralocal (Las Cañadas del Teide).**

El estudio isotópico de la población sepultada en el Barranco del Agua de Dios nos ha permitido establecer el patrón alimentario de un amplio conjunto muestral local, algo que no habíamos realizado con anterioridad, debido al pequeño número de individuos encontrados en un mismo lugar de enterramiento, como ocurrió durante los estudios de La Gomera y La Palma.

Queda comprobado que la dieta de los habitantes de esta zona geográfica tiene un patrón de dieta similar al de otras poblaciones del archipiélago, aunque con la salvedad de contar con un aporte de proteínas en la dieta ligeramente menor, que desconocemos aún si se trata de una cuestión regional, o de este grupo poblacional en concreto.

Para el caso de Las Cañadas del Teide, se han estudiado diversos yacimientos, tanto mediante el análisis de isótopos estables en el colágeno del hueso, como en los diferentes incrementos de la dentina, empleando una técnica de muy reciente desarrollo (Beaumont et al., 2013b). Nuestro estudio ha comprobado cómo, posiblemente, las necrópolis de Las Cañadas sean manifestaciones funerarias de grupos específicos, dado que existen individuos con un perfil específico en cada cueva de enterramiento, e individuos con un patrón similar en la misma cueva.

Existe ahora, sin embargo, la cuestión diferencial entre el grupo local y el grupo supralocal estudiados. Podemos contemplar diversas razones para asumir que la dieta de una población sedentaria podría tener diferencias acusadas con los individuos que realiza una actividad pastoril en un contexto determinado.

Grupo	$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$		
	Cases	Mean	St dev	Cases	Mean	St dev
Local	22	-20.6	0.60	22	9.3	0.63
Supralocal	6	-19.4	0.51	6	11.5	1.26
Mann-W (U)	Z	p-val		Z	p-val	
	9.00	0.001		4.00	0.001	

**Tabla VI.15:** Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis entre los datos isotópicos de la población del Bco. del Agua de Dios y de Las Cañadas del Teide.

La prueba de Mann-Whitney entre la población local y la población supralocal muestra una diferencia de datos estadísticamente significativa, tanto para el carbono como para el

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

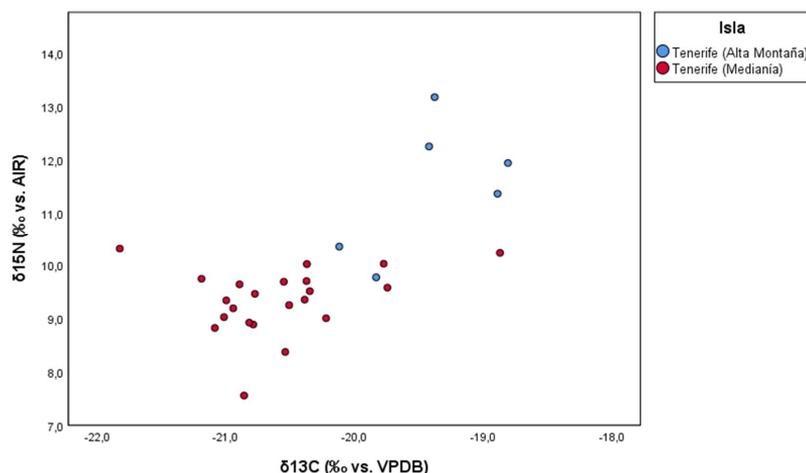
Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

nitrógeno. Ahora bien, debemos tener en cuenta este pequeño tamaño muestral, que puede influir en el resultado.



**Figura V.15:** Diagrama de dispersión entre los datos de 13C y 15N de la muestra del Barranco del Agua de Dios y la muestra de Las Cañadas del Teide.

Como podemos observar, existe una clara diferencia entre los conjuntos muestrales, aunque esta diferencia puede deberse a los perfiles específicos de cuatro individuos de Las Cañadas del Teide. Además, la alta desviación estándar de estas muestras nos insta a ser cautelares al interpretar estos resultados.

Las muestras de Las Cañadas del Teide presentan, por norma general, una clara diferencia en sus valores de carbono y nitrógeno, que podría estar relacionado con una diferencia de dieta entre los individuos de una población mayormente sedentaria dentro del contexto insular, y una población que se encuentra en un espacio habitacional ocupado estacionalmente. Como hemos planteado en esta misma sección (página 208), es muy probable que los individuos de Las Cañadas provengan de diferentes contextos, lo que influiría en mayor grado en la observación de estas diferencias de dieta.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**V.13 Referencias (Sección V):**

Abreu Galindo, J. de, 1977. Historia de la conquista de las siete islas de Canaria. Goya Artes Gráficas.

Alberto Barroso, V., 2004. De carne y hueso: la ganadería en época prehistórica. El Pajar Cuad. Etnografía Canar. 18, 4–8.

Alemán Aguilera, I., 1997. Determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Estudio de una población mediterránea actual. Universidad de Granada, Granada.

Álvarez Delgado, J., 1947. Excavaciones Arqueológicas en Tenerife (Canarias): Plan Nacional 1944-1945. (Informes y memorias). Comisaría General de Excavaciones Arqueológicas, Madrid.

Arnay-de-la-Rosa, M., 1982. Problemática en torno a algunos de los tipos de cerámica aborigen de Tenerife. Estud. Canar. Anu. Inst. Estud. Canar. 33–35.

Arnay-de-la-Rosa, M., 1983. Estudio antropológico de los restos procedentes de la cueva sepulcral de la Cañada del Capricho. Tabona Rev. Prehist. Arqueol. 21–28.

Arnay-de-la-Rosa, M., Gonzalez Reimers, E., 1984. Vasos cerámicos aborígenes del Tenerife: estudio de sus apéndices. Tabona Rev. Prehist. Arqueol. 17–46.

Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Marrero Salas, E., García Ávila, C., Criado Hernández, C., Lacave Hernández, A., González Fernández, R., Abreu Hernández, I., 2019a. Identification of prehispanic rotary querns production areas in Las Cañadas del Teide (Tenerife, Canary Islands, Spain). J. Archaeol. Sci. Rep. 28, 102048.

Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Pou Hernández, S., Marrero Salas, E., García Ávila, C., 2017a. Prehispanic (Guanches) mummies and sodium salts in burial caves of Las Cañadas del Teide (Tenerife). Anthropol. Anz. 74, 143–153.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Navarro-Mederos, J.F., Criado Hernández, C., Clavijo Redondo, M.Á., García Ávila, C., Marrero Salas, E., Abreu Hernández, I., 2017b. Estudios sobre el patrimonio arqueológico del parque nacional del Teide., in: Proyectos de Investigación en Parques Nacionales: 2012-2015. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Red de Parques Nacionales, pp. 107–129.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Romanek, C.S., Noakes, J.E., Galindo-Martín, 2011. Paleonutritional and paleodietary survey on prehistoric humans from Las Cañadas del Teide (Tenerife, Canary Islands) based on chemical and histological analysis of bone. J. Archaeol. Sci. 38, 884–895.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Velasco-Vázquez, J., Romanek, C.S., Noakes, J.E., 2010. Paleodietary analysis of the prehistoric population of the Canary Islands inferred from stable isotopes (carbon, nitrogen and hydrogen) in bone collagen. J. Archaeol. Sci. 37, 1490–1501.

Arnay-de-la-Rosa, M., Marrero Salas, E., Abreu Hernández, I., García Ávila, Juan Carlos, 2019b. Caminos Heredados: Estudios sobre el patrimonio arqueológico del Parque Nacional del Teide.,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Miguel Ángel Clavijo Redondo. ed. Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Canarias.

Arnay-de-la-Rosa, M., Marrero Salas, E., García Ávila, C., Criado Hernández, C., González Reimers, E., 2017c. Footpaths Marked by Changes in Geological Clasts as Indicators of Mobility in Tenerife, Canary Islands. *J. Hum. Palaeoecol.* 24.

Beaumont, J., 2020. The Whole Tooth and Nothing but the Tooth: Or why Temporal Resolution of Bone Collagen May Be Unreliable. *Archaeometry* 62, 626–645.

Beaumont, J., Geber, J., Powers, N., Wilson, A., Lee-Thorp, J.A., Montgomery, J., 2013a. Victims and Survivors: Stable Isotopes used to identify migrants from the Great Irish Famine to 19th century Londond. *Am. J. Phys. Anthropol.* 150, 87–98.

Beaumont, J., Gledhill, A., Lee-Thorp, J.A., Montgomery, J., J., 2013b. Childhood diet: A closer examination of the evidence from dental tissues using stable isotope analysis of incremental human dentine. *Archaeometry* 55, 277–295.

Beaumont, J., Gledhill, A., Montgomery, J., 2014. Isotope analysis of incremental human dentine: towards higher temporal resolution. *Bull. Int. Assoc. Paleodent.* 8, 212–223.

Beaumont, J., Montgomery, J., 2015. Oral histories: a simple method of assigning chronological age to isotopic values from human dentine collagen. *Ann. Hum. Biol.* 42, 497–414.

Beaumont, J., Montgomery, J., 2016. The Great Irish Famine: Identifying Starvation in the tissues of Victims using Stable Isotope Analysis of Bone and Incremental Dentine Collagen. *PLoS ONE* 1–21.

Beaumont, J., Montgomery, J., Buckberry, J., Jay, M., 2015. Infant Mortality and Isotopic Complexity: New Approaches to Stress, Maternal Health, and Weaning. *Am. J. Phys. Anthropol.* 157, 441–457.

Billy, G., 1982. Le peuplement préhistorique de l'Archipel Canarien. *El Mus. Canar.* XLI, 59–74.

Brown, T.A., Nelson, D.E., Vogel, J.S., Southon, J.R., 1988. Improved collagen extraction by modified Longin method. *Radiocarbon* 30, 171–177.

Buikstra, J., Ubelaker, D.H., 1994. Standards for data collection from human skeletal remains, Arkansas. ed, Arkansas Archaeological Survey.

Carballo Pérez, J., Sánchez Cañadillas, E., Arnay-de-la-Rosa, M., Hernández Marrero, J.C., González Reimers, E., 2021. Quotidian lives on isolated bodies: Enthesal changes and cross-sectional geometry among the aboriginal population of La Gomera (ca. 200–1500 AD, Canary Islands). *Int. J. Osteoarchaeol.*

Chávez Álvarez, E., Pérez Caamaño, F., Pérez González, E., Soler Segura, J., Tejera Gaspar, A., 2007. Los guanches en Guía de Isora. *Arqueología, territorio y sociedad. Biblioteca de Estudios Isoranos, Guía de Isora.*

Dean, M.C., Scandrett, A.E., 1995. Rates of Dentine Mineralization in Permanent Human Teeth. *Int. J. Osteoarchaeol.* 5, 349–258.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

- del Arco Aguilar, M. del C., 1981. El enterramiento de las canarias prehistóricas. Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria.
- del Arco Aguilar, M. del C., 1987. Propuesta metodológica para el estudio de los asentamientos aborígenes de Tenerife: la comarca de Icod de los Vinos 647–672.
- del Arco Aguilar, M. del C., 1985. Excavaciones en la cueva de don Gaspar. Not. Arqueol. Hispánico 257–377.
- del Arco Aguilar, M. del C., 1984. Resultados de un sondeo arqueológico en la Cueva de los Guanches (Icod, Tenerife). El Mus. Canar. 46, 45–92.
- del Arco Aguilar, M. del C., del Arco, M.M., Atiénzar Armas, E., Hopf, M., 1990. Estudio de los restos vegetales de la cueva de Don Gaspar y algunas anotaciones sobre la agricultura prehistórica de Tenerife. Investig. Arqueol. 2, 13–30.
- del Arco Aguilar, M. del C., Rosario Adrián, M.C., del Arco Aguilar, M.J., González Hernández, C., Martín Oval, M., Machado Yanes, M. del C., Rodríguez Martín, C., Estévez Estévez, M.A., Mendez Ordoñez, A., del Arco, M.M., Atiénzar Armas, E., 2003. La grieta de Cafoño (Icod de los Vinos, Tenerife): aportación al estudio de los Rituales Funerarios Primarios y Secundarios entre los Guanches. Investig. Arqueol. 9–38.
- del Arco Aguilar, M. del C., González Antón, R., del Arco, M.M., Rosario Adrián, M.C., Rodríguez Martín, C., Martín Oval, Mercedes, 1999. Los Guanches desde la arqueología. Museo de la Naturaleza y el Hombre, Santa Cruz de Tenerife.
- del Arco, M.M., González Hernández, C., Rosario Adrián, M.C., Atiénzar Armas, E., del Arco Aguilar, M.J., del Arco Aguilar, M. del C., 2000. El menceyato de Icod en el poblamiento de Tenerife: D. Gaspar, Las Palomas y Los Guanches. Sobre el poblamiento y las estrategias de alimentación vegetal entre los guanches. Eres Arqueol. 67–129.
- Diego Cuscoy, L., 1953. Nuevas excavaciones arqueológicas en las Canarias Occidentales. Yacimientos de Tenerife y La Gomera (1947-1951). (No. 28). Informes y Memorias de la Comisaría General de Excavaciones Arqueológicas.
- Diego Cuscoy, L., 1968. Los Guanches: Vida y Cultura del Primitivo Habitante de Tenerife. San Cristobal de La Laguna.
- Diego Cuscoy, L., 1975. La cueva de “Los Cabezazos”, en el barranco del Agua de Dios (Tegueste, Tenerife). Not. Arqueol. Hispánico 289–336.
- Diego Cuscoy, L., 2008. Los Guanches: vida y cultura del primitivo habitante de Tenerife. Instituto de Estudios Canarios, San Cristobal de La Laguna.
- Eerkens, J., Berget, A.G., Bartelink, E.J., 2011. Estimating weaning and early childhood diet from serial micro-samples of dentin collagen. J. Archaeol. Sci. 38, 3101–3111.
- Espinosa, A. de, 1980. Historia de Nuestra Señora de Candelaria (Introducción de Alejandro Cioranescu). Goya, S/C de Tenerife.
- Fernández-Miranda, M., Behrmann, R. de B., Gaspar, A.T., 1985. Los litófonos prehistóricos de Lanzarote y Tenerife. Estudio arqueológico. Tabona Rev. Prehist. Arqueol. 279–284.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Fregel, R., Ordoñez, A., Santana-Cabrera, J., Cabrera, V.M., Velasco-Vázquez, J., 2019. Mitogenomes Illuminate the Origin and Migration Patterns of the Indigenous People of the Canary Islands. PLoS ONE 1–24.

Fruytoso, G., 2004. Descripción de las Islas Canarias : capítulos IX al XX del Libro I de “Saudades da Terra.” Centro de la Cultura Popular Canaria, La Laguna.

Fuller, Benjamin T., Fuller, J.L., Sage, N.E., Harris, D.A., O’Connell, T.C., Hedges, R.E.M., 2005. Nitrogen Balance and  $\delta^{15}N$ : Why You’re Not What You Eat During Nutritional Stress. Rapid Commun. Mass Spectrom. 19, 2497–2506.

Fuller, B.T., Richards, M.P., Mays, S.A., 2003. Stable carbon and nitrogen isotope variations in tooth dentine serial sections from Wharram Percy. J. Archaeol. Sci. 30, 1673–1684.

Fulminante, F., 2015. Infant Feeding Practices in Europe and the Mediterranean from Prehistory to the Middle Ages: A Comparison between the Historical Sources and Bioarchaeology. Child. Past 8, 24–47.

Galván Santos, B., Hernández Gómez, C., Alberto Barroso, V., Barro Rois, A., Machado Yanes, M. del C., Eugenio Florido, C.M., Matos Lorenzo, L., Velasco-Vázquez, J., Machado Yanes, M. del C., Rodríguez-Rodríguez, A., Febles, J.V., Rivero, D., 1999a. Poblamiento prehistórico en la costa de Buenavista del Norte (Tenerife): El conjunto arqueológico Fuente-Arenas. Investig. Arqueol. 9–258.

Galván Santos, B., Hernández Gómez, C.M., Alberto-Barroso, V., 2000. Excavaciones arqueológicas en las cuevas de Las Estacas (Buena Vista del Norte, Tenerife), in: XIII Coloquio de Historia Canario-Americana ; VIII Congreso Internacional de Historia de America: (AEA) (1998). pp. 1705–1728.

Galván Santos, B., Hernández Gómez, C.M., Alberto-Barroso, V., Barro Rois, A., Eugenio Florido, C.M., Matos Lorenzo, L., Velasco-Vázquez, J., Machado Yanes, M. del C., Rodríguez, M. del C., Febles, J.V., Rivero, D., 1999b. Poblamiento prehistórico en la costa de Buenavista del Norte (Tenerife). Investig. Arqueol. 9–258.

Galván Santos, B., Velasco-Vázquez, J., Alberto Barroso, V., Hernández Gómez, C., Matos Lorenzo, L., Eugenio Florido, C.M., Barro Rois, A., Febles, J.V., China Díaz, D.J., 1999c. Prácticas funerarias y bioantropología de las poblaciones prehistóricas de la costa de Buenavista del Norte (Tenerife): el caso de Arenas-1 (conjunto arqueológico de Fuente-Arenas). Investig. Arqueol. 259–360.

Gonzalez Reimers, E., Arnay-de-la-Rosa, M., 1984. Vasos cerámicos prehistóricos de Tenerife: un análisis estadístico. Anu. Estud. Atlánticos 79–107.

Gonzalez Reimers, Emilio, Arnay-de-la-Rosa, M., 1987. Nuevos aspectos decorativos de la cerámica aborígen en Tenerife. Anu. Estud. Atlánticos 673–690.

Harbeck, M., Grupe, G., 2009. Experimental chemical degradation compared to natural diagenetic alteration of collagen: implications for collagen quality indicators for stable isotope analysis. Archaeol. Anthropol. Sci. 1, 43–57.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Hedges, R.E.M., Clement, J.G., Thomas, D.L., O'Connell, T.C., 2007. Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. *Am. J. Phys. Anthropol.* 133, 808–816.

Henderson, C., Mariotti, V., Santos, F., Vilotte, S., Wilczak, C.A., 2017. The new Coimbra method for recording enthesal changes and the effect of age-at-death. *BMSAP* 29, 140–149.

Hernández Gómez, C., Galván Santos, B., 2006. Los talladores de tabonas evidencias arqueológicas de la especialización artesanal, in: *Sociedades Prehistóricas, Recursos Abióticos y Territorio*. pp. 349–366.

Hernández Gómez, C.M., 2005. Territorios de aprovisionamiento y sistemas de explotación de las materias primas líticas de la prehistoria de Tenerife. Universidad de La Laguna.

Hernández Gómez, C.M., Galván Santos, B., 2008. Estudio geoquímico de dos centros de producción de obsidias en la Prehistoria de Tenerife: el Tabonal de los Guanches (Icod de los Vinos) y el Tabonal Negro (Las Cañadas). *Trab. Prehist.* 65, 151–168.

Hillson, S., 2005. *Teeth*, 2nd ed. Cambridge University Press, United Kingdom.

Jiménez Gomez, M. del C., Tejera Gaspar, A., Lorenzo Perera, M.J., 1973. Carta Arqueológica de Tenerife., *Enciclopedia Canaria. Aula de Cultura. Cabildo de Tenerife*.

Kendall, E., Millard, A., Beaumont, J., Gowland, R.L., Gorton, M., Gledhill, A., 2020. What Doesn't Kill You: Early Life Health and Nutrition in Early Anglo-Saxon East Anglia, in: *The Mother-Infant Nexus in Anthropology*. Wiley, pp. 103–123.

Kirsanow, K., Makarewicz, C., Tuross, N., 2008. Stable oxygen (d18O) and hydrogen (dD) isotopes in ovicaprid dentinal collagen record seasonal variation. *J. Archaeol. Sci.* 35, 3159–3167.

Lambacher, N., Gerdau-Radonic, K., Bonthorne, E., Valle-de-Targaza-Montero, F.J., 2016. Evaluating three methods to estimate the number of individuals from a commingled context. *J. Archaeol. Sci. Rep.* 10, 674–683.

Longin, R., 1971. New Method of Collagen Extraction for Radiocarbon Dating. *Nature* 230, 241–242.

Lorenzo Perera, M.J., 1976. Un enterramiento individual en la cueva de Chajora. (2300 metros s. n. m.) *Guía de Isora (Isla de Tenerife)*. *Anu. Estud. Atlánticos* 22, 223–232.

Lorenzo Perera, M.J., 1975. Una cueva-habitación en la urbanización Las Cuevas (La Orotava, isla de Tenerife). *El Mus. Canar.* 36–37, 195–225.

Machado Yanes, 1995. Primeros estudios antracológicos en el archipiélago canario. Noroeste de Tenerife: las comarcas de Icode y Daute. Universidad de La Laguna, San Cristobal de La Laguna.

Machado Yanes, M. del C., 1996. Los recursos vegetales y sus derivados en la prehistoria de Tenerife: Aportación antracológica. *Tabona Rev. Prehist. Arqueol.* 341–352.

Machado Yanes, M. del C., 1999. Aproximación a la vegetación de Daute (Tenerife) durante el periodo Pre-europeo, a partir del análisis antracológico, in: *Avances En El Estudio Del*

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

- Cuatrenario Español: (Secuencias, Indicadores Paleambientales y Evolución de Procesos). pp. 301–306.
- Machado Yanes, M. del C., Ourcival, J.-M., 1998. La evolución de la vegetación del norte de Tenerife (Islas Canarias) durante el periodo prehistórico: Aportación antracológica. *Arqueol. Espac.* 249–260.
- Mariotti, V., 2007. The study of entheses: Proposal of a standardised scoring method for twenty-three entheses of the postcranial skeleton. *Coll. Antropol.* 31, 291–313.
- Marrero Salas, E., Ruiz González, H., García Ávila, Juan Carlos, J.C., Sossa Ríos, S., 2021. LAS CUEVAS DE BENCOMO (LA OROTAVA, TENERIFE) DE LA HISTORIOGRAFÍA AL DATO ARQUEOLÓGICO. *Rev. Vegueta*.
- Martín Herrera, A., Gonzalez Reimers, E., González Padrón, C., Arnay-de-la-Rosa, M., 1985a. Análisis del contenido de un vaso cerámico aborigen de Tenerife. *Anu. Estud. Atlánticos* 613–624.
- Martín Herrera, A., Jorge Hernández, J.A., Arnay-de-la-Rosa, M., Gonzalez Reimers, E., 1985b. Técnicas de reparación de la cerámica aborigen de Tenerife. *Anu. Estud. Atlánticos* 599–612.
- Mckern, T.W., Stewart, T.D., 1954. Skeletal age changes in young American males, analyzed from the standpoint of age identification, in: Headquarters Quartermaster. Research and Development Command, Technical Report EP-45. Natick, MA.
- Mesa Hernández, E., 2008. Las Arqueomalacofaunas en contextos prehistóricos de Tenerife, in: XVII Coloquio de Historia CanarioAmericana. Las Palmas de Gran Canaria, pp. 414–451.
- Mesa Hernández, E., 2016. Los guanches y el marisqueo: aprovechamiento de los recursos malacofáunicos en la prehistoria de Tenerife. Universidad de La Laguna.
- Mesa Hernández, E., González Lorenzo, J.G., 2010. Los Guanches y el aprovechamiento de los recursos malacológicos en la costa de Buenavista del Norte (Tenerife, Islas Canarias). El conjunto arqueológico de La Fuente (resumen). *Férvedes Rev. Investig.* 139.
- Mesa Hernández, E., Hernández-Marrero, J.C., Navarro, J.F., López Lorenzo, J.G., 2010. Archaeological shell middens and shellfish gathering on La Gomera island (Canary Islands, Spain). *Munibe* 31, 286–293.
- Millard, A., 2000. A Model for the Effect of Weaning on Nitrogen Isotope Ratios in Humans, in: *Perspectives in Amino Acid and Protein Geochemistry*. Oxford University Press, Oxford, pp. 51–59.
- Morales, J., Rodríguez, A., Henríquez, P., 2017. Agricultura y recolección vegetal en la arqueología prehistórica de las Islas Canarias (siglos III-XV d.C.) La contribución de los estudios carpológicos, in: *Miscelánea en homenaje a Lydia Zapata Peña: (1965-2015)*. Universidad del País Vasco, pp. 189–218.
- Morales Mateos, J., Vidal-Matutano, P., Marrero Salas, E., Henríquez-Valido, P., Lacave Hernández, A., García Ávila, Carlos, Abreu Hernández, I., Arnay-de-la-Rosa, M., 2021. High-mountain plant use and management: macro-botanical data from the pre-Hispanic sites of

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Chasogo and Cruz de Tea, 13–17th centuries AD, Tenerife (Canary Islands, Spain). *J. Archaeol. Sci. Rep.* 35, 102730.

Navarro-Mederos, J.F., Guimerá Ravina, A., Lorenzo Perera, M.J., 1976. Una cueva sepulcral en la ladera de Chabaso (Igueste de Candelaria, isla de Tenerife). *Anu. Estud. Atlánticos* 22, 185–222.

Niro, M.J.D., Schoeninger, M., 1983. Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios of Bone Collagen: Variations Within Individuals, Between Sexes, and Within Population Raised on Monotonous Diets. *J. Archaeol. Sci.* 10, 199–203.

Niro, M.J.D., Schoeninger, M., Hastorf, C., 1985. Effect of Heating on the Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios of Bone Collagen. *J. Archaeol. Sci.* 12, 1–7.

Ordoñez, A., Arnay-de-la-Rosa, M., Fregel, R., Ramos Pérez, G., Gonzalez Reimers, E., Pestano Brito, J.J., 2015. Use of Molecular Genetic Procedures for Sex Determination in “Guanches” Children’s Remains, in: *Children, Spaces and Identity*. Oxbow Books, pp. 218–229.

Ordoñez, A., Arnay-de-la-Rosa, M., Fregel, R., Trujillo-Mederos, A., Pestano, J.J., González Reimers, E., 2013. Genetic sexing to determine the optimal discriminant functions for the analysis of archaeological remains from El Hierro (Canary Islands). *J. Archaeol. Sci.* 40, 4411–4419.

Pellicer Catalán, M., Acosta Martínez, P., 1976. Excavaciones arqueológicas en la cueva de la Arena (Barranco Hondo, Tenerife). *Anu. Estud. Atlánticos* 125–184.

Rodríguez Santana, C.G., 1996. La pesca entre los canarios, guanches y auaritas: las ictiofaunas arqueológicas del Archipiélago Canario. Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria.

Salazar-García, D.C., Richards, M.P., Nehlich, O., Henry, A.G., 2014. Dental calculus is not equivalent to bone collagen for isotope analysis: a comparison between carbon and nitrogen stable isotope analysis of bulk dental calculus, bone and dentine collagen from same individuals from the Medieval site of El Raval (Alicante, Spain). *J. Archaeol. Sci.* 47, 70–77.

Santana-Cabrera, J., 2011. El Trabajo Fossilizado: Patrón cotidiano de actividad física y organización social del trabajo en la Gran Canaria Prehispánica. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria.

Schaefer, M., Black, S., Scheuer, L., 2009. *Juvenile Osteology: A Laboratory Field Manual*. Elsevier, London.

Sealy, J., Armstrong, R., Shcrite, G., 1995. Beyond lifetime averages: tracing life histories through isotopic analysis of different calcified tissues from archaeological human skeletons. *Antiquity* 69, 290–300.

Soler Segura, J., Pérez Caamaño, F., Rodríguez Rodríguez, T., 2011. Excavaciones en la Memoria: Estudio historiográfico del Barranco del Agua de Dios y de la Comarca de Tegueste (Tenerife). Gobierno de Canarias, Tegueste.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Standen, V.G., Santoro, C.M., Arriaza, B., Coleman, D., Monsalve, S., Marquet, P.A., 2020. Violence in hunters, fishermen and gatherers of the Chinchorro culture: Archaic societies of the Atacama Desert (10,000 - 4,000 cal yr BP). *Am. J. Phys. Anthropol.* 1–19.

Tejera Gaspar, A., 1992. Tenerife y los guanches.

Tieszen, L., Matzner, S., Buesman, S.K., 1995. Dietary reconstruction based on stable isotopes ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ) of The Guanche pre-hispanic Tenerife, Canary Islands. *Proc. 1st World Congr. Mummies Stud.* 1, 41–57.

Trochine, C., Díaz Villanueva, V., Balseiro, E., Modenutti, B., 2019. Nutritional stress by means of high C:N ratios in the diet and starvation affects nitrogen isotope ratios and trophic fractionation of omnivorous copepods. *Oecologia* 190, 547–557.

Tsutaya, T., 2017. Post-weaning diet in archaeological human populations: A meta-analysis of carbon and nitrogen stable isotope ratios of child skeletons. *Am. J. Phys. Anthropol.* 164, 546–557.

White, J.A., 1953. A method of calculating the dietary percentage of various food animals utilized by aboriginal peoples 18, 396–398.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

## SECCIÓN VI: RESULTADOS

---

223

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**VI.1 Resultados: Estudio comparativo interinsular, análisis de la población estudiada por sexos, y análisis de las posibles fuentes de alimentación de la sociedad prehistórica canaria.**

Uno de los elementos que sin duda constituyen la génesis de esta tesis doctoral fue la posibilidad de comprobar las posibles similitudes y diferencias interinsulares de la población aborigen de las islas a través del estudio isotópico. Cierto es, que debido a constricciones temporales y geográficas no hemos podido analizar individuos de las siete islas habitadas que componen este archipiélago. No obstante, lo que si hemos podido realizar es un muestreo bastante completo sobre todas las islas occidentales, con la excepción de El Hierro, cuyos datos hemos obtenido de una publicación previa a esta tesis (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010).

Durante cada una de las secciones de esta tesis, hemos visto cómo se puede aplicar el estudio isotópico en diferentes contextos. Por ejemplo, como se interrelacionan los datos isotópicos con los cronológicos, como ha sido el caso de La Gomera, en el que contábamos con un enorme corpus de dataciones radiocarbónicas, realizadas también durante esta tesis doctoral. La isla de La Palma nos ha permitido estudiar poblaciones relativamente grandes ubicadas en diferentes zonas geográficas, para comprobar si, dentro del mismo tipo de enterramiento y de modo de habitación, existían diferencias. Y por último, Tenerife ha sido objeto de no uno, sino de dos estudios significativos, en primer lugar, hemos comprobado cómo ha evolucionado la dieta durante los primeros años de vida aplicando una técnica muy novedosa, el estudio de la dentina incremental, además de obtener información supralocal, de diferentes comunidades que accedieron y convivieron en un mismo espacio (Las Cañadas del Teide). Además hemos obtenido una muestra significativa de carácter local (Un yacimiento) y hemos comprobado la información isotópica con diferentes criterios osteométricos, para comprobar si existía correlación entre robustez y movilidad, y la dieta.

Estos resultados comienzan a dibujar un panorama en el que aparentemente, la dieta de la población aborigen fue variando durante todo el periodo de ocupación, adaptación y posterior desaparición de los antiguos canarios en unos (aproximadamente) doce siglos. También sugieren que cada unidad grupal/familiar depositada en una cueva de enterramiento tenía unos modos de vida e interacción con el territorio propios y que, en principio, elementos como la dieta no influían en cuestiones como la robustez o el grado de movilidad.

Sin embargo, pese a todos estos estudios, de carácter local o insular, y siempre acotados a la aplicación de esta técnica en conjunto con otro “proxy” o elemento adicional, resta por

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

responder una de las preguntas de la que partió esta tesis doctoral. ¿Es diferente la alimentación de los aborígenes en cada isla?

Si partimos de la perspectiva del poblamiento más actualizada, en la que todas las islas son pobladas aproximadamente en el mismo periodo temporal, en torno a los siglos posteriores al cambio de Era (Velasco-Vázquez et al., 2019), y que el sustrato genético de los pobladores es el mismo (Fregel et al., 2019; Maca-Meyer et al., 2004), podríamos contemplar la posibilidad que, culturalmente, las islas también tengan un sustrato común, y en esos aspectos culturales se englobaría una “forma de vida” que contaría con las mismas especies animales y vegetales, y las importaría al archipiélago, teniendo todas las islas un rango similar de elementos introducidos y elementos disponibles para explotar.

El ser humano es siempre un transformador del ecosistema que habita, y el proceso de adaptación a un territorio nuevo resulta siempre en un impacto significativo en el medio natural, especialmente mediante la introducción de especies nuevas. En este sentido, los sistemas insulares, estudiados desde esta perspectiva, pueden resultar en excelentes ejemplos “controlados” de los procesos adaptativos (y destructivos) de una población sobre un nuevo entorno (Kirch, 1980). En el caso de Canarias, sabemos que la cabra (*Capra Hircus*), la oveja (*Ovis Aries*) y la cebada (*Hordeum Vulgare*) y el trigo (*Triticum aestivum*), están ausentes en el medio antes de la llegada de los aborígenes, y que conviven con ellos durante todo el periodo aborígen, y perviven hasta incluso después del proceso de desaparición de esta sociedad, sabemos también que existen unos recursos disponibles en cuanto a lo que alimentación se refiere. En el litoral de las islas existe una gran riqueza de elementos marinos, tanto en forma de ictiofauna como de malacofauna, que fueron susceptibles de ser consumidos. Además, hay en todas las islas una cantidad importante de especies vegetales susceptibles de servir como complemento a la alimentación de los humanos y del ganado, especialmente aquellos que provienen del bosque termófilo, que serían explotados por los aborígenes como elemento de consumo secundario.

Sin embargo, la realidad arqueológica interinsular no es homogénea, y sabemos que cada isla tiene manifestaciones culturales similares, aunque no idénticas. Tenemos la cerámica y la escritura como mayores exponentes de unas realidades culturales diferenciadas en cada isla. De modo que no resulta descabellado pensar que este rango de recursos disponibles y traídos al nuevo territorio pudo ser aprovechado de distintas formas, conforme estas sociedades se desarrollaron durante su pervivencia en el archipiélago. Es muy posible que un sustrato

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

cultural unificado adquiera diferencias regionales tras la separación y la ausencia de contacto (o el contacto esporádico).

Para responder a la pregunta sobre la alimentación interinsular disponemos de un enorme corpus de datos que hemos ido presentando durante esta tesis, sin embargo, resultaría imposible comenzar a realizar unas apreciaciones sin mencionar los estudios isotópicos realizados anteriormente en el archipiélago.

*Valorando los estudios previos: El estudio de Larry Tieszen en el I Congreso Internacional de Momias y los estudios de Matilde Arnay de La Rosa y colaboradores:*

El primer estudio sobre isótopos estables y posibles patrones de dieta en la población aborigen de Canarias fue realizado por Larry Tieszen sobre restos momificados y Tibias de restos antropológicos de Tenerife, realizado para el I Congreso Internacional de Momias, celebrado en 1992 en Santa Cruz de Tenerife.

En su estudio, Tieszen analizó muestras tanto del norte como del sur de Tenerife, encontrando datos muy similares en ambos grupos, pese a lo diverso de la vegetación en las dos vertientes, los datos de carbono resultaron similares en ambas zonas, y encontró una ligera tendencia a un incremento de los datos de nitrógeno en el sur de la isla. Del mismo modo, en las 25 momias analizadas, encontró unos datos de nitrógeno bastante superiores a los del hueso analizado.

Los estudios de Tieszen (en cuanto al hueso) sugieren una población que depende mayormente del consumo de elementos animales terrestres con un leve aporte de dieta marina, y de una alimentación de tipo C<sub>3</sub>, como hemos encontrado también durante el desarrollo de los estudios de esta tesis. Tieszen reconoce la existencia de plantas Crasuláceas (CAM) en el archipiélago, y menciona también la posibilidad de una mezcla de alimentación cultivada y silvestre (Tieszen et al., 1995).

Sin embargo, no realiza ninguna consideración ni explicación sobre los datos obtenidos en las momias, que son bastante diferentes a las tibias muestreadas, los datos de nitrógeno de las momias son significativamente más altos, esto puede deberse tanto a una dieta diferencial, como a la preservación de los tejidos muestreados y la fraccionación del nitrógeno en los mismos. Por desgracia, no se especifica cómo se realiza el análisis de las momias, ni en que tejido, ni las zonas de donde provienen. Sabemos hoy en día que los isótopos de pieles y tejidos musculares están enriquecidos aproximadamente un + 3‰ δ<sup>15</sup>N con respecto a los isótopos del

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

hueso (Finucane, 2007). Por lo que los datos de este estudio no sirven para ser comparados con los de este y otros estudios, dado que se han realizado en hueso.

Por otra parte, existen datos isotópicos obtenidos por el equipo de Bioantropología de la Universidad de La Laguna que estudiaron los posibles patrones de dieta de diversas poblaciones prehispánicas de Canarias, especialmente las de las Islas Occidentales. El primero de estos estudios se centra en la caracterización bioarqueológica de los individuos resultantes de la excavación del Acceso al Pescante de Vallehermoso, en La Gomera (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009), en este artículo se analizan diez muestras de colágeno de individuos de dicho depósito funerario, y se concluye una dieta mixta, predominantemente basada en vegetales de tipo C<sub>3</sub>, y complementada con aporte proteico que parece indicar, tanto mediante los análisis isotópicos como los de elementos traza, que es de tipo terrestre predominantemente, aunque sin descartar cierta cantidad de aporte marino.

En el citado trabajo se determinó entre otras variables los niveles de delta13 y delta15. Tal como señalan los autores, la ratio C:N del colágeno sólo estaba dentro del rango 2.9-3.6 (el recomendable para inferir con precisión aspectos dietéticos derivados del análisis de isótopos estables del colágeno) en 4 de las muestras analizadas, por lo que sólo hemos incluido esa cuatro muestras en el estudio del conjunto insular de esta tesis (Tabla VI.1).

Posteriormente, el equipo de investigación de Bioantropología de la ULL realizó una comparativa entre tres islas por medio de un estudio isotópico entre los individuos de La Lajura (El Hierro), el Barranco del Agua de Dios (Tenerife), un conjunto de muestras diversas de Gran Canaria, y una pequeña muestra de posibles elementos consumidos (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010). Este estudio quizás sea el más revelador para esta tesis doctoral, ya que establece patrones de consumo diferentes entre las tres poblaciones estudiadas. Todas las muestras de este estudio son válidas dentro de los criterios de calidad mencionados, de modo que, con la salvedad de las muestras de Gran Canaria (ya que no forman parte de las Islas Canarias Occidentales) y algunas muestras de El Barranco del Agua de Dios (que ya se analizaron para esta tesis doctoral siguiendo metodología reciente), han sido incluidas en esta sección.

Por último, el mismo equipo realizó un estudio centrado exclusivamente en la dieta de los aborígenes depositados en cuevas de Las Cañadas del Teide, con una amplia muestra de individuos de diferentes localizaciones (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011), este grupo muestral se analizó con la perspectiva cronológica, teniendo en cuenta que había individuos datados antes y después de la conquista, encontrando que, por lo general, los individuos previos a la conquista tenían valores más altos de  $\delta^{15}\text{N}$  y “menos negativos” de  $\delta^{13}\text{C}$  que los individuos posteriores a la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

conquista, demostrando que existen variaciones en la dieta relativas a la periodización del territorio. Todas las muestras de este estudio cumplían los criterios de calidad establecidos, y fueron hechas en el mismo analito (colágeno de hueso), por lo que fueron incorporadas a esta sección (Tabla VII.1).

#### **VI.1 Comparativa de los datos isotópicos entre Islas:**

Los estudios realizados antes de esta tesis ya apuntaban hacia diferencias regionales dentro de Tenerife (Tieszen et al., 1995) y diferencias interinsulares, especialmente en el caso de El Hierro, que tendría un patrón de dieta marina (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010).

Para proporcionar más datos al respecto en un corpus muestral amplio, hemos seleccionado todas las muestras válidas de esta tesis doctoral y de los estudios isotópicos previos realizados sobre restos humanos en las islas occidentales del archipiélago. Entendemos como muestras válidas aquellas que hayan sido hechas en el mismo tipo de tejido, en este caso, el hueso humano, por lo que quedan fuera estudios realizados en dentina. Y que además tengan una ratio de C:N comprendida entre 2,9 – 3,6, dado que es el estándar de calidad propuesto por Niro et al, (Schoeninger y De Niro, 1984). Debido a esto, quedan fuera de nuestro grupo muestral 10 muestras de La Gomera, todas las muestras de La Cucaracha de La Palma, una muestra del Barranco del Agua de Dios, y Todas las muestras de Arnay et al, (2009) salvo cuatro.

En la siguiente tabla se incluye todo el rango de muestras válidas de este estudio, además de los datos de  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , C(%), N(%) y C:N se incluye la isla de la que proviene la muestra, el yacimiento, la edad y el sexo (si se han podido determinar), y el estudio del que provienen:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ID	Site	Isia	Hueso	Sexo	Edad	δ13C	δ15N	%C	%N	Coll (%)	C:N	Fuente
BRI-7.1	Riscos del Tabaibal (Cave B)	La Gomera	Tibia	Male	Adulto	-20.1	11.5	45.5	16.3	18.1	3.3	Este Estudio
ULL-625.2	Riscos del Tabaibal (Cave 1)	La Gomera	Cúbito	Male	Adulto	-19.7	9.8	42.4	15.7	15.2	3.2	Este Estudio
ULL-629.50	Riscos del Tabaibal (Cave 5)	La Gomera	Humero	Male	Adulto	-19.7	9.9	41.9	15.0	1.3	3.3	Este Estudio
ULL-627.5	Riscos del Tabaibal (Cave 6)	La Gomera	Clavícula	Male	Adulto	-19.0	13.4	42.1	15.3	3.2	3.2	Este Estudio
CAB-18.1	El Juncal (Cave 3)	La Gomera	Humero	Female	Adulto	-20.8	9.7	39.5	16.1	2.6	2.9	Este Estudio
Cab-18.3	El Juncal (Cave 6)	La Gomera	Humero	Undet.	Subadulto	-21.6	9.1	39.9	13.9	7.0	3.3	Este Estudio
CAB-03/05/01	Anden de Guaje 1	La Gomera	Costilla	Undet.	Adulto	-20.3	10.3	42.3	15.5	15.3	3.2	Este Estudio
CAB-3.1	Anden de Guaje 2 (Cave J)	La Gomera	Fémur	Male	Adulto	-19.8	9.1	43.0	16.0	18.7	3.1	Este Estudio
CAB-3.2	Anden de Guaje 2 (Cave J)	La Gomera	Fémur	Female	Adulto	-19.7	9.9	42.9	16.0	15.7	3.1	Este Estudio
ULL-303.1	Los Polieros (Cave B)	La Gomera	Costilla	Undet.	Indet.	-19.7	8.9	45.1	16.2	6.0	3.3	Este Estudio
ULL-302.2	Los Polieros (Cave C)	La Gomera	Tibia	Male	Indet.	-19.5	10.2	41.1	15.1	12.1	3.2	Este Estudio
IZQ-8.3	Los Polieros (Cave E)	La Gomera	Tibia	Male	Adulto	-22.3	8.6	39.6	15.6	5.6	3.0	Este Estudio
IZQ-8.5	Los Polieros (Cave E)	La Gomera	Tibia	Male	Adulto	-19.5	10.4	42.1	15.6	19.2	3.2	Este Estudio
ULL-624.2	Lomito del Frontón (B)	La Gomera	Tibia	Female	Adulto	-21.2	9.6	39.6	15.4	6.8	3.0	Este Estudio
ULL-624.9	Barranco de Argaga (A)	La Gomera	Humero	Female	Adulto	-19.2	9.5	43.8	16.1	16.3	3.2	Este Estudio
C-100	La Cordillera (Cave G)	La Gomera	Tibia	Female	Adulto	-21.2	8.7	39.8	14.4	8.0	3.2	Este Estudio
ULL-744.1	La Cordillera (Cave 2)	La Gomera	Fémur	Female	Adulto	-19.9	9.2	42.2	15.4	5.8	3.2	Este Estudio

229

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

SIB-02.2	El Roque Baltazar (Cave 1)	La Gomera	Tibia	Male	Adulto	-20.8	8.8	39.5	15.7	7.6	2.9	Este Estudio
SIB-02.1	El Roque Baltazar (Cave 1)	La Gomera	Tibia	Female	Adulto	-19.4	9.0	42.7	15.9	12.4	3.1	Este Estudio
SANT-1	CEIP Santiago Apostol (1)	La Gomera	Tibia	Female	Adulto	-22.4	9.4	39.7	14.8	3.8	3.1	Este Estudio
ULL-295.9	Las Cerquitas (Cave 2)	La Gomera	Fémur	Female	Adulto	-19.3	9.2	46.0	16.8	5.4	3.2	Este Estudio
ULL-297.16	Las Cerquitas (Cave 6)	La Gomera	Húmero	Female	Adulto	-19.2	9.4	42.8	15.6	2.3	3.2	Este Estudio
CAB-06.1	Cabezo de los Toscones (1)	La Gomera	Clavicula	Undet.	Adulto	-19.2	10.2	46.4	16.8	13.7	3.2	Este Estudio
ULL-220	Riscos del Paridero (Cave B)	La Gomera	Tibia	Female	Adulto	-21.5	8.8	39.9	14.2	8.0	3.3	Este Estudio
ULL-223.1	Riscos del Paridero (Cave E)	La Gomera	Tibia	Female	Adulto	-19.6	9.8	42.9	15.7	5.9	3.2	Este Estudio
ULL-219.01	Riscos del Paridero (Cave E)	La Gomera	Tibia	Male	Adulto	-19.7	10.1	42.3	15.5	11.6	3.2	Este Estudio
ULL-259.1	Los Toscones (Cave 2)	La Gomera	Húmero	Male	Adulto	-19.7	9.9	42.0	15.5	14.6	3.2	Este Estudio
ULL-262.1	Los Toscones (Cave 1)	La Gomera	Húmero	Female	Adulto	-19.5	8.8	42.2	15.7	18.8	3.1	Este Estudio
ULL-327.5	Quebrada de la Sabina (1)	La Gomera	Tibia	Undet.	Adulto	-19.6	9.7	41.4	15.2	4.5	3.2	Este Estudio
ULL-327.61	Quebrada de la Sabina (1)	La Gomera	Tibia	Undet.	Adulto	-19.8	10.8	44.6	15.7	1.3	3.3	Este Estudio
MOR-1	Quebrada de la Sabina (E)	La Gomera	Tibia	Undet.	Indet.	-19.7	8.9	44.7	16.2	17.5	3.2	Este Estudio
ULL-365.16	Tejeleche (Cave 1)	La Gomera	Fémur	Undet.	Indet.	-22.6	9.7	40.1	13.1	4.8	3.6	Este Estudio
ULL-365.12	Tejeleche (Cave 1)	La Gomera	Fémur	Undet.	Indet.	-19.8	10.2	40.9	15.1	11.6	3.2	Este Estudio
TAG-91.2	Los Tejeleches (Cave 3)	La Gomera	Radio	Male	Adulto	-20.0	9.5	42.7	15.7	4.1	3.2	Este Estudio
ULL-326.1	Asomada del Cantero (1)	La Gomera	Tibia	Undet.	Indet.	-19.5	10.5	41.7	15.4	3.0	3.2	Este Estudio

230

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

CAB-II.1	Cañada de la Urona (1)	La Gomera	Clavicula	Female	Adulto	-19.7	9.6	44.5	15.8	2.6	3.3	Este Estudio
RAM-1.1	Cañada del Paridero (1)	La Gomera	Cráneo	Undet.	Subadulto	-19.7	9.4	45.6	16.5	12.6	3.2	Este Estudio
FER-3.7	Cañada de la Caleta (1)	La Gomera	Cúbito	Female	Adulto	-19.6	10.2	43.7	15.9	2.9	3.2	Este Estudio
SAN-01.1	Barranco las Puertitas (1)	La Gomera	Tibia	Male	Adulto	-19.3	11.4	46.6	16.7	16.7	3.3	Este Estudio
CAB-07/05.1	Banda de la Higuera (1)	La Gomera	Fémur	Undet.	Adulto	-19.2	10.0	42.9	15.7	13.6	3.2	Este Estudio
ULL-229.2	Cueva de los Huesos (1)	La Gomera	Cúbito	Female	Adulto	-19.2	10.2	43.1	15.8	15.0	3.2	Este Estudio
Moradas-4	Cueva de las Moradas (1)	La Gomera	Tibia	Undet.	Subadulto	-21.9	9.0	39.7	15.1	17.8	3.1	Este Estudio
MAG-01/08-1	El Risco del Bucio (Cave 1)	La Gomera	Costilla	Undet.	Indet.	-19.3	10.6	45.9	16.6	14.7	3.2	Este Estudio
Pesc-1	Pescante Valleh.	La Gomera	Tibia	Undet.	Adulto	-19.5	10.3	10.0	3.4	2.2	3.4	Arnay et al, 2009
Pesc-2	Pescante Valleh.	La Gomera	Tibia	Undet.	Adulto	-20.3	10.8	10.9	3.8	1.5	3.4	Arnay et al, 2009
Pesc-3	Pescante Valleh.	La Gomera	Tibia	Undet.	Adulto	-19.8	11.8	17.6	6.3	1.0	3.3	Arnay et al, 2009
Pesc-4	Pescante Valleh.	La Gomera	Tibia	Undet.	Adulto	-19.6	11.5	27.2	9.9	1.6	3.2	Arnay et al, 2009
Ind. 1	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adulto	-18.3	10.9	33.5	12.9	3.9	3.0	Arnay et al, 2010
Ind. 10	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adulto	-17.8	9.1	33.6	12.5	2.1	3.2	Arnay et al, 2010
Ind. 1032	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adulto	-18.2	10.2	39.2	14.2	2.6	3.0	Arnay et al, 2010
Ind. 11	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-17.9	10.1	32.9	12	2.1	3.2	Arnay et al, 2010
Ind. 12	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-19.8	9.1	35.6	13.3	3.5	3.2	Arnay et al, 2010
Ind. 15	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-19.7	9.2	39.2	15	6.5	3.1	Arnay et al, 2010

231

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Ind. 1556	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adulto	-18.1	10	33.7	12.9	4.5	3.1	Arnay et al, 2010
Ind. 17	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-17.9	10.7	30.3	11.4	1.5	3.3	Arnay et al, 2010
Ind. 1842	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adulto	-19.1	9.9	36.7	13.7	3.1	3.2	Arnay et al, 2010
Ind. 20	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adulto	-18.2	9.6	27.1	10.3	2.1	3.1	Arnay et al, 2010
Ind. 244	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adulto	-18.4	8.8	26.3	9.9	1.7	3.2	Arnay et al, 2010
Ind. 25	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-18.3	8.9	33.9	13	2.7	3.0	Arnay et al, 2010
Ind. 26	Lajura	El Hierro	Vertebra	Undet.	Adulto	-19.8	10	32.7	11.8	1.1	3.2	Arnay et al, 2010
Ind. 28	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-18	11	29.7	11.3	1.6	3.0	Arnay et al, 2010
Ind. 29	Lajura	El Hierro	Vertebra	Undet.	Adulto	-18.8	9.6	31.4	11.2	2	3.3	Arnay et al, 2010
Ind. 30	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-17.9	11.1	28.5	10.7	3.3	3.1	Arnay et al, 2010
Ind. 31	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-20.3	8.7	41.2	15.2	7.1	3.2	Arnay et al, 2010
Ind. 34	Lajura	El Hierro	Vertebra	Undet.	Adulto	-18.3	10.7	37.3	14	4.7	3.1	Arnay et al, 2010
Ind. 35	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-17.9	9.1	40	14.9	6.1	3.1	Arnay et al, 2010
Ind. 4	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-18.6	8.9	26.7	9.4	1.3	3.3	Arnay et al, 2010
Ind. 6	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-18.9	9	31.5	11.7	2.8	3.2	Arnay et al, 2010
Ind. 7	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adulto	-18.5	10.6	33.5	12.3	2.2	3.2	Arnay et al, 2010
Ind. 233	Letime	El Hierro	Tibia	Undet.	Adulto	-18.4	10.8	34.1	12.4	3.5	3.1	Arnay et al, 2010
Ind. 9	Letime	El Hierro	Tibia	Undet.	Adulto	-18.6	9.4	19.5	7.3	2.2	3.1	Arnay et al, 2010

232

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ES-123	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.9	9.4	39.8	14.8	2.1	3.1	Este Estudio
ES-247	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-21.7	10.0	40.2	13.6	2.0	3.4	Este Estudio
ES-244	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-21.0	10.0	40.2	13.6	6.1	3.5	Este Estudio
ES-76-III-129	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-22.0	9.0	40.1	13.0	2.4	3.6	Este Estudio
ES-16	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-21.8	6.1	40.2	12.9	5.8	3.6	Este Estudio
ES-124	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-21.4	9.6	40.1	13.3	5.7	3.5	Este Estudio
ES76-II-76	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-21.9	10.2	40.0	13.5	4.1	3.5	Este Estudio
ES-76VI-117	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-21.0	10.4	40.1	13.3	5.1	3.5	Este Estudio
ES-76VI-82	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.9	10.2	39.7	15.2	5.2	3.0	Este Estudio
ESP-76III46	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.6	8.2	39.8	14.4	3.8	3.2	Este Estudio
ESP-76-VIII-II	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.2	9.2	39.6	15.3	3.4	3.0	Este Estudio
ES135	El Espigón	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.6	8.8	39.7	14.9	10.3	3.1	Este Estudio
CA-20	Cueva del Agua	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-19.9	8.7	39.8	14.6	1.7	3.2	Este Estudio
CA-23	Cueva del Agua	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.2	9.4	40.1	13.0	3.5	3.6	Este Estudio
CA-30	Cueva del Agua	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.3	10.1	39.7	15.1	7.1	3.1	Este Estudio
HM-88-11-321	Huerto de los Morales	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.3	9.7	40.1	13.2	5.1	3.5	Este Estudio
HM-402	Huerto de los Morales	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-21.1	9.7	39.9	13.9	2.1	3.4	Este Estudio
HM-88-1-368	Huerto de los Morales	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-21.2	9.7	40.1	13.1	11.0	3.6	Este Estudio

233

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

HM-372	Huerto de los Morales	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.1	9.1	40.0	13.4	6.8	3.5	Este Estudio
HM-350	Huerto de los Morales	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.6	11.2	40.4	12.9	2.5	3.6	Este Estudio
HM88/I/320	Huerto de los Morales	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.5	8.3	40.0	13.7	4.3	3.4	Este Estudio
HM88/I/388	Huerto de los Morales	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-22.6	9.5	39.7	15.1	4.5	3.1	Este Estudio
SCAS464	Salto de Casimiro	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.2	7.9	40.4	13.7	1.7	3.4	Este Estudio
SCAS-71-520	Salto de Casimiro	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.4	7.7	40.2	13.4	2.3	3.5	Este Estudio
SCAS71/III/435	Salto de Casimiro	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.5	9.6	40.2	13.6	4.8	3.4	Este Estudio
SCAS71/I/574	Salto de Casimiro	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.2	7.6	39.7	15.0	9.0	3.1	Este Estudio
SCAS71/I/479	Salto de Casimiro	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.2	9.0	39.7	15.2	15.6	3.0	Este Estudio
BRI-196-84	Briestra	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.6	9.3	39.9	14.3	4.7	3.3	Este Estudio
BRI-96-1-102	Briestra	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.3	9.4	39.9	14.2	6.2	3.3	Este Estudio
BRI-138	Briestra	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.9	10.4	40.0	13.6	1.0	3.4	Este Estudio
BRI96/I/III	Briestra	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.4	10.0	39.5	15.8	15.4	2.9	Este Estudio
PAS73	Los Pasitos	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-21.0	10.0	40.1	13.1	2.5	3.6	Este Estudio
PAS72	Los Pasitos	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.7	9.5	40.1	13.2	3.8	3.5	Este Estudio
PAS-55	Los Pasitos	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.9	9.2	40.2	13.7	4.2	3.4	Este Estudio
PAS87/I/48	Los Pasitos	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.3	8.4	39.6	15.6	3.0	3.0	Este Estudio
PAS87-58	Los Pasitos	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-21.0	9.8	40.2	13.7	3.7	3.4	Este Estudio

234

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

LGII	Los Gomerros	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-21.8	9.9	40.1	13.1	6.8	3.6	Este Estudio
LGI	Los Gomerros	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-20.8	9.9	39.9	14.1	5.2	3.3	Este Estudio
Caboco del Pic.	Los Pedregales	La Palma	Costilla	Undet.	Adulto	-19.6	9.0	40.4	12.8	2.5	3.6	Este Estudio
CPD9	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-18.9	10.2	40.1	13.0	10.0	3.6	Este Estudio
CPD2	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adulto	-20.3	9.5	39.9	14.3	5.4	3.3	Este Estudio
CPD5	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adulto	-20.4	10.0	39.7	14.9	2.9	3.1	Este Estudio
CP35	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-20.8	8.9	39.6	15.4	3.4	3.0	Este Estudio
CP46	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-20.5	9.3	40.1	13.2	7.1	3.6	Este Estudio
CP67	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-20.5	8.4	39.8	14.7	10.3	3.1	Este Estudio
CP49	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-21.2	9.7	39.4	16.6	6.8	2.9	Este Estudio
CP54	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-20.9	9.2	40.1	13.0	5.0	3.6	Este Estudio
CP69	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-19.7	9.6	39.5	16.2	1.7	2.9	Este Estudio
CPD12	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adulto	-21.1	8.8	39.8	14.3	6.1	3.2	Este Estudio
CP34	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-20.9	7.6	39.9	14.3	3.8	3.3	Este Estudio
CP42	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-20.8	8.9	39.8	14.4	4.6	3.2	Este Estudio
CP36	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adulto	-21.0	9.0	39.8	14.6	7.6	3.2	Este Estudio
CP38	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-20.4	9.4	39.8	14.6	3.9	3.2	Este Estudio
CPD10	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adulto	-20.8	9.5	39.7	15.0	14.9	3.1	Este Estudio

235

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

CP65	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-20.9	9.6	39.8	14.3	6.8	3.2	Este Estudio
CPD3	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adulto	-19.8	10.0	39.9	14.1	4.1	3.3	Este Estudio
CP35/58	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-20.4	9.7	39.8	14.6	3.8	3.2	Este Estudio
CP47	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adulto	-20.2	9.0	39.8	14.3	4.1	3.2	Este Estudio
CP51	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-21.0	9.3	39.4	16.5	4.3	3.2	Este Estudio
CP33	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adulto	-20.5	9.7	39.8	14.7	8.0	3.0	Este Estudio
CP53	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adulto	-21.8	10.3	39.4	16.5	5.1	2.9	Este Estudio
TEN-01	El Portillo	Tenerife (Alt.)	Cráneo	Male	Adulto	-19.4	12.3		15.2		3.2	Este Estudio
TEN-02	El Salitre	Tenerife (Alt.)	Mandíbula	Male	Adulto	-19.8	9.8	41.2	15.0		3.2	Este Estudio
TEN-03	La Angostura	Tenerife (Alt.)	Mandíbula	Male	Adulto	-18.8	11.9	42.1	15.2		3.2	Este Estudio
TEN-04	La Angostura	Tenerife (Alt.)	Mandíbula	Male	Adulto	-19.4	13.2	42.7	15.4		3.2	Este Estudio
TEN-05	Roque Blanco	Tenerife (Alt.)	Mandíbula	Male	Adulto	-18.9	11.4	46.9	17.7		3.1	Este Estudio
TEN-06	Roque Blanco	Tenerife (Alt.)	Mandíbula	Male	Adulto	-20.1	10.3	42.2	15.3		3.2	Este Estudio
Ang. 1	Angostura	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adulto	-18.8	11.7	34.7	13.5	4.9	3	Arnay et al, 2011
Ang. 2	Angostura	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adulto	-20	11.7	33.7	12.5	4.5	3.1	Arnay et al, 2011
Ang. 3	Angostura	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adulto	-19	9.7	34.5	13.5	5.7	3	Arnay et al, 2011
Ang. 4	Angostura	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adulto	-18.7	11.7	33	12.8	3.7	3	Arnay et al, 2011
Ang. 5	Angostura	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adulto	-19.3	12.4	32.1	12.4	2.7	3	Arnay et al, 2011

236

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Ca. 77-8	Cascajo	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Subadulto	-20.2	10.7	17.8	6.3	1.1	3.3	Arnay et al, 2011
Ind. 6	Montana Blanca	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adulto	-19.5	12.2	29.5	10.7	1.8	3.2	Arnay et al, 2011
A 34	Portillo	Tenerife (Alt.)	Coxal	Male	Adulto	-19.7	11.7	30	11.7	2.6	3	Arnay et al, 2011
B 82	Portillo	Tenerife (Alt.)	Axis	Female	Adulto	-20.5	8.5	42	15.6	13	3.1	Arnay et al, 2011
C 34	Portillo	Tenerife (Alt.)	Costilla	Female	Adulto	-20.4	8.2	41.2	15.5	14.1	3.1	Arnay et al, 2011
D 17	Portillo	Tenerife (Alt.)	Coxal	Male	Adulto	-20	9.6	24.6	9	1.3	3.2	Arnay et al, 2011
Sal.1	Salitre	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adulto	-19.5	10	29.5	6.1	1.4	3.2	Arnay et al, 2011
Sal. 2	Salitre	Tenerife (Alt.)	Tibia	Female	Adulto	-19.4	9.3	28	10.7	2.6	3	Arnay et al, 2011
Sal. 3	Salitre	Tenerife (Alt.)	Tibia	Female	Adulto	-20.3	9.8	36.6	14.8	7.1	2.9	Arnay et al, 2011

**Tabla VI.1:** Total de muestras de las Islas Canarias Occidentales, además de los datos de  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\text{N}(\%)$  y  $\text{C:N}$  se incluye la isla de la que proviene la muestra, el yacimiento, la edad y el sexo (si se han podido determinar), y el estudio del que provienen.

237

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

En total, disponemos de 152 muestras válidas repartidas en 4 islas. Dentro de Tenerife, sin embargo, se han separado los individuos estudiados que pertenecen a yacimientos de las medianías/costa (en concreto los del Bco. del Agua de Dios) y los individuos inhumados en las Cañadas del Teide. Esto se debe al hecho que el entorno de Alta Montaña de Tenerife aglutina una serie de singularidades con respecto a su forma de habitación y aprovechamiento de recursos que hacen que destaque como un “medio diferente”, al del resto de la isla, como lo haría la vertiente sur de Tenerife también, de disponer de muestras. Además, en las cañadas se concentran los individuos con valores más altos de nitrógeno de todo el archipiélago<sup>18</sup>, como se puede ver en la sección dedicada a la dentina incremental y en Arnay et al, (2011), esto tiene diversas implicaciones que discutiremos más adelante.

La media de todo el grupo muestral en cuanto a nitrógeno es de  $\delta^{15}\text{N} = 9.8\text{‰} (\pm 1.03)$ , mientras que la media de carbono es de  $\delta^{13}\text{C} = -20.0\text{‰} (\pm 1.05)$ . En general, podemos afirmar desde el primer momento que, de promedio, la dieta de los aborígenes parece estar compuesta en su elemento base de elementos terrestres en cuanto a proteína, y un consumo principal de plantas  $\text{C}_3$ , si tenemos cuenta el incremento trófico de +3-4‰ para los datos de  $\delta^{15}\text{N}$  y de +1-2‰ para el caso del  $\delta^{13}\text{C}$ <sup>19</sup> encontramos una correspondencia con los datos de fauna presentados en la sección de La Gomera de este estudio, con unos valores medios de  $\delta^{15}\text{N} = 6.4\text{‰} (\pm 1.6)$ , y  $\delta^{13}\text{C} = -19.3\text{‰} (\pm 0.9)$  es decir, que en efecto, **de promedio**, podemos afirmar que la población de las Islas Canarias occidentales es consumidora de proteínas terrestres como elemento primario, posiblemente derivadas de las cabras y ovejas traídas desde el continente norteafricano en los primeros momentos de la colonización.

Las especies vegetales resultan más complicadas de interpretar, dado que, en primer lugar, el colágeno, al ser un aminoácido sintetizado de las proteínas ingeridas, tiende a reflejar también un cierto “input” de las proteínas consumidas. Por lo que debemos tener en cuenta que al carbono que proviene del consumo directo de elementos vegetales se le añade una cantidad (aún no especificada) de carbono proveniente de la proteína consumida (en este caso, la proteína del animal terrestre). Por lo que no se puede establecer una relación trófica directa con una especie como se ha hecho en el caso de los datos de fauna. El principal aporte a la dieta de los cereales son los carbohidratos, y el colágeno (nuestro analito) es una proteína, por lo que el

<sup>18</sup> Con permiso de una de las muestras de La Gomera (ULL-627.5), que cuenta con el valor de nitrógeno más alto de toda esta tesis doctoral ( $\delta^{15}\text{N}=13,4$ ), además de ser la muestra humana más antigua de todo este estudio.

<sup>19</sup> Como se ha podido ver en la sección de Los Isótopos estables de esta tesis (pág 39), y también en (Schoeninger and De Niro, 1984) y (Farquhar et al., 1989).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

estudio de la dieta empleando isótopos en colágeno siempre viene a representar principalmente las proteínas en la dieta (Ambrose et al., 1993)

Como indican las fuentes arqueológicas de todas las islas estudiadas, se han encontrado semillas de *Hordeum vulgare* en todas las islas occidentales, por lo que no resulta descabellado asumir el consumo de este elemento como uno de los principales elementos vegetales de la dieta de los aborígenes. El estudio realizado por Arnay-de-la-Rosa et al., (2010) sobre las posibles fuentes de alimentación revelaba unos datos para la cebada de  $\delta^{15}\text{N} = 3.4\%$ , y  $\delta^{13}\text{C} = -25\%$ , unos datos bastante consecuentes con los de una planta de tipo  $\text{C}_3$ . Por desgracia, no contamos con información isotópica de elementos silvestres, ya sean  $\text{C}_3$  o CAM, para poder compararlos con nuestra muestra.

Sin embargo, aunque el perfil medio de todos los datos (n=152) sea este, existen diferencias notables entre los valores de cada isla, que debemos observar con detenimiento.

Para comprobar si existen diferencias significativas entre las zonas estudiadas, decidimos realizar una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con los valores de cada isla (y de la Alta Montaña de Tenerife) observados de forma independiente:

Isla	$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$		
	Casos	Media	St dev	Casos	Media	St dev
La Gomera	47	-20.0	0.92	47	9.9	0.94
La Palma	39	-20.8	0.64	39	9.3	0.94
El Hierro	24	-18.6	0.70	24	9.8	0.79
Tenerife (Med)	22	-20.6	0.60	22	9.3	0.63
Tenerife (Alt)	20	-19.6	0.57	20	10.8	1.40
Kruskall-W	H	p-val		H	p-val	
	79.28	0.000		20.36	0.000	

**Tabla VII.2:** Test no paramétrico de Kruskal-Wallis entre las medias de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por cada contexto insular.

Como podemos comprobar, el análisis es significativamente estadístico en ambos casos, con un intervalo de confianza (p) de 0.00 para ambos isótopos, tanto carbono como nitrógeno. Esto implica que no todas las medias para los grupos seleccionados son iguales, y existen **diferencias significativas entre los valores isotópicos de cada isla**, y por tanto, en la **alimentación y condiciones de vida de los aborígenes**.

Las medias de los diferentes grupos son bastante similares, especialmente en lo que respecta a los datos de nitrógeno, aunque con algunas diferencias interinsulares. La media de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

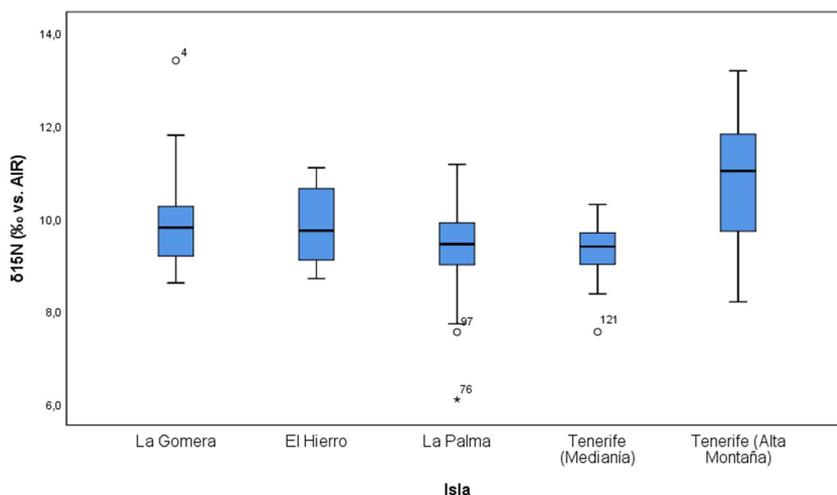
Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

$\delta^{15}\text{N}$  más alta es, con diferencia (+1.36), la de los individuos de los contextos funerarios de Las Cañadas del Teide. Esto no solo corrobora la hipótesis planteada en la sección de esta tesis dedicada a comparar los dos grupos estudiados de la isla de Tenerife (página 212), que proponía una dieta diferencial para los individuos que realizaban actividades en la zona de alta montaña, sino que, además, establece esta diferencia en el contexto de todas las islas occidentales. Cierto es, sin embargo, que, una vez añadidos los datos de otros estudios sobre individuos de Las Cañadas (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010) también presenta la mayor desviación típica de toda la muestra, por lo que debemos interpretar estos datos con cautela.



**Figura VI.1:** Diagrama de caja y barras mostrando los datos de  $\delta^{15}\text{N}$  por isla estudiada.

Los datos de carbono resultan, sin embargo, más reveladores, podemos comprobar que, a rasgos generales, las medias de los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  difieren en todos los contextos insulares, salvo en dos grupos muestrales, el grupo del Barranco del Agua de Dios de Tenerife, y las medias de todo el grupo muestral de La Palma. El resto de las islas presentan datos que presentan diferencias significativas.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

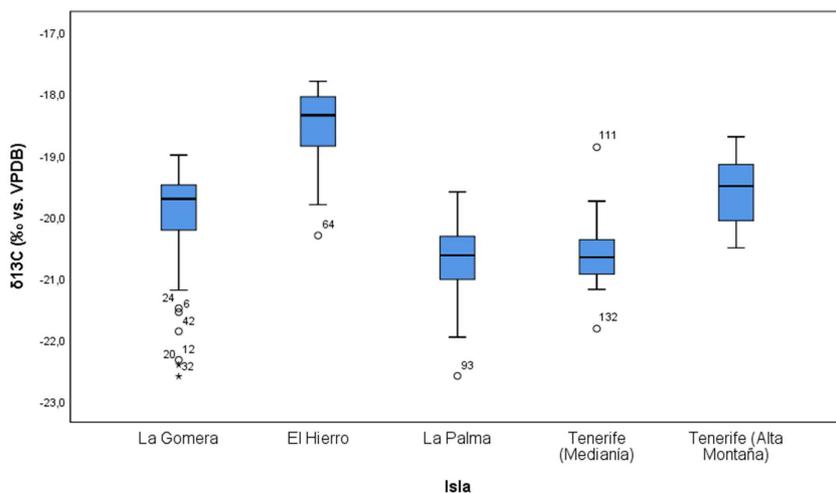


Figura VI.2: Diagrama de caja y barras mostrando los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  por isla estudiada.

Llegados a este punto, y como ocurrió al comparar los datos isotópicos de La Gomera en una escala temporal (página 113), hay que reiterar que el entorno vegetal de las Islas Canarias durante la época aborígen es un **entorno restringido mayormente a plantas de tipo C<sub>3</sub>, y Crasuláceas (CAM)**, siempre se encontraran datos isotópicos con valores de consumo de vegetales de este tipo, con predominio de las C<sub>3</sub>, ya que las plantas CAM tienden a estar poco representadas en el registro isotópico, debido a que sus valores isotópicos se entremezclan con los de las plantas C<sub>3</sub> (Farquhar et al., 1989). Al ver los datos de los recursos vegetales aprovechados en todo el archipiélago, se puede observar cómo Esto implica, como ocurría con la escala cronológica, que los **cambios y diferencias inter poblacionales serán siempre de tipo discreto**, de encontrar individuos con valores de  $\delta^{13}\text{C}$  correspondientes a plantas de tipo C<sub>4</sub>, sabríamos de inmediato que esos individuos no pertenecen al entorno prehispánico de las Islas Canarias, dado que las plantas de este tipo (como el maíz, el mijo, o el sorgo) pertenecen a otro tipo de entornos climáticos, y tienen otros valores de  $\delta^{13}\text{C}$  (Touzeau et al., 2014).

Lo que podemos observar, por tanto, en este estudio, son diferencias de consumo dentro del mismo rango de especies. Quizás una isla, o zona geográfica de una isla, tenga una mayor dependencia de los productos cereales, u otra de los elementos de la recolección, lo que explicará las diferencias en los valores de carbono, para estudiar esto con profundidad, será necesario, como línea temática de investigaciones futuras, realizar estudios isotópicos de todas

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

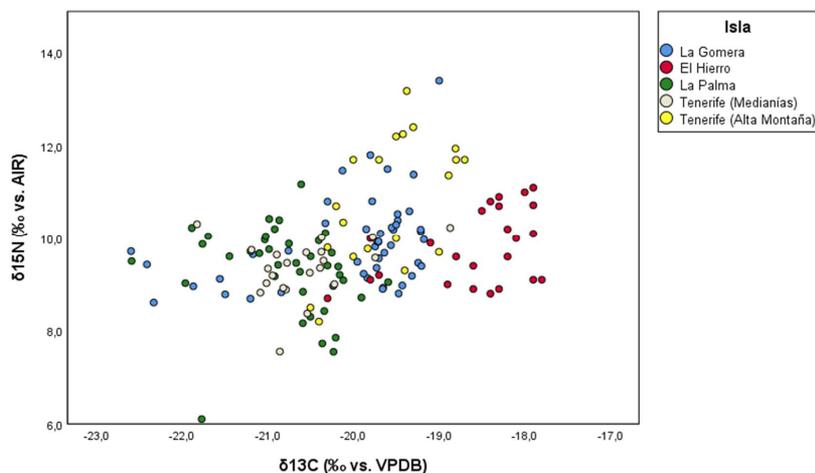
Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

las especies que sabemos fueron consumidas por los aborígenes, para así poder crear una **línea base (“baseline”)** de plantas consumidas.



**Figura VI.3:** Gráfico de dispersión con los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por isla estudiada.

Como veíamos en el test no paramétrico de Kruskal-Wallis, las medias poblacionales en cuanto al  $\delta^{13}\text{C}$  (eje “X”, u horizontal) presentan diferencias acusadas, podemos ver, en primer lugar, como los valores de La Palma ( $\delta^{13}\text{C} = -20.8 \pm 0.6$ ), y las medianías/costa de Tenerife (El Bco. del Agua de Dios) se agrupan ( $\delta^{13}\text{C} = -20.6 \pm 0.6$ ), Y como los valores de La Gomera ( $\delta^{13}\text{C} = -20.0 \pm 0.9$ ), si bien similares, presentan una dispersión muy acusada de datos, que hace que muchas muestras sean además “menos negativas” que las medias de La Palma y Tenerife; lo mismo que sucederá con los valores de Las Cañadas del Teide ( $\delta^{13}\text{C} = -19.6 \pm 0.57$ ). Por último, observamos como los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de El Hierro forman, en su mayoría, un subconjunto muy diferenciado del resto de casos ( $\delta^{13}\text{C} = -18.6 \pm 0.7$ ).

Por otra parte, los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  resultan muy similares en todos los casos, como podemos ver tanto en el gráfico de dispersión como en la prueba estadística, con la salvedad de los datos de Las Cañadas del Teide, como ya hemos mencionado.

Estos datos nos permiten reflexionar acerca de las diferentes realidades insulares, siempre teniendo en cuenta las limitaciones de la muestra escogida, tales como el tamaño muestral, la región geográfica escogida, etc. Para el conjunto de datos de La Palma y las medianías de Tenerife nos encontramos con grupos homogéneos de poblaciones asociadas a unidades geomorfológicas concretas (como son los barrancos), los individuos depositados en la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

necrópolis de El Espigón (la necrópolis con el mayor número de casos estudiados de esta isla) y los depositados en El Barranco del Agua de Dios comparten ciertas similitudes en cuanto a la zona de depósito de los cuerpos, esto es, una necrópolis en cueva en un barranco que tiene tanto registros arqueológicos de usos de habitación como de captación de recursos. Por lo que las similitudes entre ambos grupos pueden explicarse teniendo en cuenta que se tratan de grupos que emplean el territorio de maneras muy similares.

El conjunto muestral de La Gomera presenta algunas dificultades en cuanto a su interpretación, ya que si bien los valores son similares, presentan una mayor dispersión, lo cual se corrobora con la propia dispersión del registro antropológico, que no se trata de depósitos de conjuntos de individuos, sino de cuevas funerarias con uno o dos individuos, salvo excepciones. Los valores isotópicos, por lo tanto, corresponderán a individuos con diferentes actividades y acceso a recursos, existen, por ejemplo casos con claros indicios de dieta marina entre la población de La Gomera (como es el caso del individuo ULL-627.5), por lo que nuestra variabilidad de resultados se debe, sin duda, a la propia variabilidad de las muestras.

El entorno de la Alta Montaña de Tenerife merece una consideración aparte, debido a que tiene, de promedio, los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  más altos de toda la muestra. Como sabemos por la información arqueológica, aunque la población que encontramos depositada en cuevas funerarias con toda seguridad practicaba el pastoreo como actividad primaria de subsistencia (Diego Cuscoy, 2008), existen indicios recientes de transporte y consumo de alimentos de otro tipo a la zona de Alta Montaña, como la *Visnea mocanera* y el *Hordeum vulgare* (Morales Mateos et al., 2021) e incluso recursos malacológicos (Arnay-de-la-Rosa et al., 2019).

Además, debemos tener en cuenta la hipótesis anteriormente expuesta en esta tesis doctoral, con respecto a los análisis isotópicos en la dentina incremental (página 185). Es muy posible que los individuos inhumados en las diferentes cuevas de Las Cañadas del Teide sean individuos que provienen de diferentes grupos poblacionales, de sus respectivos lugares de origen en otras partes de la isla, y que cada cueva de enterramiento corresponda a un grupo determinado, por lo que no sería de extrañar que, entre el conjunto muestral de Las Cañadas del Teide, encontremos individuos con unos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  tan variados, dado que pertenecerían a grupos de población diferentes.

El Hierro es quizás el conjunto muestral que más llama la atención, dado que toda la población tiene unos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  completamente diferentes al resto de las muestras de otras islas. El trabajo donde aparecen por vez primera estos resultados menciona la posibilidad de que se trate de individuos cuya dieta tiene una mayor importancia de los recursos marinos que en el

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

resto de las islas (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010). Esta hipótesis se ve reforzada por los estudios realizados en esta tesis doctoral, en concreto, proponemos el consumo de fauna malacológica e ictiofauna de poca profundidad, dado que los análisis isotópicos realizados sobre ejemplares actuales de estas especies (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010; Tieszen et al., 1995) presentan restos de este tipo de fauna con unos valores relativamente bajos de nitrógeno, posible indicativo de una baja posición en la cadena trófica marina, y que serían consumidos en el caso de El Hierro, con mayor frecuencia que en el resto de las islas.

#### **VI.2 Los resultados de isótopos estables de las islas occidentales en relación con el sexo de los aborígenes:**

Las disciplinas arqueológica y antropológica siempre han propuesto una división sexual en los modos de vida de la sociedad aborígen, en cuanto a la organización social, en la división del trabajo, e incluso en los patrones de dieta. Los resultados de análisis de actividad física prueban que, para el caso de Gran Canaria, la población masculina y femenina posiblemente ejercerían diferentes tipos de actividad física (Santana Cabrera et al., 2015, 2011), prueba de que, efectivamente, existe, al menos para esta isla una diferencia en la ordenación social, en la que el hombre tendría una posición privilegiada frente a la mujer (Santana Cabrera, 2018). Del mismo modo, los análisis de elementos traza realizados sobre restos antropológicos de Gran Canaria revelan que esta desigualdad también se vio reflejada en la alimentación (Velasco-Vázquez, 1998), y, además, el análisis de las piezas dentales de los aborígenes de Gran Canaria revelan una posible alimentación diferencial también en ambos sexos, las mujeres siendo mayores consumidoras de elementos vegetales (Delgado-Darias, 2001).

Estos estudios están realizados sobre la sociedad prehispanica de Gran Canaria, una población que, desgraciadamente, no entra en nuestra muestra de estudio, aunque sí puede servirnos como referente para realizar aproximaciones hipotéticas sobre nuestros datos. Para las islas occidentales, los dos casos con una mayor cantidad sobre las diferencias sexuales en la dieta de los aborígenes probablemente sean la isla de El Hierro, gracias a la excavación de la necrópolis de La Lajura (Ruiz González et al., 1999; Velasco-Vázquez et al., 2005), y la isla de La Gomera, mediante la aproximación paleodietaria realizada por María Castañeyra en su tesis doctoral (Castañeyra-Ruiz, 2015).

Para la isla de El Hierro se realizan análisis de oligoelementos en los restos excavados de la montaña de La Lajura, demostrando que existen ciertas diferencias en la alimentación de hombres y mujeres, siendo la dieta de estas más rica en vegetales y especies marinas que la de los hombres (Velasco-Vázquez et al., 2001, 1998).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

En esta tesis doctoral se ha incluido información de diferentes contextos antropológicos, algunos incluyendo la variable “sexo” y otros sin esta, debido a las particularidades de los registros estudiados. Durante los casos experimentales de La Gomera (página 102) y El Barranco del Agua de Dios (página 172) se realizaron pruebas no paramétricas para observar si existía diferencia entre los valores isotópicos según el sexo de los individuos. En ambos casos resultaron diferencias no significativas tanto para el caso de los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  como de  $\delta^{15}\text{N}$ .

Existen diferentes condiciones por las que puede no existir una diferencia significativa entre los valores isotópicos y el sexo de las población estudiadas, el primero podría deberse a que, efectivamente, no exista diferencia entre la dieta de la población masculina y la femenina de la muestra, aunque otras sociedades con dietas pre industriales suelen tener diferencias en la dieta, y esto se refleja en los isótopos, reflejando, usualmente, una dieta más rica en proteínas para la población masculina (Brenner Coltrain y Janetski, 2013). No tiene por qué ser esta la misma situación para la sociedad aborigen, aunque, como hemos visto diversos estudios han planteado estas diferencias para la población prehispánica de las islas (Delgado-Darias, 2001; Velasco-Vázquez et al., 1997)

Sin embargo, una posible razón por la que podemos no haber encontrado significación estadística a la hora de establecer una prueba de Mann Whitney entre los valores isotópicos y los datos de sexo puede ser el reducido tamaño muestral de los grupos analizados. En los datos isotópicos de La Gomera esto fue aún más acusado, ya que no existe significación estadística por muy poco (página 111), y se podía observar en las muestras de dicha isla como los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  los hombres eran, de promedio, un delta (+1 $\delta$ ) más altos que los valores de las mujeres.

Debemos, sin embargo, realizar una valoración crítica interna a estos análisis, ya que el sexo se ha obtenido en varias ocasiones por medio del empleo de funciones discriminantes propias, como puede verse en los trabajos publicados recientemente con estas poblaciones (Carballo Pérez et al., 2021; Sánchez Cañadillas et al., 2021). Las funciones discriminantes pueden ser útiles hasta cierta medida para establecer el sexo de determinadas poblaciones, pero se debe tener en cuenta que muchas funciones discriminantes son específicas para una población concreta<sup>20</sup> (Alemán Aguilera, 1997; Alemán Aguilera et al., 2000), y pueden no ser correctas en nuestras muestras, ya que provienen de una población genéticamente distinta y unos modos de vida igualmente diferentes, de modo que las valoraciones sobre el sexo deben ser siempre tenidas en cuenta de forma cautelara.

<sup>20</sup> En el caso de Alemán Aguilera et al. (1997,2000) una población de origen europeo-mediterráneo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Una vez establecido esto, y con el interés de concretar si, en efecto, la inexistencia de un valor significativo ante la hipótesis “son los datos isotópicos diferentes de los datos de sexo”, se debía al bajo tamaño muestral, se tomaron todos los datos de esta tesis en conjunto para obtener un valor “n” mayor, y someterlas a la misma prueba estadística, independientemente de la isla de la que provengan.

Sexo	$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$		
	Casos	Media	St dev	Casos	Media	St dev
Hombre	43	-20.0	0.82	43	10.3	1.32
Mujer	28	-20.2	0.81	28	9.4	0.52
Mann-W	U	p-val		U	p-val	
	511	0.284		328	0.001	

**Tabla VI.3:** Prueba de U Mann-Whitney entre los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por sexo.

Como podemos observar, con un número de casos mayor ( $n=71$ ) los datos de nitrógeno resultan significativos (con un intervalo de confianza del 95%), y podemos afirmar que, en toda la población estudiada, **existe una diferencia significativa entre los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y el sexo de los individuos estudiados.**

*¿Significa esto que los hombres de la sociedad aborigen tenían una dieta diferente (en cuanto al consumo de elementos proteicos) que las mujeres?*

Lo cierto es que los cambios en el nitrógeno son lo suficientemente diferentes como para argumentar que existe, en principio, cierta diferencia en la alimentación de ambas poblaciones. Sin embargo, son necesarias algunas consideraciones a tenor de estos datos.

En primer lugar, no podemos obviar la alta variabilidad de los datos de los hombres, en este grupo muestral nos encontramos con casos que tienen valores de  $\delta^{15}\text{N}$  muy altos (ULL-627.5, Ang.5, TEN-04), y que, por lo tanto, tienden a aumentar la media poblacional, estos casos pueden ser los responsables de esta desviación típica.

Por otra parte, existen estudios que relacionan paleodieta (estudiada a través de isótopos estables) y estatus social, en los que, efectivamente, se concluye que para algunas poblaciones prehistóricas, la diferencia significativa entre los valores de nitrógeno por sexos estudiados es indicativo de una diferencia en la alimentación en los dos sexos (Laffranchi et al., 2019; White et al., 2020). Coincidiendo en el mayor consumo de elementos proteicos por parte de los hombres que en las mujeres.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Uno de los argumentos que se esgrimen para tratar esta cuestión es la alusión a la actividad pastoril como principalmente masculina, de ser cierta esta hipótesis, tendría sentido este incremento del nitrógeno en forma de la mayor asiduidad en el consumo de productos derivados de la proteína terrestre, que no pueden estar circunscritos al animal en sí mismo, sino también a productos derivados del mismo.

Sin embargo, la existencia de depósitos funerarios de mujeres en Las Cañadas del Teide es un indicador de lo contrario, y expondría una realidad de la economía pastoril diferente, en la que todo el grupo familiar, o al menos determinados individuos con capacidad productiva del mismo, hombres y mujeres, se desplacen a la alta montaña para participar de las actividades económicas ligadas a ella, y que podría implicar que ambos tienen el mismo estatus y, posiblemente la misma dieta. Sin embargo, también existe la posibilidad de que los individuos estudiados en Las Cañadas pertenezcan a un periodo cronológico tardío en la ocupación aborigen, como evidencian las dataciones radiocarbónicas (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017), y que se trate de población que accede al territorio de alta montaña por razones de resiliencia debidas a la escasez de recursos naturales, o a la presión de otros grupos demográficos, sean endógenos u exógenos. Esta hipótesis de la mayor presencia de la población aborigen de Tenerife en Las Cañadas del Teide en los momentos finales de la ocupación ya ha sido expuesta en diferentes trabajos de investigación (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011).

En nuestra muestra de alta montaña existe, en efecto, una diferencia en la dieta de los individuos femeninos, tanto para los datos de carbono como los de nitrógeno, pero es un tamaño muestral ínfimo (n mujeres = 4), por lo que no es recomendable elaborar conclusiones definitivas sobre la población de alta montaña.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

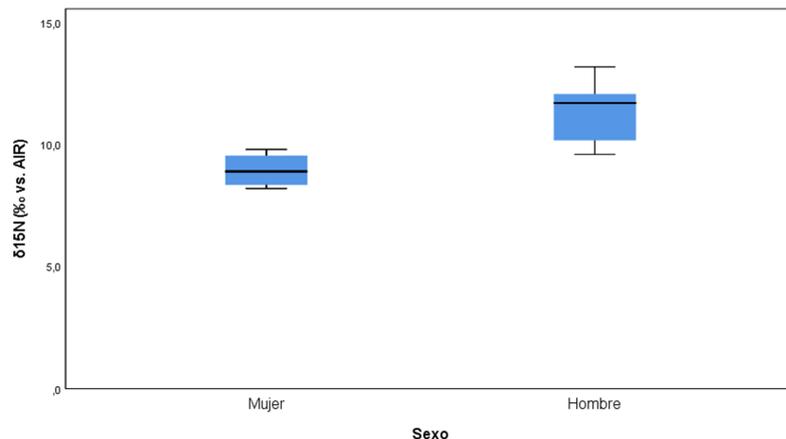
Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



**Figura VI.4:** Diagrama de Caja y barras con las medias de  $\delta^{15}\text{N}$  de las muestras de Las Cañadas del Teide por sexo.

Los estudios realizados sobre paleodieta en el archipiélago que emplean otras metodologías, como el análisis de las patologías dentales, han revelado una posible diferencia entre las dietas de hombres y mujeres, que estaría marcada por una mayor asiduidad en el consumo de elementos vegetales por parte de las mujeres (Delgado-Darias, 2001), del mismo modo, los análisis de elementos traza revelan una mayor proporción de elementos vegetales y marinos en la dieta de las mujeres, siendo significativos en el caso de El Hierro (Velasco-Vázquez et al., 1997), y no significativos en La Gomera (Castañeyra-Ruiz, 2015).

Vistas estas evidencias, resulta plausible corroborar, mediante el análisis isotópico las hipótesis acerca de una dieta diferencial en las Islas Canarias Occidentales en conjunto. Sin embargo, en vista que se dispone, por el momento, de un número muestral muy bajo para abordar cada isla por separado, solo se puede afirmar que, a nivel estadístico, existen diferencias significativas entre las medias de los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  entre hombres y mujeres a nivel de toda la población estudiada (nivel regional), no siendo este el caso para cada subgrupo muestral (nivel insular). Por lo que, si bien es cierto que los datos en conjunto apuntan a un mayor consumo de proteínas animales en el caso de los hombres que en las mujeres, necesitamos un mayor número de análisis, a ser posible contando con la variable cronológica, para poder concretar y afirmar esta hipótesis. Estos datos podrían estar vinculados a una mayor movilidad y vinculación con el ganado en el caso de la población masculina, y una mayor fijación al territorio y a la dependencia de recursos próximos al entorno de habitación en el caso de la población femenina.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Sin embargo, determinados marcos territoriales, como Las Cañadas del Teide, evidencian la necesidad de incluir la variable cronológica a estos estudios, ya que en los enclaves funerarios de un espacio dedicado (principalmente) al pastoreo podemos encontrar mujeres, lo que las vincularía a este espacio y a esta actividad productiva, si bien es cierto que, observando las dataciones radiocarbónicas para este momento, se engloban todos estos individuos dentro de un marco cronológico tardío para el poblamiento aborigen.

### VI.3 El registro isotópico de las fuentes de alimentación

Resulta imposible elaborar cuestiones más precisas sobre la alimentación de la población aborigen sin contar con la información que aporta el registro arqueológico, diversos estudios han demostrado que, en comunidades pastoriles que, en principio dependerían de un recurso principal, que sería la proteína terrestre, existen también evidencias de consumo de elementos cereales (Lightfoot et al., 2015), por lo que no deberíamos restringir la dieta del aborigen de canarias al elemento proteico, ya que poblaciones dependientes exclusivamente de la caza y la recolección tienen unos valores isotópicos completamente diferentes, especialmente en lo que refiere a sus valores de  $\delta^{15}\text{N}$  (White et al., 2020).

Durante el desarrollo experimental de esta tesis, se ha obtenido información isotópica de restos aborígenes de tres contextos insulares diferentes, y de una de las fuentes de alimentación de la sociedad prehistórica (la *Capra hircus*), en un reducido conjunto muestral de 19 individuos. Existe en el archipiélago la necesidad de establecer una "línea base" de información isotópica sobre las posibles especies animales y vegetales que pudieron ser fuentes habituales de consumo, para poder establecer patrones dietéticos más específicos.

Por el momento, solo existen dos estudios isotópicos realizados en el archipiélago que aborden esta cuestión, el estudio realizado por Larry Tieszen para el *I Congreso internacional de Momias*, en el que incluye información isotópica de algunos elementos animales (Tieszen et al., 1995), y el estudio realizado por Matilde Arnay en 2010, que incluye también información isotópica de diversos elementos y establece una primera hipótesis sobre la dieta de los aborígenes de todo el archipiélago (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010).

Estos elementos son los que probablemente fueran consumidos con mayor asiduidad por los antiguos habitantes de las Islas Canarias. En el registro arqueológico aparecen otros tipos de fauna, como aves (Hernández-Marrero et al., 2015), aunque son elementos esporádicos. Del mismo modo, existe una amplia selección de especies vegetales silvestres que fueron

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

consumidas por los aborígenes, pero tan solo se dispone de información isotópica de la *Phoenix Canarienses*, de un fruto, concretamente.

250

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Especie	Muestra	Tipo	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ (AIR)	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ (VPDB)	Referencia
<i>Osilinus attratus</i>	Cuerpo	Malacofauna	6.7	-18.4	Amay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Osilinus attratus</i>	Concha	Malacofauna	7	-16.5	Amay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Osilinus attratus</i>	Cuerpo	Malacofauna	7.9	-18.4	Amay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Patella piperata</i>	Concha	Malacofauna	3.3	-14.5	Amay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Ptella piperata</i>	Cuerpo	Malacofauna	4.4	-13.1	Amay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Patella sp.</i>	Cuerpo	Malacofauna	5.1	-14.1	Tieszen et al., 1995
<i>Thais Haemastoma</i>	Cuerpo	Malacofauna	7.8	-15	Tieszen et al., 1995
Hogfish	Colágeno	Pez	12.1	-15	Tieszen et al., 1995
<i>Mycteroperca rubra</i>	Colágeno	Pez	11.4 ± 0.2	-10.5	Tieszen et al., 1995
<i>Sparisoma cretensis</i>	Colágeno	Pez	8.3 ± 0.1	-12.7	Tieszen et al., 1995
<i>Phoenix canariensis</i>	Fruto	Fruto silv.	9	-27.5	Amay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Hordeum vulgare</i>	Semilla	Cebada	3.4	-25	Amay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Triticum spp</i>	Semilla	Trigo	2	-23.4	Amay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	8.2	-18.5	Amay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	5.9	-19.2	Este estudio
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	6.2	-20.3	Este estudio
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	6.9	-19.4	Este estudio
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	5.9	-20.2	Este estudio
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	6.2	-19.6	Este estudio
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	5.8	-19.0	Este estudio
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	7.2	-19.7	Este estudio
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	5.7	-19.5	Este estudio
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	6.8	-20.9	Este estudio
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	5.9	-20.7	Este estudio
<i>Capra Hircus</i>	Colágeno	Cabra	7.1	-17.6	Este estudio

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Capra Hircus	Colágeno	Cabra	7.8	-19.0	Este estudio
Capra Hircus	Colágeno	Cabra	7.0	-18.6	Este estudio
Capra Hircus	Colágeno	Cabra	4.8	-19.6	Este estudio
Capra Hircus	Colágeno	Cabra	5.5	-18.5	Este estudio
Capra Hircus	Colágeno	Cabra	4.8	-19.4	Este estudio
Capra Hircus	Colágeno	Cabra	6.1	-19.5	Este estudio
Capra Hircus	Colágeno	Cabra	9.9	-17.4	Este estudio
Capra Hircus	Colágeno	Cabra	6.6	-18.6	Este estudio

**Tabla VI.4:** Información isotópica de las posibles especies de consumo de la población indígena de las Islas Canarias.

252

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Como podemos observar, existe una interesante relación entre los restos malacológicos y los valores de la muestra antropológica. Para las muestras de malacofauna (n=7) los valores medios son - 15,65 ( $\pm 2,04$ ) para el  $\delta^{13}\text{C}$  y de 6,02 para el  $\delta^{15}\text{N}$  ( $\pm 1,77$ ). Sabemos que existe un incremento trófico de más de 3‰ en los valores de nitrógeno entre posibles elementos consumidos y consumidores (De Niro y Epstein, 1981; Niro y Schoeninger, 1983), por lo que no deberíamos descartar la importancia del aporte marino. Estas muestras, sin embargo, son muestras modernas, provienen de diferentes especies, y de diferentes tejidos (hay muestras de la concha y muestras del cuerpo del individuo), por lo que estos datos deben funcionar de forma tan solo orientativa.

Sabemos, sin embargo, como vimos durante el estudio de los ovicápridos y las muestras antropológicas de La Gomera, que existe una clara relación trófica entre las muestras de ovicápridos estudiados en esta tesis y los seres humanos, confirmando efectivamente que el principal *input* de proteínas en la sociedad aborigen es el consumo de especies de fauna terrestres domesticadas.

Comprobar nuestros datos con los de las especies que pudieron ser consumidas nos permite establecer una relación visual en el lugar que ocuparían estas especies en una cadena trófica, y nos ayuda a plantear cuales pudieron ser los aportes de determinados elementos de consumo. No obstante, también nos lleva a pensar que existen elementos de consumo en el territorio de Canarias que no disponemos aún, como es el evidente caso de las muchas plantas silvestres encontradas en el registro arqueológico. Para futuros estudios, consideramos que es una necesidad crucial el establecer una línea base de elementos de consumo animal y vegetal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

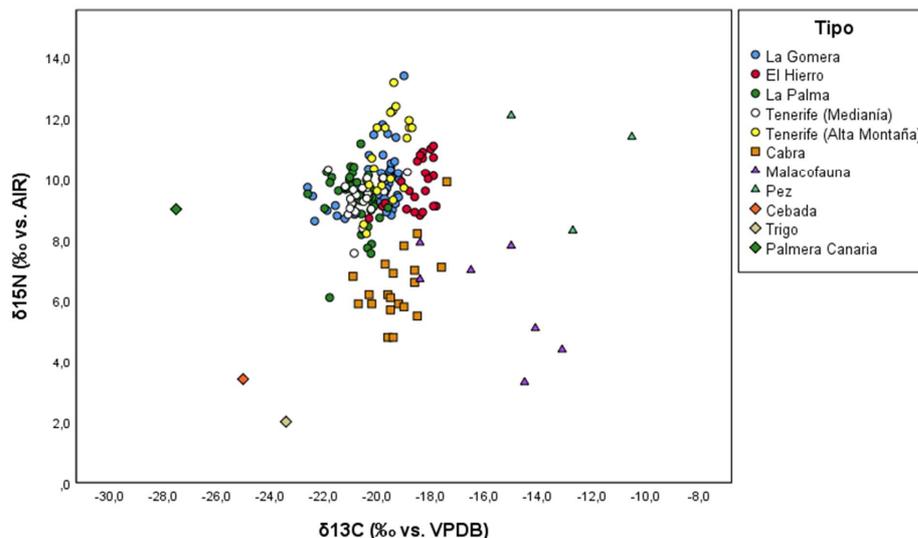
Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilera  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



**Figura VI.5:** Diagrama de dispersión entre los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de todas las muestras antropológicas válidas de las Islas Canarias Occidentales y las especies animales y vegetales propuestas como posibles recursos alimenticios.

Como podemos observar en el gráfico, la relación trófica en los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  (+3-4‰) entre la media poblacional de todas las islas ( $\delta^{15}\text{N} = 9.7 \pm 1.05$ ) y la media de los ovicápridos de este estudio ( $\delta^{15}\text{N} = 6.4 \pm 1.16$ ) queda comprobada, y en la pirámide de consumo, quedan los seres humanos “por encima” de la proteína terrestre. Sin embargo, también hay una cierta relación con los valores de los restos malacológicos ( $\delta^{15}\text{N} = 6.0 \pm 1.78$ ), con la salvedad que estos se encuentran mas dispersos, y los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  son más positivos que los de la muestra de seres humanos. La dispersión se debe, sin duda alguna al uso de diferentes especies para crear este gráfico, ya que las hemos agrupado todas bajo el término “malacofauna” debido a su pequeño tamaño muestral, pero presentan entre ellas diferentes valores de  $\delta^{15}\text{N}$ , lo que genera una desviación típica alta.

Por otro lado, los datos de nitrógeno de la escasa muestra de ictiofauna ( $\delta^{15}\text{N} = 9.8 \pm 1.56$ ) no se relacionan con la muestra antropológica, por lo que es muy posible que estos elementos, si bien presentes en el registro arqueológico (Rodríguez Santana, 1996), no son uno de los alimentos predominantes. Esta hipótesis podría cambiar una vez se obtenga información isotópica de una muestra amplia de ictiofauna de procedencia arqueológica.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Futuros estudios isotópicos en el archipiélago deberían abordar la creación de un *baseline* (“línea base” isotópica). Esto conllevaría, en primer lugar, a realizar un muestreo representativo de todos las posibles fuentes de alimentos, y obtener tanto datos procedentes de restos arqueológicos procedentes de yacimientos, como de especies actuales, ya que sabemos que hoy en día la huella de carbono atmosférico de la tierra es muy diferente de la del pasado (Francey et al., 1999; Hare et al., 2018), y esto puede conllevar a que los datos isotópicos actuales no puedan ser utilizados como elemento de comparación, salvo confirmación que, en efecto, poseen los mismos valores que sus homólogos arqueológicos.

Este muestreo deberá ser además interinsular, es decir, recoger datos de fauna y especies vegetales de cada isla, sería una perspectiva muy interesante poder analizar la fauna y la vegetación de cada isla por separado, incluso perteneciendo en principio a las mismas especies. Esto ayudaría a comprobar si existen cambios en un medio insular específico con respecto a otros.

Por último, y de especial importancia para todo conocimiento arqueológico de las Islas Canarias, se debe obtener la mayor información cronológica posible para todos los elementos de un muestreo. Hemos visto cómo pueden existir variaciones discretas en los isótopos de una población a lo largo del tiempo (página 118), y, sin duda, la interacción entre el ser humano y el medio durante el periodo de ocupación aborigen tuvo particularidades específicas en los siglos que habitaron el territorio de Canarias, por lo que definirlos, y evidenciar si hubo consumo preferencial de especies en un momento determinado, o cuando tiene más o menos peso la agricultura, debería ser una de las cuestiones a tratar. Ya se ha especificado, tanto en publicaciones anteriores (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011, 2010) como en esta tesis doctoral, que el territorio de Las Cañadas del Teide pudo tener su mayor periodo de actividad en los siglos previos y paralelos a la llegada de población europea al territorio (siglos XIII-XVI), y la información aportada mediante el estudio de los isótopos estables podría resolver muchos interrogantes sobre la periodización de la sociedad indígena canaria.

#### **VI.4 Valoración de los resultados:**

En este capítulo se han abordado las cuestiones de carácter regional que no habían podido ser respondidas mediante el análisis de las poblaciones insulares independientes.

El estudio interinsular prueba que existen diferencias significativas entre los valores de carbono y nitrógeno de cada región geográfica, que posiblemente se deban a las diferentes actividades productivas y modos de vida de los grupos estudiados. En este análisis, se propone un tipo de dieta con predominio de la proteína terrestre y las especies vegetales de tipo C<sub>3</sub>.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Sin embargo, existen consideraciones específicas para cada isla, Los estudios realizados en La Palma y El Barranco del Agua de Dios (Tenerife), revelan unos valores similares, siendo ambas poblaciones estudiadas similares en cuanto a su patrón de asentamiento y habitación, lo que podría ser indicativo de cómo era la dieta en las zonas de medianías, siendo dependiente de los recursos silvestres de las inmediaciones. Los datos de La Gomera, por otro lado, presentan una mayor dispersión de valores, tanto en lo relativo al carbono como al nitrógeno, lo que está directamente relacionado con la variedad de contextos de donde se obtienen estas muestras, y que podría estar relacionado con una mayor movilidad de la población de esta isla, algo que se corroboraría con los estudios antropológicos realizados en extremidades inferiores (Castañeyra-Ruiz, 2015; Castañeyra-Ruiz et al., 2015) ya ha sido confirmado en recientes estudios, especialmente para la zona noroeste de la isla (Carballo Pérez et al., 2021).

Por otra parte, los datos de El Hierro sugieren una mayor presencia de especies marinas en esta dieta que en las otras islas, aunque, en cuanto a los valores de  $\delta^{15}\text{N}$ , presenta bastantes similitudes con las otras islas estudiadas, no siendo así con respecto a los valores de  $\delta^{13}\text{C}$ , que son más positivos, probablemente debido a esta presencia de recursos marinos en su dieta.

La alta montaña de Tenerife merece una consideración aparte, ya que los otros análisis realizados durante esta tesis doctoral (página 208) contemplan la posibilidad de que sea un lugar donde son depositados individuos de diferentes comunidades de toda la isla, por lo que existe una alta variabilidad de los datos. Así se encuentran individuos con una dieta rica en proteínas, cuyo origen puede ser tanto terrestre como marino. Esta tendencia de los datos de nitrógeno elevados se corrobora con otros análisis realizados en esta población durante el periodo prehistórico (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011).

Los resultados por sexo a nivel regional demuestran diferencias significativas entre los datos de isótopos y el sexo de los individuos estudiados en las islas occidentales. No siendo este el caso para los contextos locales y supralocales, con la salvedad de Las Cañadas del Teide, cuyos datos hay que observar con cautela debido a que el número de mujeres estudiadas es muy bajo. Este análisis implicaría un mayor consumo de proteínas por parte de la población masculina, y se corroboraría con otros análisis isotópicos realizados en poblaciones “prehistóricas” (Laffranchi et al., 2019), y con los análisis de elementos traza realizados en las islas occidentales (Castañeyra-Ruiz, 2015; Velasco-Vázquez et al., 1997) y en Gran Canaria (Delgado-Darias, 2001; Velasco-Vázquez, 1998).

Los datos isotópicos con respecto a las posibles fuentes de consumo revelan una relación trófica entre el principal elemento consumido (los ovicápridos) y los seres humanos,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

constatando la actividad pastoril como uno de los aspectos más importantes de la economía de las islas canarias occidentales en época prehistórica, sin embargo, existe también cierta relación con los valores isotópicos de diferentes especies de malacofauna estudiadas, aunque hace falta una cantidad significativa de muestras tanto de malacofauna como de ictiofauna para poder estudiar en profundidad el consumo de especies marinas.

Existe una carencia de datos isotópicos de especies vegetales silvestres y cultivadas, por lo que, por el momento, si bien queda constatado en el registro arqueológico el consumo de cereales en todas las islas, y el consumo de especies silvestres regionales (Morales et al., 2017), no podemos establecer el grado de consumo de estas especies, y si tiene predominio el cereal cultivado sobre los vegetales silvestres.

#### **VI.5 El uso del software bayesiano FRUITS (Food Reconstruction Using Isotope Transferred Signals) para la reconstrucción de la dieta de los aborígenes de Canarias:**

FRUITS es un programa de análisis bayesiano gratuito, elaborado en 2014 por el investigador Ricardo Fernandes (Fernandes et al., 2014), que sirve específicamente para establecer paralelos de reconstrucción de dieta entre los valores isotópicos de especies consumidoras y especies consumidas. Aunque puede usarse para otros modelos de mezcla. Este programa consiste en una interfaz gráfica donde se pueden introducir diferentes parámetros de datos, y luego son sometidos mediante un *script* informático al parámetro bayesiano BUGS (Bayesian inference Using Gibbs Sampling), este código a su vez determina la cadena MCMC (Markov Chain Monte Carlo)<sup>21</sup>.

Este programa utiliza una serie de conceptos específicos para generar un modelo, cada uno de estos conceptos es dependiente de la pregunta estadística que hagamos, de ese modo, debemos adaptarnos a la nomenclatura específica del mismo. En este programa **target** representa a los consumidores (es decir, nuestro objeto de análisis), **source** a los “consumidos/grupos alimenticios” (la variable de contraste bajo la cual vamos a observar a nuestros consumidores), los **proxies**, son los elementos de análisis común (en nuestro caso, los isótopos), y las **fracciones** son los diferentes grupos dentro de cada proxy.

Este modelo, al ser creado para responder preguntas específicas para cada caso, permite introducir información cualitativa para cada parámetro, por lo que puede especificarse, por ejemplo, que **concentración de elementos consumidos** se espera encontrar, o si existe

<sup>21</sup> Este tipo de cadena de análisis bayesiano consiste en un algoritmo que genera un análisis consistente en que la probabilidad de generar un suceso depende el éxito del suceso anterior (previo al establecimiento de un parámetro o criterio subjetivo).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**fraccionamiento isotópico** entre los parámetros “source” y “target”. Esto es de especial importancia, ya que sabemos que existe un incremento trófico entre consumidores y consumidos, tanto para los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  (+1-3‰) como para los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  (+3-6‰), por lo que tendremos que especificar estos parámetros cuando creamos un modelo de análisis en FRUITS.

Por último, el programa da la posibilidad de introducir **priors** (información previa), esta información es un criterio cualitativo, y establece una discriminación hacia un parámetro determinado. Por ejemplo, si consideramos que la dieta de nuestra población a estudiar tiene, ante todo, una prioridad en un componente (por ejemplo, las proteínas terrestres). Los “priors” son un criterio subjetivo, ya que provienen de fuentes de información ajena al experimento (por ejemplo, fuentes escritas, o la información de un yacimiento arqueológico), por lo que, si bien es cierto que sirven para separar de forma más clara las diferentes fuentes de alimentación, puede inducir a errores, especialmente cuando trabajamos con conjuntos de datos.

No existe aún un consenso sobre cómo utilizar estos criterios cualitativos en los estudios arqueológicos que utilizan FRUITS, así como los parámetros exactos para cada tipo de análisis, ya que la pregunta de investigación en cada caso obedece a diferentes criterios y tipos de muestra (Bownes et al., 2017; Piliciauskas et al., 2017). Por lo que la información debe presentarse con y sin *priors* en los reportes científicos.

#### VI.5.1 Un caso de discriminación por priors en FRUITS:

Para demostrar las diferencias entre elaborar un modelo en FRUITS sin información cualitativa y con ella, y probar los posibles errores de interpretación de este modelo, hemos seleccionado dos muestras de isótopos del estudio de La Gomera. Una muestra tiene unos datos que han sido interpretados en esta tesis como dieta marina (Ull 627.5,  $\delta^{15}\text{N} = 13.4$ ,  $\delta^{13}\text{C} = -19$ ) y otros pertenecen a un individuo que, a priori, no tendría dieta marina (Ull 323.1,  $\delta^{15}\text{N} = 8.9$ ,  $\delta^{13}\text{C} = -19.7$ ). Junto con estos dos individuos, especificados como “target”, vamos a introducir los valores medios que tenemos para cada uno de los grupos de elementos consumidos (“source”), que hemos obtenido en esta tesis.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Source	Especie	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ (VPDB)	sd	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ (AIR)	sd
1	Ovicáprido	-19.30	0.91	6.40	1.16
2	Malacofauna	-15.71	2.10	6.03	1.78
3	Ictiofauna	-11.60	1.56	9.85	1.56

**Tabla VI.5:** Medias de las fuentes de proteínas principales estudiadas durante este trabajo (Tabla VI.4).

Recordemos, sin embargo, que si bien los datos de ovicápridos pertenecen a muestras arqueológicas, igual que los datos de ictiofauna, según Tieszen et al. (1995) no es este el caso para las muestras de malacofauna. Hay que tener en cuenta que las emisiones de  $\text{CO}_2$  causadas por la quema de combustibles fósiles y la actividad industrial han generado que el carbono atmosférico actual (que pasa a los tejidos vivos) sea diferente a la composición isotópica de los restos del pasado, a esto se le llama *Efecto Suess*.

Por ello, hay que establecer una corrección para evitar errores debidos al *Efecto Suess*, consistente en añadir 1.5-2‰ a los datos de carbono de las muestras modernas (Piliciauskas et al., 2017).

Una vez establecida esta corrección, se elaboró un modelo de FRUITS que tuviese en cuenta cuales de estos datos isotópicos de especies animales consumidos tenía más peso sobre los dos individuos propuestos. El primer análisis se realizaría sin ningún criterio prioritario, mientras que el segundo plantearía la posibilidad que el consumo de elementos proteicos terrestres (los ovicápridos), es superior en ambos casos al resto de fuentes de alimento<sup>22</sup>, por lo que se especificaría en el modelo que: source 1 (>) source 2 (>) source 3 (>).

<sup>22</sup> Esto obedece a la hipótesis que se plantea en esta tesis sobre la generalidad del consumo de ovicápridos sobre otras fuentes de proteínas, que serían de consumo esporádico, basada tanto en los datos isotópicos como en el registro arqueológico y los estudios previos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

No Prior				
	Gomera Marino		Gomera Terrestre	
	Media	desv. típica	Media	desv. típica
Ovicáprido	34	36	60	30
Malacofauna	60	35	37	30
Ictiofauna	4	0.1	2	0.00
Prior (1>2>3)				
	Gomera Marino		Gomera Terrestre	
	Media	desv. típica	Media	desv. típica
Ovicáprido	89	8	80	13
Malacofauna	8	7	11	12
Ictiofauna	2	0.0	1	0.00

**Tabla VI.6:** Datos de probabilidad de consumo de un alimento (en %) y desviación típica (en %) de los dos individuos analizados antes y después de aplicar el *prior*.

En esta tabla podemos observar como el análisis sin criterios cualitativos presenta unos datos acordes a nuestra interpretación de los resultados, con el individuo que tiene consumo marino con una mayor predominancia (60%  $\pm$ 35) de elementos marinos en su dieta, mientras que el individuo propuesto con dieta terrestre tendría un 37%  $\pm$ 30. Sin embargo, ambos grupos poseen unas desviaciones estándar muy grandes, por lo que el análisis pierde confianza.

Sin embargo, tras introducir nuestros criterios, ambos grupos resultan homogéneos y su desviación típica se reduce, pero ambos quedan representados como consumidores de proteína terrestre (dado que al modelo le hemos especificado que este debería ser el consumo prioritario).

Esta prueba demuestra, por tanto, que si bien útil, es necesario reportar los datos del análisis con y sin el uso de "priors", además de tener en cuenta que el uso de este software no debe ser empleado sin una interpretación previa de los datos isotópicos, ya que puede presentar sesgos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

*VI.5.2 Diferencias interinsulares en la dieta de los aborígenes canarios empleando criterios estadísticos bayesianos (FRUITS):*

Para dar mayor profundidad a las hipótesis de esta sección de la tesis doctoral, se decidió emplear un análisis en FRUITS con 5 *target* diferentes, correspondientes a las cuatro islas analizadas y el entorno de Las Cañadas del Teide, los datos introducidos para el carbono y nitrógeno fueron las medias y desviaciones típicas que aparecen en esta misma sección (Tabla VI.2), sobre las que se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, los datos de las fuentes de consumo (*source*) han sido las medias y desviaciones típicas de las tres especies animales que componen nuestra línea base isotópica (Tabla VI.4). Para este análisis exploratorio se ha creado un modelo que tenga en cuenta solo las proteínas, ya que, por el momento, solo disponemos de datos isotópicos de un tipo de alimento no basado en las proteínas, los cereales, y el modelo necesitaría también de información isotópica de especies vegetales silvestres. Por tanto, los datos que se muestran a continuación son una representación hipotética de las ordenes de magnitud (importancia) de las proteínas consumidas por isla.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

No Prior											
	La Gomera		La Palma		El Hierro		Tenerife		Tenerife Alta Montaña		desv. Típica
	Media	desv. Típica	Media	desv. Típica	Media	desv. Típica	Media	desv. Típica	Media	desv. Típica	
Ovicáprido	65	30	33	35	67	26	41	37	62	34	
Malacofauna	29	30	62	34	27	26	55	36	33	34	
Ictiofauna	4	4	3	0	4	0	3	0	3	0	
Prior (1>2>3)											
	La Gomera		La Palma		El Hierro		Tenerife		Tenerife Alta Montaña		desv. Típica
	Media	desv. Típica	Media	desv. Típica	Media	desv. Típica	Media	desv. Típica	Media	desv. Típica	
Ovicáprido	80	12	87	11	77	13	80	11	84	12	
Malacofauna	16	11	10	11	18	12	10	11	13	11	
Ictiofauna	2	0	1	0	33	0.001	1	0	2	0	

Tabla VI.7: Datos de probabilidad de consumo de un alimento (en %) y desviación típica (en %) de los casos interinsulares de esta tesis doctoral.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Como podemos comprobar, la información sin priors, en este caso, no se corresponde con la interpretación isotópica de este trabajo, ya que señala que en dos islas (La Palma y Tenerife) tendría una mayor importancia la malacofauna en la dieta de la población estudiada. Algo que no corresponde con nuestros estudios y nuestra interpretación de los resultados de dicha isla.

La información sometida a criterios cualitativos, sin embargo, presenta una mayor lógica, el ovicáprido es el principal elemento de consumo (dado que le hemos asignado prioridad en el programa a la hora de establecer porcentajes), pero las cantidades porcentuales de consumo de malacofauna son consecuentes con nuestra interpretación. El Hierro aparece como la isla con mayor consumo porcentual de malacofauna e ictiofauna, y La Gomera queda muy próxima porcentualmente, y además, el Hierro aparece como la isla con menor consumo porcentual de ovicápridos.

FRUITS resulta un programa útil para corroborar hipótesis de investigación sobre cantidades porcentuales de elementos consumidos con respecto a los consumidores, aunque necesita unos criterios homogéneos para poder desarrollar todo su potencial, criterios que aún faltan en la investigación arqueológica. En el caso de canarias, el uso eficiente de este software para cuestiones que profundicen más allá de lo exploratorio requiere de la obtención de una gran cantidad de muestras de elementos consumidos, para definir bien las fuentes de alimentación y sus valores isotópicos.

Sin embargo, para su correcta utilización, es necesaria la creación de modelos específicos que tengan en consideración los diferentes aportes de las fuentes de consumo a una dieta, el autor de este programa, Ricardo Fernandes, ha propuesto un modelo en el que "dieta", sea representativo de dos factores, "energía" y "proteínas" (Fernandes et al., 2015). En este modelo, los cereales cobran especial importancia, ya que los carbohidratos proporcionan un mayor aporte energético que las proteínas, y la aplicación de dicho modelo en estudios recientes ha permitido resaltar el papel de los cereales en diferentes comunidades de la Edad del Bronce (Varali et al., 2021).

Sin embargo, como mencionábamos anteriormente, es necesario disponer de un mayor espectro de datos isotópicos vegetales para poder aplicar este modelo a las muestras de las Islas Canarias, por lo que debemos remarcar, de nuevo necesidad de crear una línea base de datos isotópicos de especies (animales y vegetales) consumidas por la población aborigen de canarias.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

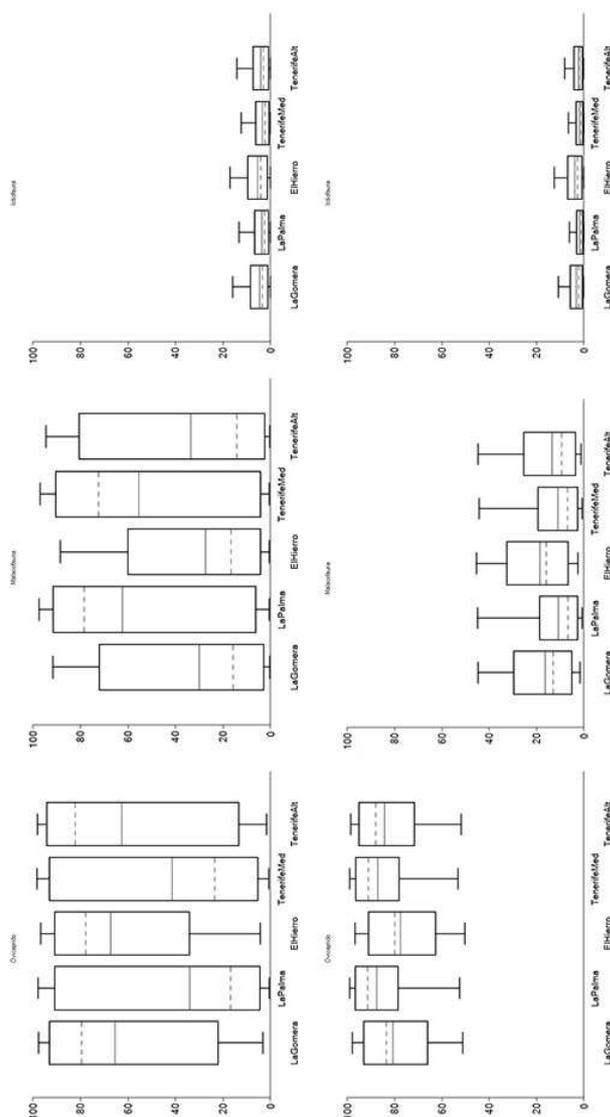
Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



**Figura VI.6:** Diagramas de caja y barras con las cantidades porcentuales de especies de consumo animal según FRUITS, en la línea superior se encuentran las cantidades sin especificar información previa (sin priors), y en la línea inferior, con el criterio Ovicáprido>MalacoFauna>Ictiofauna. Las líneas horizontales representan las medias, la caja el intervalo de confianza de  $1\sigma$  (68.8%) y las barras el intervalo de confianza de  $2\sigma$  (95%).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**VI.6 Referencias (Sección VI):**

Alemán Aguilera, I., 1997. Determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Estudio de una población mediterránea actual. Universidad de Granada, Granada.

Alemán Aguilera, I., Botella Lopez, M., Ruiz Rodríguez, L., 2000. Determinación sexual mediante análisis discriminante del húmero. *Tend. Actuales Investig. En Antropol. Física Esp.* 1, 159–164.

Arnay-de-la-Rosa, M., Gámez-Mendoza, A., Navarro-Mederos, J.F., Hernández-Marrero, J.C., Fregel, R., Yanes, Y., Galindo-Martín, L., Romanek, C.S., González-Reimers, E., 2009. Dietary patterns during the early prehispanic settlement in La Gomera (Canary Islands). *J. Archaeol. Sci.* 36, 1972–1981.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Navarro-Mederos, J.F., Criado Hernández, C., Clavijo Redondo, M.Á., García Ávila, C., Marrero Salas, E., Abreu Hernández, I., 2017. Estudios sobre el patrimonio arqueológico del parque nacional del Teide., in: *Proyectos de Investigación en Parques Nacionales: 2012-2015*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Red de Parques Nacionales, pp. 107–129.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Romanek, C.S., Noakes, J.E., Galindo-Martín, 2011. Paleonutritional and paleodietary survey on prehistoric humans from Las Cañadas del Teide (Tenerife, Canary Islands) based on chemical and histological analysis of bone. *J. Archaeol. Sci.* 38, 884–895.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Velasco-Vázquez, J., Romanek, C.S., Noakes, J.E., 2010. Paleodietary analysis of the prehistoric population of the Canary Islands inferred from stable isotopes (carbon, nitrogen and hydrogen) in bone collagen. *J. Archaeol. Sci.* 37, 1490–1501.

Arnay-de-la-Rosa, M., Marrero Salas, E., Abreu Hernández, I., García Ávila, Juan Carlos, 2019. *Caminos Heredados: Estudios sobre el patrimonio arqueológico del Parque Nacional del Teide.*, Miguel Ángel Clavijo Redondo. ed. Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Canarias.

Bownes, J.M., Ascough, P., Cook, G., Murray, I., Bonsall, C., 2017. Using stable isotopes and a bayesian mixing model (FRUITS) to investigate diet at the early Neolithic site for Carding Mill Bay, Scotland. *Radiocarbon* 54, 1275–1294.

Brenner Coltrain, J., Janetski, J.C., 2013. The stable and radio-isotope chemistry of southeastern Utah Basketmaker II burials: dietary analysis using the linear mixing model SISUS, age and sex patterning, geolocation and temporal patterning. *J. Archaeol. Sci.* 40, 4711–4730.

Carballo Pérez, J., Sánchez Cañadillas, E., Arnay-de-la-Rosa, M., Hernández Marrero, J.C., González Reimers, E., 2021. Quotidian lives on isolated bodies: Enteseal changes and cross-sectional geometry among the aboriginal population of La Gomera (ca. 200–1500 AD, Canary Islands). *Int. J. Osteoarchaeol.*

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Castañeyra-Ruiz, M., 2015. Estudio de la robustez esquelética de la población prehispanica de La Gomera. Análisis antropométrico, químico e histológico de la tibia. Universidad de La Laguna.

Castañeyra-Ruiz, M., Trujillo-Mederos, A., Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., 2015. Osteoarthritis among the prehispanic population from La Gomera and El Hierro (Canary Islands): a comparative study. J. Biol. Clin. Anthropol. 72, 347–358.

De Niro, M.J., Epstein, S., 1981. Influence of Diet in the Distribution of Nitrogen Isotopes. Geochim. Cosmochim. Acta 45, 341–351.

Delgado-Darias, T., 2001. Los antiguos canarios a través de sus dientes, 1st ed. El Museo Canario, Las Palmas de Gran Canaria.

Farquhar, G.D., Ehleringer, J.R., Hubick, K.T., 1989. Carbon isotope discrimination and photosynthesis. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol 40, 503–537.

Fernandes, R., Grootes, P.M., Nadeau, M.-J., Nehlich, O., 2015. Quantitative Diet Reconstruction of a Neolithic Population Using a Bayesian Mixing Model (FRUITS): The Case Study of Ostorf (Germany). Am. J. Phys. Anthropol. 158, 325–340.

Fernandes, R., Millard, A., Brabec, M., Nadeau, M.-J., Grootes, P.M., 2014. Food Reconstruction Using Isotopic Transferred Signals (FRUITS): A Bayesian Model for Diet Reconstruction. PLoS ONE 9.

Finucane, B.C., 2007. Mummies, maize, and manure: multi-tissue stable isotope analysis of late prehistoric human remains from the Ayacucho Valley, Peru. J. Archaeol. Sci. 34, 2115–2124.

Francey, R.J., Allison, C.E., Etheridge, D.M., Trudinger, C.M., Enting, I.G., Levenberger, M., Langenfels, R.L., Michel, E., Steele, L.P., 1999. A 1000-year high precision record of  $\delta^{13}C$  in atmospheric CO<sub>2</sub>. Tellus B Chem. Phys. Meteorol. 51, 170–193.

Fregel, R., Ordoñez, A., Santana-Cabrera, J., Cabrera, V.M., Velasco-Vázquez, J., 2019. Mitogenomes Illuminate the Origin and Migration Patterns of the Indigenous People of the Canary Islands. PLoS ONE 1–24.

Hare, V., Loftus, E., Jeffrey, A., Bronk Ramsey, C., 2018. Atmospheric CO<sub>2</sub> effect on stable carbon isotope composition of terrestrial fossil archives. Nat. Commun. 252, 1–8.

Hernández-Marrero, J.C., Navarro-Mederos, N.-M., Rando, J.C., 2015. An approach to prehistoric shepherding in La Gomera (Canary Islands) through the use of domestic spaces. Quat. Int. 1–13.

Kirch, P., 1980. Polynesian Prehistory: Cultural adaptation in Island Ecosystems: Oceanic islands serve as archaeological laboratories for studying the complex dialectic between human populations and their environments. Am. Sci. 68, 39–48.

Laffranchi, Z., Cavalieri, M., Stalzani, L., Milella, M., 2019. Patterns of funerary variability, diet and developmental stress in a celtic population from NE Italy (3rd-1st BC). PLoS ONE 14, e0214372.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Lightfoot, E., Motuzaité-Matuzeviciute, G., O'Connell, T.C., Kukushkin, I.A., Loman, V., Varfolomeev, V., Liu, X., Jones, M.K., 2015. How "pastoral" is Pastoralism? Dietary diversity in Bronze Age communities in the central Kazakhstan steppes. *Archaeometry* 57, 232–249.

Maca-Meyer, N., Arnay-de-la-Rosa, M., Rando, J.C., Flores, C., González, A.M., Cabrera, V.M., 2004. Ancient mtDNA analysis and the origin of the Guanches. *Eur. J. Hum. Genet.* 12, 155–162.

Morales, J., Rodríguez, A., Henríquez, P., 2017. Agricultura y recolección vegetal en la arqueología prehispanica de las Islas Canarias (siglos III-XV d.C.) La contribución de los estudios carpológicos, in: *Miscelánea en homenaje a Lydia Zapata Peña: (1965-2015)*. Universidad del País Vasco, pp. 189–218.

Morales Mateos, J., Vidal-Matutano, P., Marrero Salas, E., Henríquez-Valido, P., Lacave Hernández, A., García Ávila, Carlos, Abreu Hernández, I., Arnay-de-la-Rosa, M., 2021. High-mountain plant use and management: macro-botanical data from the pre-Hispanic sites of Chasogo and Cruz de Tea, 13–17th centuries AD, Tenerife (Canary Islands, Spain). *J. Archaeol. Sci. Rep.* 35, 102730.

Niro, M.J.D., Schoeninger, M., 1983. Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios of Bone Collagen: Variations Within Individuals, Between Sexes, and Within Population Raised on Monotonous Diets. *J. Archaeol. Sci.* 10, 199–203. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(83\)90002-X](https://doi.org/10.1016/0305-4403(83)90002-X)

Piliciauskas, G., Jankauskas, R., Giedre Piliciauskiene, Dupras, T.L., 2017. Reconstructing Subneolithic and Neolithic diets of the inhabitants of the Southeast Baltic Coast (3100-2500 cal BC) using stable isotope analysis. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 9, 1421–1437.

Rodríguez Santana, C.G., 1996. La pesca entre los canarios, guanches y auaritas: las ictiofaunas arqueológicas del Archipiélago Canario. *Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria*.

Ruiz González, M., Sánchez Perera, S., Velasco-Vázquez, J., 1999. La necrópolis Bimbache de Montaña La Lajura (El Pinar, Isla de El Hierro). *El Pajar Cuad. Etnografía Canar.* 16–19.

Sánchez Cañadillas, E., Carballo Pérez, J., Padrón, E., Hernández-Marrero, J.C., Melián, G.V., Navarro-Mederos, J.F., Pérez, N.M., Arnay-de-la-Rosa, M., 2021. Dietary changes across time: Studying the indigenous period of La Gomera using  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  stable isotope analysis and radiocarbon dating. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1–19.

Santana Cabrera, J., 2018. Reflexionando sobre la mujer aborigen de Gran Canaria: integrando arqueología y etnohistoria desde una perspectiva de género. *Complutum* 29, 207–224.

Santana Cabrera, J., Velasco-Vázquez, J., Rodríguez Rodríguez, A., 2015. Enteseal changes and sexual division of labor in a North-African population: The case of the pre-Hispanic period of the Gran Canaria Island (11th–15th c. CE). *J. Comp. Hum. Biol.* 66, 118–138.

Santana Cabrera, J., Velasco-Vázquez, J., Rodríguez Rodríguez, A., 2011. Patrón cotidiano de actividad física y organización social del trabajo en la Gran Canaria prehispanica (siglos XI-XV). La aportación de los marcadores óseos de actividad física. *19*, 125–163.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

- Schoeninger, M., De Niro, M.J., 1984. Nitrogen and Carbon Isotopic Composition of Bone Collagen from Marine and Terrestrial Animals. *Geochim. Cosmochim. Acta* 48, 625–629.
- Tieszen, L., Matzner, S., Buesman, S.K., 1995. Dietary reconstruction based on stable isotopes ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ) of The Guancho pre-hispanic Tenerife, Canary Islands. *Proc. 1st World Congr. Mummies Stud.* 1, 41–57.
- Touzeau, A., Amiot, R., Blichert-Toft, J., Flandrois, J.-P., Fourel, F., Grossi, V., Martineau, F., Richardin, P., Lécuyer, C., 2014. Diet of Ancient Egyptians Inferred from Stable Isotope Systematics. *J. Archaeol. Sci.* 46, 114–124.
- Varali, A., Desideri, J., David-Elbiali, M., Goude, G., Honegger, M., Besse, M., 2021. Bronze Age innovations and impact on human diet: A multi-isotopic and multi-proxy study of western Switzerland. *PLoS ONE* 16, e0243726.
- Velasco-Vázquez, J., 1998. Economía y dieta de las poblaciones prehistóricas de Gran Canaria. Una aproximación bioantropológica. *Complutum* 9, 137–154.
- Velasco-Vázquez, J., Alberto-Barroso, V., Delgado-Darias, T., Moreno-Benítez, M., Lécuyer, C., Richardin, P., 2019. Poblamiento, colonización y primera historia de Canarias. El C14 como paradigma. *Anu. Estud. Atlánticos* 66, 1–24.
- Velasco-Vázquez, J., Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Hernández Torres, O., 1997. Paleodietary analysis of the prehistoric population of El Hierro (Canary Islands). *Biol. Trace Elem. Res.* 60, 235–241.
- Velasco-Vázquez, J., N. Ruiz González, T., Sánchez Perera, S., Delgado-Darias, T., González Reimers, E., 2001. De una sociedad igualitaria a la complejidad de las normas sociales, prevalencia de caries en la población prehistórica de la Necrópolis de La Lajura (La Frontera, El Hierro). *Tabona Rev. Prehist. Arqueol.* 213–246.
- Velasco-Vázquez, J., Ruíz González, T., Sánchez Perera, S., 2005. El Lugar de los antepasados, La necrópolis bimbape de montaña La Lajura. *Cabildo Insular de El Hierro, El Hierro.*
- White, J.A., Schulting, R.J., Lythe, A., Hommel, P., Bronk Ramsey, C., Moiseyev, V., Khartanovich, V., Weber, A.W., 2020. Integrated stable isotopic and radiocarbon analyses of Neolithic and bronze age hunter-gatherers from the Little Sea and Upper Lena micro- regions, Cis-Baikal, Siberia. *J. Archaeol. Sci.* 119.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

## SECCIÓN VII: CONCLUSIONES

---

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Conclusiones:**

Durante el desarrollo de esta tesis doctoral se ha comprobado como la información obtenida mediante el análisis de los isótopos estables de carbono y nitrógeno permite realizar no solo observaciones sobre la dieta de poblaciones antiguas, sino además, cruzar estos datos junto a otras variables, tanto cuantitativas como cualitativas, para poder asociar la información sobre el consumo de especies animales y vegetales a otras variables. En concreto, hemos evaluado variables cronológicas, espaciales (territorial), sexuales, osteométricas, y de edad, encontrando que existe mayor utilidad para la combinación de la información isotópica con algunas de estas variables que con otras.

Llegados a este punto, se debe señalar el sesgo inherente que presenta este estudio, al no contar con toda esta información para todas las muestras estudiadas. Como hemos visto, la realidad arqueológica de las islas es tal que, en la mayoría de las ocasiones, no hemos podido obtener muestras de individuos completos. Del mismo modo, la ausencia de contextualización para muchos de estos restos ha implicado que solo se disponga de la ubicación geográfica donde fueron encontrados. Los restos materiales de los antiguos pobladores de las Islas Canarias Occidentales se encuentran en un estado de precariedad y descontextualización realmente preocupante, por lo que se requiere, incluso antes de abordar nuevos estudios de variables concretas, realizar labores de puesta en valor y re-estudio de los huesos y objetos, que son en última instancia los únicos testigos materiales de esta sociedad largo tiempo desaparecida. En este sentido, el caso de estudio de La Gomera ha resultado excepcional, dado que, gracias a los esfuerzos de la Dirección General de Patrimonio, al Cabildo Insular de La Gomera, y a la sociedad cooperativa ProRed, se ha podido obtener información cronológica mediante el carbono 14, no solo de un número significativo de individuos de distintos espacios sepulcrales, sino de varios yacimientos arqueológicos de carácter doméstico/habitacional, mediante el estudio de la fauna, que ha conllevado a la obtención de algunas de las fechas más antiguas para el poblamiento de esta isla.

A continuación, se procede a enumerar las principales conclusiones de este estudio, partiendo desde los estudios más generales, explicados en la sección anterior de esta tesis doctoral, para luego exponer los cuatro casos de estudio vistos en las secciones anteriores:

1. El estudio de isótopos estables revela que la dieta de los aborígenes de las Islas Canarias Occidentales está compuesta mayormente de **tres elementos**. En primer lugar, **proteína terrestre**, obtenida a través de la carne y los productos secundarios del ganado, consistente mayormente en la cabra y la oveja. Esto queda de manifiesto al comprobar los valores

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

generales de  $\delta^{15}\text{N}$  de toda la población estudiada, que en su mayor parte tiene una relación trófica directa (+3-5‰) con los valores isotópicos de los animales del ganado. En segundo lugar, como evidencian los datos de  $\delta^{13}\text{C}$ , **especies vegetales de tipo  $\text{C}_3$** , entre las cuales destacan los cereales, con un más que probable predominio del *Hordeum vulgare* o cebada común, que aparece sin excepción en todos los contextos arqueológicos de los que se tiene información carpológica. Por último, existe un evidente **aporte de productos obtenidos del mar**, aunque ocupan un nivel de importancia menor en la dieta general de los habitantes de las islas, posiblemente, por el carácter estacional que tiene la recolección marina. Entre los dos productos marinos consumidos (ictiofauna y malacofauna) parece haber un predominio de la malacofauna.

2. Estos resultados son compatibles con la propuesta de una **economía basada mayormente en los productos traídos desde el continente africano**, que formarían un *paquete colonizador* que los aborígenes emplean para subsistir y, en cierta medida, adaptar las islas a sus necesidades, mediante la difusión y reproducción de estas especies en el medio insular. Sin embargo, la arqueología, y los propios análisis de isótopos, revelan que existe cierto **aporte local a la dieta, entendido como la recolección y caza de especies silvestres**. Por el momento, no disponemos de información suficiente para valorar el peso de las especies vegetales silvestres en la dieta de los aborígenes. Herramientas como el software FRUITS pueden ser muy útiles para valorar los posibles aportes de diferentes especies en la dieta, pero hay que obtener un *datum* isotópico de todo el rango de especies consumidas, por lo que para generar un estudio eficiente, se debe crear un *baseline* con información isotópica del entorno vegetal y animal de los antiguos pobladores.
3. Pese a esta carencia de información isotópica de especies consumidas, se pueden realizar diversas observaciones en cuanto a diferencias insulares, siempre teniendo en cuenta que todas las islas dependen de las mismas fuentes de alimentación, posiblemente consumidas en diferente proporción según las circunstancias. Así, por ejemplo, podemos encontrar que los entornos de las medianías de Tenerife Y La Palma son muy similares, con cierto aporte proteico terrestre para toda la población de los contextos estudiados, con la salvedad de un yacimiento de La Palma, en el que los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  son inferiores al resto de la población analizada.

La Gomera, por otra parte, presenta una mayor dispersión de datos, y tiene el espectro de valores mas amplio, tanto para el carbono, como para el nitrógeno, de todos los casos

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

estudiados, contando con individuos con una dieta predominantemente marina, e individuos con muy poco aporte proteico. Parece, visto esto, que la población de La Gomera tiene una menor fijación al territorio, lo cual podría relacionarse con la existencia de complejos funerarios no colectivos, sino singulares o en pareja. El Hierro, aunque con unos valores también correspondientes a proteína terrestre en la dieta, parece tener un mayor aporte marino que las otras islas estudiadas, observable en los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de su población. Por último la Alta Montaña de Tenerife presenta los valores promedio de  $\delta^{15}\text{N}$  de toda la muestra, posiblemente debido a la actividad productiva principal de esa región insular, el pastoreo, que implicaría un mayor aporte proteico para esta población que para poblaciones de cotas más bajas y asentamientos más estables.

4. Cuando observamos las diferencias por sexo de toda la población aborigen de las islas, vemos que **hay una diferencia significativa en los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  entre hombres y mujeres**, esta diferencia, siendo aproximadamente de +1 $\delta$  para la población masculina respecto a la femenina, no se ve reflejada cuando analizamos las islas independientemente, debido, posiblemente, al tamaño muestral, que no resulta suficientemente alto como para proporcionar valores significativos. Esta diferencia representa un mayor aporte proteico a la dieta de los varones, y no puede deberse a cuestiones metabólicas, debido a que los momentos de estrés metabólico (como el embarazo) aumentan los valores de nitrógeno de las mujeres. Por tanto, esta diferencia tiene un origen social, y se corrobora con las hipótesis de otros investigadores en otros contextos insulares.
5. El caso de estudio de La Gomera revela la importancia de realizar estudios en las poblaciones indígenas de Canarias aplicando una variable cronológica. Gracias a la obtención de un gran número de dataciones radiocarbónicas hemos podido **observar posibles cambios en la dieta a lo largo del tiempo**, encontrando que en los primeros momentos de colonización de la isla habría un mayor aporte proteico marino que en los momentos siguientes (siempre teniendo en cuenta el predominio del aporte terrestre en la dieta), lo que podría evidenciar un proceso paulatino de adaptación al territorio mientras se produce la difusión y reproducción de las especies traídas desde el continente. Además, la valoración secuencial de los datos isotópicos durante todo el proceso de ocupación ha permitido observar una tendencia general de los datos isotópicos de carbono a tener valores *más negativos* en los periodos climáticos fríos, planteando la posibilidad de que estos estudios, de desarrollarse en un futuro y contar con información isotópica de especies silvestres, puedan aportar también información sobre cuestiones paleoclimáticas.

272

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

6. El estudio de la población aborigen de La Palma se ha centrado en la valoración tafonómica de un yacimiento singular, La Montaña de La Cucaracha, de cuyos restos humanos, por desgracia, no se ha podido obtener información isotópica, debido al alto nivel de termoalteración al que fueron sometidos. Sin embargo, el resto de los yacimientos estudiados ha permitido realizar una **valoración regional de la información isotópica**, desvelando que existen algunas regiones con mayor aporte proteico que otras, que, debido bien a cuestiones ambientales, bien socioeconómicas, tendrían muy poco aporte de proteína terrestre en su dieta diaria.
  
7. La comparativa entre los datos isotópicos de una población local y “estable” de Tenerife, y la información osteométrica de las extremidades inferiores de dicha población, ha resultado ser no concluyente. Los **datos de estrés muscular y robustez, de carácter cualitativo, no se correlacionan con los análisis isotópicos** de carbono y nitrógeno, por lo que, al parecer, dieta, robustez y actividad física no presentan una correlación directa. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, debido de nuevo, al mal estado de los restos óseos estudiados, los índices de actividad física y de robustez solo han podido ser analizados en un porcentaje de las muestras, por lo que es posible que estas conclusiones cambien de contar con un corpus mayor de datos.
  
8. El estudio de los isótopos estables de la dentina incremental en la muestra de individuos de Las Cañadas del Teide ha desvelado **importante información acerca de la dieta de los individuos infantiles en la población aborigen de Tenerife y sobre la transición a la actividad adulta**. Nuestros estudios han encontrado una disminución de los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  en el periodo comprendido entre los 2-3 años del individuo, que corresponderían al momento del destete, además, existe un incremento de estos valores entre los 8 y 12 años para toda la muestra, que posiblemente reflejan el momento en la que el individuo pasa a formar parte de las actividades de los adultos y, por tanto, a comer la misma comida que ellos.

Este estudio, si bien presenta estos parámetros anteriormente mencionados como tendencia general, tiene la particularidad de presentar un perfil isotópico ligeramente diferente para cada uno de los casos estudiados, lo que permite considerar que la población que se deposita en las diferentes cuevas sepulcrales estudiadas de Las Cañadas del Teide

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

provenza, en cada cueva, de un núcleo poblacional diferente, dado que tiene patrones dietéticos diferenciados.

En líneas generales, este estudio prueba la utilidad de esta metodología para trazar un perfil isotópico de la dieta de los aborígenes de las Islas Occidentales, permite realizar aproximaciones vinculadas a otras categorías de análisis, de las cuales, posiblemente la más reveladora haya resultado ser la categoría cronológica. Se pone así de manifiesto la necesidad de contextualizar espacial y cronológicamente los restos antropológicos de los antiguos habitantes de las islas.

Igualmente, se establece la necesidad de establecer un perfil isotópico de los recursos consumidos por estas poblaciones para reconstruir su paleodieta con mayor precisión, lo cual se debe hacer mediante la elaboración de nuevos análisis isotópicos de las fuentes de alimentación, silvestres y domésticas, de estas poblaciones.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Conclusions (English Version):**

During the development of this doctoral thesis, it has been proved how information gathered using carbon and nitrogen stable isotope analysis allows not only to observe the diet of past populations but also to cross-reference this data along with other variables, both quantitative and qualitative, to relate the information on animal and vegetable food sources to other kinds of information. Concretely, we have observed its relationship with chronological, spatial, sexual, non-metric, metric, and age variables, finding that the comparison of some variables yields better results than others.

At this point, it is of most importance to remark the main issue associated with this study, which is the lack of full information on each one of these variables for our samples. As we have seen through these pages, the archaeological situation of the islands has not allowed, in most cases, to obtain samples from complete individuals. Likewise, the absence of context for many of these human remains has meant that the only criteria met in some cases was the geographical location in which they were found. The skeletal remains of the ancient people of the Canary Islands are currently in a worryingly precarious state, which pinpoints the need for recontextualizing and properly studying the bones and artifacts of this past society since they are the last material remains of this long-gone populations. The case study of La Gomera has been exceptional due to the help provided by the institutions, the "Dirección General de Patrimonio," the "Cabildo Insular de La Gomera," and the archaeological society "ProRed." Thanks to their efforts, we have been able to obtain chronological information using 14C of both a significant number of humans remains and several archaeological spaces as well, which have yielded some of the most ancient dates for the whole archipelago as of today.

Below these lines, we number the main conclusions of this study, starting with the general results, explained in the prior section of this thesis and subsequently explaining the information provided in each of the four case studies.

- 1 Stable isotope analysis reveals that the diet of the aborigines of the Western Canary Island is mostly composed of **three food sources**. Firstly, **terrestrial protein**, obtained through meat and secondary products derived from shepherding. This can be observed by looking at the mean  $\delta^{15}\text{N}$  values of the whole population studied, which in its most part, has a direct trophic relation (+3-5‰) with the isotopic values of farmed animals. Secondly, as evidence by  $\delta^{13}\text{C}$  data, **C<sub>3</sub> vegetable species**, in which probably the cereals are the most abundant, specially *Hordeum vulgare*, or common wheat, which can be

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

found in all archaeological contexts with carpological information. Lastly, there is some amount of **marine seafood**, although we propose that they would have lesser importance in the general diet of the inhabitants of the islands. Possibly due to the seasonality of the marine food gathering. Among fish and molluscs, we believe that the latter would be predominant in their diet.

- 2 These results match our proposal of an **economy based mostly on products brought from the African continent** by the first settlers, which would be their "colonizing package," used to both survive and adapt the islands to their needs by reproducing these species in the islands. However, both archaeology and isotopic analysis reveal a **certain local component of the diet**, meaning hunting and collecting wild species. At this moment in our research, we do not have enough isotopic information to evaluate how much local component, especially wild plants, was used regularly in the diet of the indigenous population. However, tools such as the FRUITS program can be potentially useful to establish the amount of each potential food source, provided that isotopic information is gathered on each species. Therefore, we need to create an isotopic baseline of consumed species.

Even considering this shortage of consumed species information, several observations can be addressed regarding **different consumption in each island**, always having in mind that all the islands rely on the same food sources, possibly consumed in different proportions depending on circumstance. We find that isotopic values of Tenerife and La Palma midlands are similar, with a considerable amount of terrestrial protein in all sites, except for one site in La Palma, with  $\delta^{15}\text{N}$  values lower than the rest of the population.

On the other hand, La Gomera has the biggest scattering of values, both for carbon and nitrogen; among these cases, we have individuals with almost no protein consumption and individuals with a marine diet. Seeing this, it seems that the population of La Gomera lacked the same "stability" in their diet as the other islands, possibly influenced by the lesser fixation to the territory, which would involve higher mobility and the lack of collective funerary burials, which are scarce on the island. El Hierro, while having values related to the abundance of terrestrial protein as well, has a larger amount of marine resource dependence than the other islands, reflected in its  $\delta^{13}\text{C}$  values. Lastly, Tenerife's high mountain space has the highest mean  $\delta^{15}\text{N}$  values of all the samples,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

probably due to the almost exclusive consumption of terrestrial protein due to the region being used mostly for shepherding.

- 3 When observing differences according to sex in the whole prehispanic population studies, we find out that there is a **statistical significance between men and women  $\delta^{15}\text{N}$  values**, this difference, albeit being approximate +1‰ for the male population in relation with the female, does not reflect when checking each island independently, possibly related to sample size, which could be not sufficient to provide significant values for each case. The difference seen in all the samples reflects a higher consumption of proteins in men's diet than in women, and we have discarded metabolic processes, such as pregnancy since they tend to increase nitrogen values. Therefore, this difference should have a social background, which is corroborated by the hypotheses made by other researchers in this field.
- 4 The Case study of La Gomera reveals the importance of doing chronological studies along with the isotopic information. Thanks to the wide range of radiocarbon dating, we have observed the possibility of **dietary changes across time**, finding out that in the first moments of islander colonization, there would be a greater marine dependence than in later periods (always having into account that the predominant element is the terrestrial protein), this fact could evidence a process of adaptation to the territory. Also, the tendency of finding more negative carbon values in samples belonging to colder climatic periods has been found, introducing the possibility of using the stable isotope carbon data of animals and plants from different periods to study the paleoclimatic conditions.
- 5 The study of the aboriginal population of La Palma has firstly been dedicated to the taphonomic study of one site, "La Montaña de La Cucaracha," sadly, we have not been able to provide useful isotopic information from those human remains due to the high level of combustion induced deterioration. However, for the rest of the burial sites of La Palma, we have gathered isotopic information, which has led us to **study the stable isotopes spatially**, proving that there are some regions that had a different diet, less dependent on terrestrial protein, than others.
- 6 Comparison between a local "sedentary" population of Tenerife and the lower limb osteometric information of said population **has proven inconclusive**. Skeletal markers

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

of physical activity, and robusticity, do not correlate with our isotopic analysis. However, we have to take into consideration the fact that, given the bad shape of the skeletal remains sampled, only a handful of metric traits could be done, and therefore, these conclusions could change when tested on bigger sample size.

- 7 Incremental dentine analysis, however, performed in a sample belonging from Las Cañadas del Teide, has revealed **important information on the children's diet and weaning during the aboriginal period and the moment of transition to adult life** and dietary patterns. Our studies have found a decrease in  $\delta^{15}\text{N}$  values between 2-3 years, which could correlate with the weaning process. Also, there is a similar increment in those values at the ages of 8-12 years for all the dentine samples, possibly reflecting the moments in which these individuals started "eating like adults" and therefore participating in their social and economic activities.

This incremental dentine study, while having these two aforementioned traits as a general tendency, has a specific isotopic profile for each studied individual, which leads us to consider that each burial cave in Las Cañadas del Teide belongs to specific populations, given the fact that they have different diets, with the individuals buried on the same places having similar dietary profiles.

This study undoubtedly proves the usefulness of this method to establish isotopic profiles of the Western Canary Islands. It also allows us to generate information related to other variables, from which the most useful has been the radiocarbon data, which emphasizes the need for chronological context for the anthropological remains of the ancient islanders.

Likewise, this study explains the need to establish an isotopic profile of consumed foods to better reconstruct their paleo diet, which should be done by performing new isotopic analysis on food sources, both wild and domesticated.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

## SECCIÓN VIII: COLONIZACIÓN Y RESILIENCIA

---

279

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Colonización y Resiliencia: Los isotopos estables para explicar los cambios en el poblamiento de las Islas Canarias.**

En 1993, en el número uno de la revista *Vegueta*, Ernesto Martín Rodríguez hablaba acerca del estudio de las poblaciones antiguas de las Islas Canarias con los términos adaptación y adaptabilidad. El primer término, adaptación, como referencia al control del medio por parte del ser humano, y por lo tanto, la adaptación del primero a las necesidades del segundo, y el segundo, la adaptabilidad, como la capacidad humana de modificar su conducta o sus actividades y organización social (es decir, su cultura), para integrarse con el medio. (Martín Rodríguez, 1993). En este mismo artículo, el autor ponía de manifiesto dos necesidades que aún hoy continuamos en proceso de desarrollo en el marco de la arqueología canaria, la primera, explicar los cambios en los modos de vida que experimentan estas poblaciones desde su llegada hasta su desaparición paulatina, y en segundo lugar, entender el impacto que tiene el ser humano sobre el medio y viceversa.

Ambas cuestiones están intrínsecamente relacionadas, y requieren de un marco teórico que estudie a una población recién llegada a un nuevo ecosistema lejos de la óptica exclusiva de la “supervivencia”, sino teniendo en cuenta la transformación conjunta de ambos agentes, sociedad y ecosistema (Kirch, 1997). Del mismo modo, Ernesto Martín sugería ya en su artículo obviar, en lo sucesivo adjetivos categóricos como “regresión” o “desarrollo”, dado que el poblamiento indígena de Canarias no contaba con un ejemplo *ante quem*, debido a que no conocemos cual es el origen cultural de la población que emigra hacia las islas, y tampoco posee un componente *post quem*, puesto que, tras la conquista de las islas, estos modos de vida no se transforman, sino que desaparecen<sup>23</sup> tras la adopción de un nuevo marco cultural.

A medida que se ha desarrollado la arqueología de Canarias, junto a la antropología, y a las disciplinas afines, los arqueólogos insulares han pasado de la descripción de los elementos culturales, a la secuenciación de los mismos mediante las (a veces escasas) evidencias materiales y la información radiocarbónica. Al propio Ernesto Martín, conjuntamente con Juan Francisco Navarro Mederos, le debemos la aplicación de esta secuenciación artefactual y cronológica a la isla de La Palma a través de su cerámica y de las dataciones de los yacimientos arqueológicos Auaritas (Martín Rodríguez, 1992; Soler Javaloyes et al., 2002). Del mismo modo, Juan Francisco Navarro Mederos, desde sus primeras publicaciones acerca de la isla de La Gomera, propondría,

<sup>23</sup> Debemos señalar, no obstante, que existen rasgos culturales y acciones que perviven en las islas tras la conquista. Sin embargo, la sociedad aborigen, como tal, deja de existir.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

aun contando con escasa información artefactual, la posibilidad de procesos de cambio en los modos de vida de esta población (Navarro-Mederos, 2016,1992).

La colonización de las Islas Canarias y los procesos transformativos deben ser estudiados, por tanto, con la óptica de la adaptación y creación de un paisaje antrópico viable para la pervivencia de estas sociedades en el archipiélago. En este sentido, como bien mencionaría Patrick Kirch acerca de la región de la Polinesia, los contextos insulares son perfectos laboratorios para estudiar la adaptación de las sociedades humanas a nuevos entornos, debido a que el propio aislamiento del espacio habitable facilita el estudio cronológico de la coevolución entre los seres humanos y el territorio que habitan (Kirch, 1980).

Kirch, en los años ochenta, ya había distinguido en la Polinesia ejemplos de convergencias y divergencias culturales en el poblamiento de las islas, y posibles variaciones microclimáticas que sin duda habrían afectado a la interacción entre el medio y los pobladores (Kirch, 1983). Entendió como especialmente importante asumir el concepto ecológico de *capacidad de carga*, entendido como la capacidad de un territorio (en este caso una isla) de sustentar, mediante la disponibilidad de comida a una cantidad de población determinada (Hopfenberg, 2003), y a su vez lo aplica al concepto de adaptación cultural. Es decir, según Kirch, las presiones que ejerce el medio ambiente sobre el ser humano, y viceversa, llevarían a las poblaciones insulares a elaborar estrategias de control demográfico, tales como la regulación de la natalidad, para evitar una disimetría entre la población y los recursos, y a los conflictos consecuentes a una carencia de recursos.

En la población prehispanica de Canarias podemos reconocer diferentes estrategias de este tipo, que bien podrían ser causa de presiones demográficas o acceso desigual a los recursos. No son pocas las evidencias sobre violencia entre los pobladores de las islas, como demuestran recientes estudios (Delgado-Darias et al., 2017; Rodríguez Martín, 1995; Santana-Cabrera et al., 2016; Velasco-Vázquez et al., 2017). Se hace necesario, por tanto, trabajar en un marco teórico común en el que se interrelacionen todos los posibles elementos propiciadores de cambios, los aspectos medioambientales, los aspectos climáticos, los cambios antropogénicos hacia el medio, y los cambios tecnológicos y socioculturales, con la información cronoestratigráfica como eje vertebrador de estos modelos (Alberto-Barroso et al., 2019).

A este respecto, las especializaciones analíticas, como la que ocupa esta tesis doctoral, resultan de especial utilidad para elaborar, primeramente, perfiles generales, como hemos hecho en esta tesis, y para posteriormente, combinar la información con otras categorías de análisis y responder a preguntas más específicas.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Los isótopos estables conforman una de las formas más directas de aproximarse a la relación del ser humano con su entorno. La dieta de estas sociedades está restringida a los recursos disponibles, tanto los que fueran importados a inicios del poblamiento desde el continente africano, como las especies silvestres que se encuentran en las islas.

En este sentido, como ya hemos mencionado anteriormente, debemos remarcar la importante necesidad de obtener datos isotópicos de las especies consumidas, para establecer relaciones directas con los consumidores. Los estudios sobre consumo de especies vegetales realizados por Jacob Morales nos dan información muy reveladora sobre diferentes especies consumidas en diferentes islas y regiones dentro de cada isla (Morales et al., 2017, 2011, 2021). Obteniendo los valores isotópicos de estas especies vegetales podríamos establecer hipótesis sobre el peso que tienen en la dieta frente a otras fuentes de alimentación, como los cereales.

La dimensión cronológica cobra especial importancia en el estudio isotópico, pues, si bien es cierto que los aborígenes de las Islas Canarias son dependientes de, por lo general, el mismo tipo de recursos, el mayor peso de unos u otros en determinados momentos puede hablarnos sobre diferencias en las estrategias de interacción con el medio, y de la mayor importancia de, por ejemplo, el consumo marino en unas etapas del poblamiento frente a otras. Estas hipótesis son parte del estudio de esta tesis (Sánchez Cañadillas et al., 2021), y también son el objeto de trabajo de estudios de reciente publicación (Lecuyer et al., 2021). La información que puede aportar al archipiélago la combinación del estudio isotópico y las secuencias cronológicas resulta, hoy más que nunca, enormemente prometedora.

Sabemos que la llegada del ser humano a las islas tuvo un impacto en el medio. En un trabajo publicado recientemente, se plantea un posible origen humano para el retroceso de la vegetación calculado en torno al cambio de era (de Nascimento et al., 2020), por lo que no es baladí asumir que desde su entrada en el archipiélago, el ser humano está afectando el ecosistema de las islas. Ahora bien, este tipo de estudios requieren de una particular higiene radiométrica, dado que las fechas que debemos considerar como más fiables son aquellas obtenidas en materiales de vida corta, y de especies que sepamos han sido introducidas por la mano humana en el archipiélago, siendo la cebada y los ovicápridos los mejores candidatos para estos estudios (Morales Mateos et al., 2021; Sánchez Cañadillas et al., 2021).

Podemos confirmar que el poblamiento de las Islas Canarias sucede en torno al siglo II-III después de Cristo, según las principales secuencias de dataciones obtenidas en restos humanos (Velasco-Vázquez et al., 2019), a partir de este momento, debemos precisar como es, y como cambia ese poblamiento durante los quince siglos de presencia aborigen en el territorio.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Los cambios climáticos resultan un indicador excelente para correlacionar determinados momentos con los modos de vida de los aborígenes. La llegada de estas poblaciones al territorio insular sucede durante el “Periodo Romano Cálido”, y durante los siglos que ocupan el territorio, pasarán por una etapa fría (“El mínimo Vándalo”), otra etapa cálida (la llamada “Anomalía Climática Medieval”), y por último, la “Pequeña Edad del Hielo”. Estos periodos han sido registrados en las islas al observar los cambios de temperatura estudiados en los isótopos de oxígeno en restos de malacofauna procesada en concheros (Parker et al., 2018, 2020), por lo que resultan puntos de partida excelentes para estudiar cómo era la vida de los aborígenes durante cada uno de estos periodos.

Durante esta tesis doctoral hemos propuesto, en la sección dedicada a la isla de La Gomera, como se podrían estudiar estos cambios climáticos desde los isótopos de carbono en restos vegetales y animales, dado que las especies vegetales tienen una signatura isotópica de carbono muy dependiente de las temperaturas (siendo “menos negativos” los valores de carbono de una especie en los periodos más cálidos), y esto se puede trasladar a las especies animales que tienen una dieta exclusivamente vegetal (Jones et al., 2012). Por lo que, en teoría, estudiando los isótopos de carbono de especies consumidoras de vegetales, y de los vegetales en sí, obtendríamos información sobre si el contexto estratigráfico en el que se han recuperado es de un tiempo cálido o frío. Sin embargo, esta información palidece ante el registro preciso de las temperaturas que pueden aportar los isótopos de oxígeno (Parker et al., 2018).

No debemos limitarnos, sin embargo, a buscar cambios en los modos de vida de la población aborígen a través únicamente de las evidencias paleoclimáticas. Los estudios artefactuales tienen mucho que decir, especialmente en combinación con criterios espaciales y radiométricos (Arnay-de-la-Rosa et al., 2019; Soler Javaloyes et al., 2002), así como los estudios de los usos de los espacios de habitación y funerarios (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017; Hernández-Marrero et al., 2015; Morales Mateos et al., 2021; Vidal-Matutano et al., 2019). Además, el estudio de los propios cuerpos de los aborígenes, de las diferentes adaptaciones biológicas al medio, a la realidad sociocultural, y a cada periodo de ocupación deben ser tenidas en cuenta (Carballo Pérez et al., 2021; Santana Cabrera et al., 2015).

Junto con los estudios epigráficos (Springer, 2019, 2001), los estudios de ADN han sido también uno de los criterios definitorios para señalar el norte del continente africano como el lugar de origen de las poblaciones aborígenes (Fregel et al., 2019; Maca-Meyer et al., 2004). Estos estudios han permitido conocer con mayor precisión la composición genética y los diferentes haplogrupos de la población antigua de Canarias, incluso llegando a plantear,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

mediante los estudios de ADN mitocondrial, la posibilidad de más de una llegada de población al territorio, al menos para las islas Orientales (Fregel et al., 2019, Ordoñez et al., 2017). Esta herramienta, unida a la información radiométrica, sin duda también resultará en el futuro de vital importancia para comprender los procesos de llegada y adaptación a las islas.

Como podemos observar, en los últimos años, la arqueología de Canarias, y las técnicas complementarias asociadas a ella, como la que nos ocupa, han irrumpido en el panorama internacional y han colocado al archipiélago en una posición destacada, en la que el conocimiento científico sobre sus antiguos pobladores se desarrolla sin pausa, y se responden a viejas preguntas a la par que se plantean nuevas de cada vez mayor complejidad.

La información contenida en estas páginas no es el final de las investigaciones isotópicas en Canarias, al contrario, pretende poner de manifiesto la necesidad de seguir indagando en la dieta de las poblaciones antiguas de las islas, como ya harían los primeros estudios sobre paleodieta de este grupo de investigación (Arnay-de-la-Rosa et al., 1985; GonzalezReimers y Arnay-de-la-Rosa, 2006; Pérez González et al., 2001; Velasco-Vázquez et al., 1997), y continuaría mediante la introducción del análisis de isótopos estables hace algo más de diez años (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011, 2010, 2009; GonzalezReimers y Arnay-de-la-Rosa, 2008). Aún es necesario seguir creando esta "línea base isotópica", y continuar obteniendo muestras de todas las islas, y de los diferentes periodos cronológicos del poblamiento aborigen de Canarias, además de realizar estudios isotópicos de otros elementos, como el estroncio, o el oxígeno.

Esta tesis doctoral no pretende ser otra cosa que la aplicación de una de estas muchas metodologías para demostrar el potencial que tiene, especialmente cuando es contrastada y enriquecida con otras técnicas. Los isótopos estables nos acercan un poco más a la interacción de los seres humanos del pasado con su entorno, y al igual que un átomo no es sino una de las minúsculas partes de la materia que conforman el todo, el conocimiento de estas páginas no es sino una pequeña fracción en la totalidad de la arqueología de Canarias.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**VIII.1 Referencias (Sección VIII):**

Alberto-Barroso, V., Delgado-Darias, T., Moreno-Benítez, M., Velasco-Vázquez, J., 2019. La Dimensión Temporal y el Fenómeno Sepulcral entre los Antiguos Canarios. *Zephyrus* 84, 134–166.

Arnay-de-la-Rosa, M., del Valle Castro Alemán, V., GonzalezReimers, E., Galindo-Martín, L., 1985. Oligoelementos y masa ósea en los cadáveres prehistóricos de El Portillo (Tenerife): Aportación al conocimiento de la dieta aborigen. *Tabona Rev. Prehist. Arqueol.* 463–464.

Arnay-de-la-Rosa, M., Gámez-Mendoza, A., Navarro-Mederos, J.F., Hernández-Marrero, J.C., Fregel, R., Yanes, Y., Galindo-Martín, L., Romanek, C.S., González-Reimers, E., 2009. Dietary patterns during the early prehispanic settlement in La Gomera (Canary Islands). *J. Archaeol. Sci.* 36, 1972–1981.

Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Marrero Salas, E., García Ávila, C., Criado Hernández, C., Lacave Hernández, A., González Fernández, R., Abreu Hernández, I., 2019. Identification of prehispanic rotary querns production areas in Las Cañadas del Teide (Tenerife, Canary Islands, Spain). *J. Archaeol. Sci. Rep.* 28, 102048.

Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Pou Hernández, S., Marrero Salas, E., García Ávila, C., 2017. Prehispanic (Guanches) mummies and sodium salts in burial caves of Las Cañadas del Teide (Tenerife). *Anthropol. Anz.* 74, 143–153.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Romanek, C.S., Noakes, J.E., Galindo-Martín, 2011. Paleonutritional and paleodietary survey on prehistoric humans from Las Cañadas del Teide (Tenerife, Canary Islands) based on chemical and histological analysis of bone. *J. Archaeol. Sci.* 38, 884–895.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Velasco-Vázquez, J., Romanek, C.S., Noakes, J.E., 2010. Paleodietary analysis of the prehistoric population of the Canary Islands inferred from stable isotopes (carbon, nitrogen and hydrogen) in bone collagen. *J. Archaeol. Sci.* 37, 1490–1501.

Carballo Pérez, J., Sánchez Cañadillas, E., Arnay-de-la-Rosa, M., Hernández Marrero, J.C., González Reimers, E., 2021. Quotidian lives on isolated bodies: Enteseal changes and cross-sectional geometry among the aboriginal population of La Gomera (ca. 200–1500 AD, Canary Islands). *Int. J. Osteoarchaeol.* <https://doi.org/10.1002/oa.2956>

de Nascimento, L., Nogué, S., Naranjo-Cigala, A., Criado, C., McGlowe, M., Fernández-Palacios, E., Fernández-Palacios, J.M., 2020. Human impact and ecological changes during prehistoric settlement on the Canary Islands. *Quat. Int. Rev.*

Delgado-Darias, T., Alberto Barroso, V., Velasco-Vázquez, J., 2017. Violence in paradise: cranial trauma in the prehispanic population of Gran Canaria (Canary Islands). *Am. J. Phys. Anthropol.* 00, 1–14.

Fregel, R., Ordoñez, A., Santana-Cabrera, J., Cabrera, V.M., Velasco-Vázquez, J., 2019. Mitogenomes illuminate the Origin and Migration Patterns of the Indigenous People of the Canary Islands. *PLoS ONE* 1–24.

GonzalezReimers, E., Arnay-de-la-Rosa, M., 2008. Análisis químico del hueso: isótopos estables en estudios paleodietéticos. *Estud. Canar. Anu. Inst. Estud. Canar.* 149–162.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

- GonzalezReimers, E., Arnay-de-la-Rosa, M., 2006. Paleodieta: un abordaje desde la Antropología Física. *Estud. Canar. Anu. Inst. Estud. Canar.* 50–51, 67–78.
- Hernández-Marrero, J.C., Navarro-Mederos, N.-M., Rando, J.C., 2015. An approach to prehistoric shepherding in La Gomera (Canary Islands) through the use of domestic spaces. *Quat. Int.* 1–13.
- Hopfenberg, R., 2003. Human Carrying Capacity is determined by Food Availability. *Popul. Environ.* 25, 109–117.
- Jones, J.R., Mulville, J.A., McGill, R.A.R., Evershed, R.P., 2012. Palaeoenvironmental modelling of  $\delta^{13}C$  and  $\delta^{15}N$  values in the North Atlantic Islands: understanding past marine resource use. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 26, 2399–2406.
- Kirch, P., 1997. Microcosmic Histories: island perspectives on “global” change. *Am. Anthropol.* 99, 30–42.
- Kirch, P., 1983. Man’s Role in Modifyig Tropical and Subtropical Polynesian Ecosystems. *Archaeol. Ocean.* 18, 26–31.
- Kirch, P., 1980. Polynesian Prehistory: Cultural adaptation in Island Ecosystems: Oceanic islands serve asarchaeological laboratories for studying the complex dialectic between human populations andtheir environments. *Am. Sci.* 68, 39–48.
- Lecuyer, C., Goedert, J., Klee, J., Clauzel, T., Richardin, P., Fourel, F., Delgado-Darías, T., Alberto-Barroso, V., Velasco-Vázquez, J., Betancort, J.F., Amiot, R., Maréchal, C., Flandrois, J.-P., 2021. Climatic change and diet of the pre-Hispanic population of Gran Canaria (Canary Archipelago, Spain) during the Medieval Warm Period and Little Ice Age. *J. Archaeol. Sci.* 128, 105336.
- Maca-Meyer, N., Arnay-de-la-Rosa, M., Rando, J.C., Flores, C., González, A.M., Cabrera, V.M., 2004. Ancient mtDNA analysis and the origin of the Guanches. *Eur. J. Hum. Genet.* 12, 155–162.
- Martín Rodríguez, E., 1993. Adaptación y adaptabilidad de las poblaciones prehistóricas de canarias. *Vegueta Anu. Fac. Geogr. E Hist.* 1, 9–19.
- Martín Rodríguez, E., 1992. La Palma y los Auaritas, La Prehistoria de Canarias. Centro de la Cultura Popular Canaria, Santa Cruz de Tenerife.
- Morales, J., Navarro-Mederos, J.F., Rodríguez, A., 2011. Plant Offerings To The Gods: Seed Remains from a Pre-Hispanic Sacrificial Altar in La Gomera Island (Canary Islands, Spain). *Window Afr. Past Curr. Approaches Afr. Archaeobotany, Reports in African Archaeology* 1, 67–78.
- Morales, J., Rodríguez, A., Henríquez, P., 2017. Agricultura y recolección vegetal en la arqueología prehistórica de las Islas Canarias (siglos III-XV d.C.) La contribución de los estudios carpológicos, in: *Miscelánea en homenaje a Lydia Zapata Peña: (1965-2015)*. Universidad del País Vasco, pp. 189–218.
- Morales Mateos, J., Vidal-Matutano, P., Marrero Salas, E., Henríquez-Valido, P., Lacave Hernández, A., García Ávila, Carlos, Abreu Hernández, I., Arnay-de-la-Rosa, M., 2021. High-mountain plant use and management: macro-botanical data from the pre-Hispanic sites of

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Chasogo and Cruz de Tea, 13–17th centuries AD, Tenerife (Canary Islands, Spain). *J. Archaeol. Sci. Rep.* 35, 102730.

Navarro-Mederos, J.F., 2016. Arqueología en La Gomera: lo que va de ayer a hoy, in: *La Gomera: entre bosques y taparuchas. Actas XI Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, San Cristobal de La Laguna*, pp. 18–39.

Navarro-Mederos, J.F., 1992. *Los Gómeros: Una Prehistoria Insular*, 1st ed, Estudios Prehispánicos. Viceconsejería de Cultura y Deportes, Santa Cruz de Tenerife.

Ordoñez, A., Fregel, R., Trujillo-Mederos, A., Hervella, M., de-la-Rua, C., Arnay-de-la-Rosa, M., 2017. Genetic studies on the prehispanic population buried in Punta Azul cave (El Hierro, Canary Islands). *J. Archaeol. Sci.* 78, 20–28.

Parker, W., Yanes, Y., Mesa Hernández, E., Hernández Marrero, J.C., Soto, N., Surge, D., 2018. Shellfish exploitation in the Western Canary Islands Over the Last Two Millennia. *Environmental Archaeol.*

Parker, W.G., Yanes, Y., Hernández, E.M., Surge, D., 2020. Oceanic cooling recorded in shells spanning the Medieval Climate Anomaly in the subtropical eastern North Atlantic Ocean. *Quat. Sci. Rev.* 249, 106635.

Pérez González, E., Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Galindo-Martín, L., Velasco-Vázquez, J., 2001. Paleonutritional analysis on the Prehispanic Population from La Palma (Canary Islands). *Biol. Trace Elem. Res.* 79, 161–167.

Rodríguez Martín, C., 1995. Patología de la columna vertebral en poblaciones del pasado. Revisión en la población prehispánica de Tenerife. *Eres Arqueol.* 6, 157–170.

Sánchez Cañadillas, E., Carballo Pérez, J., Padrón, E., Hernández-Marrero, J.C., Melián, G.V., Navarro-Mederos, J.F., Pérez, N.M., Arnay-de-la-Rosa, M., 2021. Dietary changes across time: Studying the indigenous period of La Gomera using  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  stable isotope analysis and radiocarbon dating. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1–19.

Santana Cabrera, J., Velasco-Vázquez, J., Rodríguez Rodríguez, A., 2015. Enteseal changes and sexual division of labor in a North-African population: The case of the pre-Hispanic period of the Gran Canaria Island (11th–15th c. CE). *J. Comp. Hum. Biol.* 66, 118–138.

Santana-Cabrera, J., Velasco-Vázquez, J., Rodríguez-Rodríguez, A., Gonzalez-Marrero, M.C., Delgado-Darías, T., 2016. The Paths of the European Conquest of the Atlantic: Osteological Evidence of Warfare and Violence in Gran Canaria (XV Century). *Int. J. Osteoarchaeol.* 26, 767–777.

Soler Javaloyes, V., Navarro-Mederos, J.F., Martín Rodríguez, E., Castro Almazón, J.A., 2002. Aplicación contrastada de técnicas de datación absoluta al yacimiento “Cueva del Tendal”, Isla de La Palma (Islas Canarias). *Tabona Rev. Prehist. Arqueol.* 73–80.

Springer, R., 2019. El alfabeto líbico-bereber canario: la distribución geográfica de los signos en el Norte de África y Sáhara. *Vegueta Anu. Fac. Geogr. E Hist.* 19, 759–772.

Springer, R., 2001. *Origen y Uso de La Escritura Líbico-Bereber En Canarias*, 1st ed. Centro de la Cultura Popular Canaria, La Laguna.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Velasco-Vázquez, J., Alberto-Barroso, V., Delgado-Darias, T., Moreno-Benítez, M., Lécuyer, C., Richardin, P., 2019. Poblamiento, colonización y primera historia de Canarias. El C14 como paradigma. Anu. Estud. Atlánticos 66, 1–24.

Velasco-Vázquez, J., Alberto-Barroso, V., Delgado-Darias, T., Santana-Cabrera, J., 2017. Fatal Injuries in a pre-Hispanic Canary Mummy: Violence, Accident or Ritual Suicide? Int. J. Osteoarchaeol. 27, 441–452.

Velasco-Vázquez, J., Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Hernández Torres, O., 1997. Paleodietary analysis of the prehistoric population of El Hierro (Canary Islands). Biol. Trace Elem. Res. 60, 235–241.

Vidal-Matutano, P., Alberto-Barroso, V., Marrero, E., García, J.C., Pou, S., Arnay-de-la-Rosa, M., 2019. Vitriified wood charcoal and burnt bones from the pre-Hispanic site of Chasogo (Tenerife, Canary Islands, Spain). J. Archaeol. Sci. Rep. 28, 102005.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

# ANEXO I: LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS

---

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Figuras:**

**Figura I.1:** Isotopos estables del hidrógeno. Fuente: “Wayne Bresling: Understanding Isotopes (versión web:” <https://terpconnect.umd.edu/~wbreslyn/chemistry/isotopes/isotopes-of-hydrogen.html>)..... 39

**Figura I.2:** Isoscape con la información de los valores de isótopos de oxígeno 18 de las precipitaciones mundiales. (Darling et al., 2006)..... 51

**Figura II.1:** Proceso de corte de una tibia..... 67

**Figura II.2:** Muestras durante la fase alcalina..... 70

**Figura II.3:** Liofilizado de muestras de dentina en la Universidad de Bradford (UBU)..... 72

**Figura III.1:** Mapa de La Gomera con localización geográfica de los yacimientos estudiados (Sánchez-Cañadillas et. al,2021). Elaboración por Arqueometra S.L..... 85

**Figura III.2:** Curvas de Calibrado de las muestras antropológicas de La Gomera..... 90

**Figura III.3:** Curvas de Calibrado de las muestras de fauna de La Gomera..... 92

**Figura III.4:** Diagrama de cajas entre cantidad porcentual de colágeno y método empleado... 98

**Figura III.5:** Diagrama de cajas entre cantidad porcentual de carbono y método empleado.... 99

**Figura III.6:** Diagrama de cajas entre cantidad porcentual de nitrógeno y método empleado..... 100

**Figura III.7:** Diagrama de cajas entre ratio de carbono/nitrógeno y método empleado..... 101

**Figura III.8:** Diagrama de dispersión mostrando todos los datos de este estudio y sus valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ..... 110

**Figura III.9:** Diagrama de caja y barra mostrando las medias de  $\delta^{15}\text{N}$  por sexo..... 111

**Figura III.10:** Diagrama de dispersión mostrando los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  con relación al tiempo.... 115

**Figura III.11:** Diagrama de dispersión mostrando los datos de  $\delta^{15}\text{N}$  con relación al tiempo... 115

**Figura III.12:** Diagrama de dispersión mostrando los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  con relación al tiempo, con los periodos climáticos fríos en color verde..... 120

**Figura IV.1:** Mapa de La Palma con la ubicación de los yacimientos de este estudio..... 141

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Figura IV.2:** Vista cenital de un fragmento de costilla de un individuo de La Cucaracha previo a la extracción de colágeno..... 146

**Figura IV.3:** Diagrama de caja y barras de los valores de carbono por cada una de las demarcaciones territoriales..... 155

**Figura V.1:** Mapa de Tenerife con la ubicación de los yacimientos de este estudio..... 175

**Figura V.2:** Diagrama de dispersión entre los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de la muestra estudiada. 178

**Figura V.3:** Diagrama de caja y barras entre el índice diafisario por sexos de la muestra estudiada..... 180

**Figura V.4:** Curvas de calibrado de los enterramientos humanos en Las Cañadas del Teide según las dataciones realizadas en Arnay et.al, (2011) y (2017) ..... 186

**Figura V.5:** Diagrama de crecimiento dental (Beaumont et al. 2015b).....191

**Figura V.6:** Extracción de una pieza dental de una mandíbula..... 192

**Figura V.7:** Imagen de la Dra. Beaumont realizando una sección en el diente con una multiherramienta..... 193

**Figura V.8:** Diagrama de una sección ideal desde una vista cenital. Beaumont et al., (2014). 194

**Figura V.9:** Datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por rango de edad del individuo TEN-07..... 201

**Figura V.10:** Datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por rango de edad del individuo TEN-08..... 202

**Figura V.11:** Datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por rango de edad del individuo TEN-09..... 203

**Figura V.12:** Datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por rango de edad del individuo TEN-10..... 204

**Figura V.13:** Datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por rango de edad del individuo TEN-11..... 205

**Figura V.14:** Datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por rango de edad del individuo TEN-12..... 206

**Figura V.15:** Diagrama de dispersión entre los datos de  $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$  de la muestra del Barranco del Agua de Dios y la muestra de Las Cañadas del Teide..... 213

**Figura VI.1:** Diagrama de caja y barras mostrando los datos de  $\delta^{15}\text{N}$  por isla estudiada..... 239

**Figura VI.2:** Diagrama de caja y barras mostrando los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  por isla estudiada..... 240

**Figura VI.3:** Gráfico de dispersión con los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por isla estudiada..... 241

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Figura VI.4:** Diagrama de Caja y barras con las medias de  $\delta^{15}\text{N}$  de las muestras de Las Cañadas del Teide por sexo..... 247

**Figura VI.5:** Diagrama de dispersión entre los datos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de todas las muestras antropológicas válidas de las Islas Canarias Occidentales y las especies animales y vegetales propuestas como posibles recursos alimenticios..... 253

**Figura VI.6:** Diagramas de caja y barras con las cantidades porcentuales de especies de consumo animal según FRUITS, en la línea superior se encuentran las cantidades sin especificar información previa (sin priors), y en la línea inferior, con el criterio Ovicáprido>Malacofauna>Ictiofauna. Las líneas horizontales representan las medias, la caja el intervalo de confianza de  $1\sigma$  (68.8%) y las barras el intervalo de confianza de  $2\sigma$  (95%)..... 263

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**Tablas:**

**Tabla I.1:** Abundancia relativa en la naturaleza (%) de los principales isótopos estables estudiados en ciencias naturales según Ehleringer & Rundel (1989)..... 41

**Tabla I.2:** Ejemplo de estándar de referencia (muestras de cafeína con valores isotópicos proporcionados por la USGS), empleados en la calibración de datos de esta tesis doctoral..... 44

**Tabla III.1:** Especies vegetales encontradas en el registro arqueológico de La Gomera..... 82

**Tabla III.2:** Listado de fechas radiocarbónicas calibradas para la muestra de restos humanos de La Gomera..... 88-89

**Tabla III.3:** Listado de fechas radiocarbónicas calibradas para la muestra de restos de ovicápridos de La Gomera..... 91

**Tabla III.4:** Primer grupo muestral para el análisis isotópico de La Gomera..... 94

**Tabla III.5:** Segundo grupo muestral para el estudio de isótopos de La Gomera..... 96

**Tabla III.6:** Test de Mann Whitney entre criterios de calidad de la muestra por método de extracción..... 97

**Tabla III.7:** Datos de isótopos estables y criterios de calidad de la muestra antropológica de La Gomera..... 103-105

**Tabla III.8:** Datos de isótopos estables y criterios de calidad de la muestra de ovicápridos de La Gomera..... 107

**Tabla III.9:** Test de U de Mann Whitney entre datos isotópicos y especies estudiadas..... 109

**Tabla III.10:** Test de U de Mann Whitney entre datos isotópicos y sexo..... 111

**Tabla III.11:** Test de U de Mann Whitney entre datos isotópicos y edad..... 112

**Tabla III.12:** Test de U de Mann Whitney entre datos isotópicos y localización geográfica..... 113

**Tabla III.13:** Test de Kruskal-Wallis entre datos isotópicos y periodos cronológicos..... 116

**Tabla IV.1:** Especies vegetales susceptibles de consumo directo por parte de la población prehispánica de La Palma..... 139

**Tabla IV.2:** Muestras de “La Cucaracha” y estado de termoalteración externo e interno..... 145

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

<b>Tabla IV.3:</b> Información isotópica y criterios de calidad de todas las muestras prehistóricas de La Palma. Seleccionadas en color las muestras n válidas.....	148-150
<b>Tabla IV.4:</b> Media y desviación típica de carbono y nitrógeno por cada yacimiento estudiado.....	153
<b>Tabla IV.5:</b> Prueba de Kruskal-Wallis entre los valores de carbono y nitrógeno de los yacimientos estudiados.....	153
<b>Tabla IV.6:</b> Medias y desviaciones típicas de carbono y nitrógeno de cada una de las demarcaciones territoriales, y test no paramétrico de Kruskal-Wallis.....	154
<b>Tabla V.1:</b> Especies vegetales consumidas por la población aborigen de Tenerife.....	171
<b>Tabla V.2:</b> Datos de Isótopos estables, criterios de calidad e índices de robustez y diafisario cráneo de la muestra del Barranco del Agua de Dios.....	177
<b>Tabla V.3:</b> Test no paramétrico de Mann-Whitney entre los índices antropométricos por sexo de la muestra estudiada.....	179
<b>Tabla V.4:</b> Prueba no paramétrica de Mann-Whitney entre los datos isotópicos y el sexo de la muestra.....	180
<b>Tabla V.5:</b> Prueba no paramétrica de Mann-Whitney entre los datos isotópicos y la robustez de la muestra.....	181
<b>Tabla V.6:</b> Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis entre los datos isotópicos y los grados de índice diafisario de la muestra.....	182
<b>Tabla V.7:</b> Regresión lineal (R2) y grados de dependencia entre los valores isotópicos y los datos antropométricos.....	183
<b>Tabla V.8:</b> Muestras de hueso cortical y dientes de Las Cañadas del Teide.....	192
<b>Tabla V.9:</b> Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-07.....	196
<b>Tabla V.10:</b> Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-08.....	197
<b>Tabla V.11:</b> Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-09.....	198

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

<b>Tabla V.12:</b> Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-10.....	199
<b>Tabla V.13:</b> Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-11.....	200
<b>Tabla VI.14:</b> Datos isotópicos y criterios de Calidad para las secciones de dentina y colágeno de hueso de TEN-12.....	200
<b>Tabla VI.15:</b> Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis entre los datos isotópicos de la población del Bco. del Agua de Dios y de Las Cañadas del Teide.....	212
<b>Tabla VI.1:</b> Total de muestras de las Islas Canarias Occidentales, además de los datos de $\delta^{15}\text{N}$ , $\delta^{13}\text{C}$ , C (%), N (%) y C:N se incluye la isla de la que proviene la muestra, el yacimiento, la edad y el sexo (si se han podido determinar), y el estudio del que provienen.....	228-236
<b>Tabla VI.2:</b> Test no paramétrico de Kruskal-Wallis entre las medias de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ por cada contexto insular.....	238
<b>Tabla VI.3:</b> Prueba de U Mann-Whitney entre los datos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ por sexo.....	247
<b>Tabla VI.4:</b> Información isotópica de las posibles especies de consumo de la población indígena de las islas canarias.....	250-251
<b>Tabla VI.5:</b> Medias de las fuentes de proteínas principales estudiadas durante este trabajo (Tabla VI.4) .....	258
<b>Tabla VI.6:</b> Datos de probabilidad de consumo de un alimento (en %) y desviación típica (en %) de los dos individuos analizados antes y después de aplicar el <i>prior</i> .....	259
<b>Tabla VI.7:</b> Datos de probabilidad de consumo de un alimento (en %) y desviación típica (en %) de los casos interinsulares de esta tesis doctoral.....	261

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

## SECTION VI: RESULTS (English Version)

---

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**VI.1 Results: Comparative study between islands, sex, and possible food sources of the prehispanic inhabitants of the Western Canary Islands.**

One of the main hypotheses which gave birth to this doctoral thesis was answering whether the diet of the indigenous population of the Canary Islands varied on each island. Given several geographical and time restrictions, we have not been able to analyse all the islands. Although we managed to get a good overview of the western islands, except El Hierro, whose data we have gotten from a publication done before this Ph.D. (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010). During each one of this thesis sections, we have seen how stable isotope analysis can be compared with different variables such as chronological, as was the case of La Gomera, in which we had a significant radiocarbon dataset, also made during this Ph.D. work. La Palma, on the other hand, has allowed us to study populations in different geographical places to check if diet varied or not inside the same funerary context. Lastly, Tenerife has been the object of two different studies, one comparing the metric traits and the diet, and the other by using the increments of a particular tissue (in this case, human dentine) to study diet during childhood. These results picture a past in which, apparently, the aborigines' diet changed during the occupation period. They also suggest that every familiar group buried in a cave had specific ways of life and interaction with the environment, although some physical elements, such as robusticity, were not directly dependant on their diet.

All these different studies, local or regional, are not responding the main question of this thesis, which is whether the diet of the islanders was different on each island or not. The current perspective on the arrival of these populations to the territory is that the islands are colonized around the first century of our current age (Velasco-Vázquez et al., 2019) and that the genetic origin of these peoples is undoubtedly from North Africa (Fregel et al., 2019; Maca-Meyer et al., 2004). We could assume that culturally these groups had the same base, and thus, there should be a common "way of life" which would rely on the consumption of, generally, the same species and brought them from the continent to the archipelago; therefore, we should find the same introduced species, animal and vegetable, and a similar range of wild consumed species.

The human being transforms the ecosystem they inhabit to their needs, and this adaptation significantly impacts the environment, especially when introducing new species. On this matter, island societies can be perfect examples to study this human impact on the landscape, adaptative, and sometimes destructive (Kirch, 1980). On the Canaries, we know that

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

the goat (*Capra hircus*), the sheep (*Ovis aries*), and the barley (*Hordeum vulgare*), and wheat (*Triticum aestivum*) were absent in the ecosystem before the aborigines arrived, and they were part of their diet until the time of Spanish conquest. We also know that there is a wide range of local species with the potential of being edible, such as marine fish and mollusks. There are also several vegetable species that could complement the diet of both humans and farm animals, especially those coming from the laurel forest, which could be a secondary source of nutrition. However, the archaeological record of each island is not homogeneous, and each one has different cultural manifestations, albeit similar. Both pottery and writing are different on each island. Therefore, it is logical to assume that these available and brought resources could be used in a different way as these societies developed relatively isolated in the archipelago. It is possible for the same cultural baseline to acquire regional variations after separation and lack of contact (or sporadic contact).

To answer this question about dietary differences between islands, we have a wide dataset introduced in each section of this doctoral thesis; however, previous studies must be acknowledged as well.

*Previous studies: Larry Tieszen's study on the 1st International Mummy Congress and previous isotopic studies were done by Matilde Arnay de La Rosa and collaborators:*

The first stable isotope study and dietary patterns of the aboriginal population of the Canary island were made by Larry Tieszen using mummified remains and Tibias from anthropological remains of Tenerife, in collaboration with the Museum of Tenerife, for the 1st International Mummy Congress, celebrated in 1992 in Santa Cruz de Tenerife.

In his study, Tieszen analyzed samples from the north and south of Tenerife, finding similar data in both populations, even having into account the differences in the vegetation on each side of the island.  $\delta^{13}C$  data were similar, and there was a slight increase in  $\delta^{15}N$  on the south samples, although not significant. The nitrogen values of the 25 studied mummy tissue fragments were significantly different from those of the bone fragments.

His study suggests (for bone) a population highly dependent on terrestrial protein sources, with a small amount of marine diet and vegetable values akin to those of C3 plant consumers, as well as we have seen during our study. Tieszen acknowledges the existence of

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Crassulacean plants (CAM) in the archipelago and mentions whether the diet could be a mixture of grown and wild vegetables (Tieszen et al., 1995).

However, no consideration or explanation is given to the values obtained on mummy tissue, which is different from the sampled tibias, nitrogen data on mummies is significantly higher, but this could be for both a different diet on mummified individuals or the sampled tissue and nitrogen fractionation on them. It is not specified exactly which tissue was used for this analysis (hair, skin, nails, or others). As of today, we know that there is an increase of around + 3‰  $\delta^{15}\text{N}$  on the skin and muscular tissue related to bone (Finucane, 2007). Therefore, strictly speaking, this data cannot be compared with that of the human bones of our study.

The Bioanthropology and palaeopathology research team of the Universidad de La Laguna studied dietary patterns using stable isotopes as well. The first of these studies is centered around one population of La Gomera, being those individuals buried in the “Acceso al Pescante de Vallehermoso” site (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009). In said study, ten collagen samples were studied, concluding in a mixed diet, predominantly based on  $\text{C}_3$  vegetables, and complemented with terrestrial and marine protein.

In said study, however, the recommended C:N ratio requirement was only met by four samples; therefore, we will be only using these four samples in our study of the whole Western Canary Islands (Table VI.1).

A comparative on three islands was made by the same team, sampling the sites of La Lajura (El Hierro), Tenerife, and Gran Canaria, with a small sample of proposed consumed foods (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010). This study revealed different dietary patterns on each island, especially between El Hierro and the other two islands. All samples from this study are valid, and therefore, we will use those in our comparison, except for the samples from Gran Canaria, due to this island not being part of the Western islands.

Lastly, this same team studied the diet of the islanders who dwelled and buried their dead in Las Cañadas del Teide, the high mountains of Tenerife, with an ample sample of individuals belonging to different locations (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011). This study had radiocarbon dates associated with some of the individuals, and thus, the researchers distinguished between aborigines living before and after the Spanish conquest started, finding that, generally, the individuals from before the conquest had higher  $\delta^{15}\text{N}$  and “less negative”

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

$\delta^{13}\text{C}$  values, proving that there are differences on the diet of this population before and after the stressful period that was the conquest of the archipelago by Spanish settlers. All samples from this study met the quality criteria required and were done using the same tissue (bone collagen); therefore, they are also present in our comparison.

#### **VI.1 Comparación of the isotopic data between islands:**

The studies made by Tieszen and Arnay-de-la-Rosa already pointed towards regional and island differences in diet. And to better study this, we have selected all valid samples from this doctoral thesis, as well as those valid from these previous studies. Valid samples will be those done in the same material (bone collagen), thus not including our dentine samples, and those that also have a C: N ratio between 2,9 – 3,5, given the fact that this is the quality criteria first proposed by Schoeninger and De Niro (1984). Due to this, we will not include ten samples from La Gomera, all samples from the site of “La Cucaracha” in La Palma, one sample from Tenerife, and several samples from Arnay-de-la-Rosa et al. (2009)

The following table contains all the valid samples from this study, plus  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , C (%), N (%) and C:N data, along with the sites, age, sex (if estimated), and which study they come from:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ID	Site	Isia	Hueso	Sexo	Edad	δ13C	δ15N	%C	%N	Coll (%)	C:N	Fuente
BRI-7.1	Riscos del Tabaibal (Cave B)	La Gomera	Tibia	Male	Adult	-20.1	11.5	45.5	16.3	18.1	3.3	Este Estudio
ULL-625.2	Riscos del Tabaibal (Cave 1)	La Gomera	Ulna	Male	Adult	-19.7	9.8	42.4	15.7	15.2	3.2	Este Estudio
ULL-629.50	Riscos del Tabaibal (Cave 5)	La Gomera	Humerus	Male	Adult	-19.7	9.9	41.9	15.0	1.3	3.3	Este Estudio
ULL-627.5	Riscos del Tabaibal (Cave 6)	La Gomera	Clavicle	Male	Adult	-19.0	13.4	42.1	15.3	3.2	3.2	Este Estudio
CAB-18.1	El Juncal (Cave 3)	La Gomera	Humerus	Female	Adult	-20.8	9.7	39.5	16.1	2.6	2.9	Este Estudio
Cab-18.3	El Juncal (Cave 6)	La Gomera	Humerus	Undet.	Subadult	-21.6	9.1	39.9	13.9	7.0	3.3	Este Estudio
CAB-03/05/01	Anden de Guaje 1	La Gomera	Rib	Undet.	Adult	-20.3	10.3	42.3	15.5	15.3	3.2	Este Estudio
CAB-3.1	Anden de Guaje 2 (Cave J)	La Gomera	Femur	Male	Adult	-19.8	9.1	43.0	16.0	18.7	3.1	Este Estudio
CAB-3.2	Anden de Guaje 2 (Cave J)	La Gomera	Femur	Female	Adult	-19.7	9.9	42.9	16.0	15.7	3.1	Este Estudio
ULL-303.1	Los Polieros (Cave B)	La Gomera	Rib	Undet.	Undet.	-19.7	8.9	45.1	16.2	6.0	3.3	Este Estudio
ULL-302.2	Los Polieros (Cave C)	La Gomera	Tibia	Male	Undet.	-19.5	10.2	41.1	15.1	12.1	3.2	Este Estudio
IZQ-8.3	Los Polieros (Cave E)	La Gomera	Tibia	Male	Adult	-22.3	8.6	39.6	15.6	5.6	3.0	Este Estudio
IZQ-8.5	Los Polieros (Cave E)	La Gomera	Tibia	Male	Adult	-19.5	10.4	42.1	15.6	19.2	3.2	Este Estudio
ULL-624.2	Lomito del Frontón (B)	La Gomera	Tibia	Female	Adult	-21.2	9.6	39.6	15.4	6.8	3.0	Este Estudio

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ULL-624.9	Barranco de Argaga (A)	La Gomera	Humerus	Female	Adult	-19.2	9.5	43.8	16.1	16.3	3.2	Este Estudio
C-100	La Cordillera (Cave G)	La Gomera	Tibia	Female	Adult	-21.2	8.7	39.8	14.4	8.0	3.2	Este Estudio
ULL-744.1	La Cordillera (Cave 2)	La Gomera	Femur	Female	Adult	-19.9	9.2	42.2	15.4	5.8	3.2	Este Estudio
SIB-02.2	El Roque Baltazar (Cave 1)	La Gomera	Tibia	Male	Adult	-20.8	8.8	39.5	15.7	7.6	2.9	Este Estudio
SIB-02.1	El Roque Baltazar (Cave 1)	La Gomera	Tibia	Female	Adult	-19.4	9.0	42.7	15.9	12.4	3.1	Este Estudio
SANT-1	CEIP Santiago Apostol (1)	La Gomera	Tibia	Female	Adult	-22.4	9.4	39.7	14.8	3.8	3.1	Este Estudio
ULL-295.9	Las Cerquitas (Cave 2)	La Gomera	Femur	Female	Adult	-19.3	9.2	46.0	16.8	5.4	3.2	Este Estudio
ULL-297.16	Las Cerquitas (Cave 6)	La Gomera	Humerus	Female	Adult	-19.2	9.4	42.8	15.6	2.3	3.2	Este Estudio
CAB-06.1	Cabezo de los Toscones (1)	La Gomera	Clavicle	Undet.	Adult	-19.2	10.2	46.4	16.8	13.7	3.2	Este Estudio
ULL-220	Riscos del Paridero (Cave B)	La Gomera	Tibia	Female	Adult	-21.5	8.8	39.9	14.2	8.0	3.3	Este Estudio
ULL-223.1	Riscos del Paridero (Cave E)	La Gomera	Tibia	Female	Adult	-19.6	9.8	42.9	15.7	5.9	3.2	Este Estudio
ULL-219.01	Riscos del Paridero (Cave E)	La Gomera	Tibia	Male	Adult	-19.7	10.1	42.3	15.5	11.6	3.2	Este Estudio
ULL-259.1	Los Toscones (Cave 2)	La Gomera	Humerus	Male	Adult	-19.7	9.9	42.0	15.5	14.6	3.2	Este Estudio
ULL-262.1	Los Toscones (Cave 1)	La Gomera	Humerus	Female	Adult	-19.5	8.8	42.2	15.7	18.8	3.1	Este Estudio
ULL-327.5	Quebrada de la Sabina (1)	La Gomera	Tibia	Undet.	Adult	-19.6	9.7	41.4	15.2	4.5	3.2	Este Estudio

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ULL-327.61	Quebrada de la Sabina (1)	La Gomera	Tibia	Undet.	Adult	-19.8	10.8	44.6	15.7	1.3	3.3	Este Estudio
MOR-1	Quebrada de la Sabina (E)	La Gomera	Tibia	Undet.	Undet.	-19.7	8.9	44.7	16.2	17.5	3.2	Este Estudio
ULL-365.16	Tejeleche (Cave 1)	La Gomera	Femur	Undet.	Undet.	-22.6	9.7	40.1	13.1	4.8	3.6	Este Estudio
ULL-365.12	Tejeleche (Cave 1)	La Gomera	Femur	Undet.	Undet.	-19.8	10.2	40.9	15.1	11.6	3.2	Este Estudio
TAG-91.2	Los Tejeleches (Cave 3)	La Gomera	Radius	Male	Adult	-20.0	9.5	42.7	15.7	4.1	3.2	Este Estudio
ULL-326.1	Asomada del Cantero (1)	La Gomera	Tibia	Undet.	Undet.	-19.5	10.5	41.7	15.4	3.0	3.2	Este Estudio
CAB-II.1	Cañada de la Urona (1)	La Gomera	Clavicle	Female	Adult	-19.7	9.6	44.5	15.8	2.6	3.3	Este Estudio
RAM-I.1	Cañada del Paridero (1)	La Gomera	Cranium	Undet.	Subadult	-19.7	9.4	45.6	16.5	12.6	3.2	Este Estudio
FER-3.7	Cañada de la Caleta (1)	La Gomera	Ulna	Female	Adult	-19.6	10.2	43.7	15.9	2.9	3.2	Este Estudio
SAAN-01.1	Barranco las Puertitas (1)	La Gomera	Tibia	Male	Adult	-19.3	11.4	46.6	16.7	16.7	3.3	Este Estudio
CAB-07/05.1	Banda de la Higuera (1)	La Gomera	Femur	Undet.	Adult	-19.2	10.0	42.9	15.7	13.6	3.2	Este Estudio
ULL-229.2	Cueva de los Huesos (1)	La Gomera	Ulna	Female	Adult	-19.2	10.2	43.1	15.8	15.0	3.2	Este Estudio
Moradas-4	Cueva de las Moradas (1)	La Gomera	Tibia	Undet.	Subadult	-21.9	9.0	39.7	15.1	17.8	3.1	Este Estudio
MAG-01/08-1	El Risco del Bucio (Cave 1)	La Gomera	Rib	Undet.	Undet.	-19.3	10.6	45.9	16.6	14.7	3.2	Este Estudio
Pesc-1	Pescante Valleh.	La Gomera	Tibia	Undet.	Adult	-19.5	10.3	10.0	3.4	2.2	3.4	Armay et al, 2009

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Pesc-2	Pescante Valleh.	La Gomera	Tibia	Undet.	Adult	-20.3	10.8	10.9	3.8	1.5	3.4	Amay et al, 2009
Pesc-3	Pescante Valleh.	La Gomera	Tibia	Undet.	Adult	-19.8	11.8	17.6	6.3	1.0	3.3	Amay et al, 2009
Pesc-4	Pescante Valleh.	La Gomera	Tibia	Undet.	Adult	-19.6	11.5	27.2	9.9	1.6	3.2	Amay et al, 2009
Ind. 1	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adult	-18.3	10.9	33.5	12.9	3.9	3.0	Amay et al, 2010
Ind. 10	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adult	-17.8	9.1	33.6	12.5	2.1	3.2	Amay et al, 2010
Ind. 1032	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adult	-18.2	10.2	39.2	14.2	2.6	3.0	Amay et al, 2010
Ind. 11	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-17.9	10.1	32.9	12	2.1	3.2	Amay et al, 2010
Ind. 12	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-19.8	9.1	35.6	13.3	3.5	3.2	Amay et al, 2010
Ind. 15	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-19.7	9.2	39.2	15	6.5	3.1	Amay et al, 2010
Ind. 1556	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adult	-18.1	10	33.7	12.9	4.5	3.1	Amay et al, 2010
Ind. 17	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-17.9	10.7	30.3	11.4	1.5	3.3	Amay et al, 2010
Ind. 1842	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adult	-19.1	9.9	36.7	13.7	3.1	3.2	Amay et al, 2010
Ind. 20	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adult	-18.2	9.6	27.1	10.3	2.1	3.1	Amay et al, 2010
Ind. 244	Lajura	El Hierro	Tibia	Undet.	Adult	-18.4	8.8	26.3	9.9	1.7	3.2	Amay et al, 2010
Ind. 25	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-18.3	8.9	33.9	13	2.7	3.0	Amay et al, 2010

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Ind. 26	Lajura	El Hierro	Vertebra	Undet.	Adult	-19.8	10	32.7	11.8	1.1	3.2	Amay et al, 2010
Ind. 28	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-18	11	29.7	11.3	1.6	3.0	Amay et al, 2010
Ind. 29	Lajura	El Hierro	Vertebra	Undet.	Adult	-18.8	9.6	31.4	11.2	2	3.3	Amay et al, 2010
Ind. 30	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-17.9	11.1	28.5	10.7	3.3	3.1	Amay et al, 2010
Ind. 31	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-20.3	8.7	41.2	15.2	7.1	3.2	Amay et al, 2010
Ind. 34	Lajura	El Hierro	Vertebra	Undet.	Adult	-18.3	10.7	37.3	14	4.7	3.1	Amay et al, 2010
Ind. 35	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-17.9	9.1	40	14.9	6.1	3.1	Amay et al, 2010
Ind. 4	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-18.6	8.9	26.7	9.4	1.3	3.3	Amay et al, 2010
Ind. 6	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-18.9	9	31.5	11.7	2.8	3.2	Amay et al, 2010
Ind. 7	Lajura	El Hierro	Pelvis	Undet.	Adult	-18.5	10.6	33.5	12.3	2.2	3.2	Amay et al, 2010
Ind. 233	Letime	El Hierro	Tibia	Undet.	Adult	-18.4	10.8	34.1	12.4	3.5	3.1	Amay et al, 2010
Ind. 9	Letime	El Hierro	Tibia	Undet.	Adult	-18.6	9.4	19.5	7.3	2.2	3.1	Amay et al, 2010
ES-123	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.9	9.4	39.8	14.8	2.1	3.1	Este Estudio
ES-247	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-21.7	10.0	40.2	13.6	2.0	3.4	Este Estudio
ES-244	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-21.0	10.0	40.2	13.6	6.1	3.5	Este Estudio

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ES-76-III-129	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-22.0	9.0	40.1	13.0	2.4	3.6	Este Estudio
ES-16	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-21.8	6.1	40.2	12.9	5.8	3.6	Este Estudio
ES-124	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-21.4	9.6	40.1	13.3	5.7	3.5	Este Estudio
ES76-II-76	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-21.9	10.2	40.0	13.5	4.1	3.5	Este Estudio
ES-76VI-117	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-21.0	10.4	40.1	13.3	5.1	3.5	Este Estudio
ES-76VI-82	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.9	10.2	39.7	15.2	5.2	3.0	Este Estudio
ESP-76III46	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.6	8.2	39.8	14.4	3.8	3.2	Este Estudio
ESP-76-VIII-II	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.2	9.2	39.6	15.3	3.4	3.0	Este Estudio
ES135	El Espigón	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.6	8.8	39.7	14.9	10.3	3.1	Este Estudio
CA-20	Cueva del Agua	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-19.9	8.7	39.8	14.6	1.7	3.2	Este Estudio
CA-23	Cueva del Agua	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.2	9.4	40.1	13.0	3.5	3.6	Este Estudio
CA-30	Cueva del Agua	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.3	10.1	39.7	15.1	7.1	3.1	Este Estudio
HM-88-11-321	Huerto de los Morales	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.3	9.7	40.1	13.2	5.1	3.5	Este Estudio
HM-402	Huerto de los Morales	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-21.1	9.7	39.9	13.9	2.1	3.4	Este Estudio
HM-88-1-368	Huerto de los Morales	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-21.2	9.7	40.1	13.1	11.0	3.6	Este Estudio

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

HM-372	Huerto de los Morales	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.1	9.1	40.0	13.4	6.8	3.5	Este Estudio
HM-350	Huerto de los Morales	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.6	11.2	40.4	12.9	2.5	3.6	Este Estudio
HM88/1/320	Huerto de los Morales	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.5	8.3	40.0	13.7	4.3	3.4	Este Estudio
HM88/1/388	Huerto de los Morales	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-22.6	9.5	39.7	15.1	4.5	3.1	Este Estudio
SCAS464	Salto de Casimiro	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.2	7.9	40.4	13.7	1.7	3.4	Este Estudio
SCAS-71-520	Salto de Casimiro	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.4	7.7	40.2	13.4	2.3	3.5	Este Estudio
SCAS71/III/435	Salto de Casimiro	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.5	9.6	40.2	13.6	4.8	3.4	Este Estudio
SCAS71/I/574	Salto de Casimiro	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.2	7.6	39.7	15.0	9.0	3.1	Este Estudio
SCAS71/II/479	Salto de Casimiro	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.2	9.0	39.7	15.2	15.6	3.0	Este Estudio
BRI-196-84	Briestra	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.6	9.3	39.9	14.3	4.7	3.3	Este Estudio
BRI-96-1-102	Briestra	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.3	9.4	39.9	14.2	6.2	3.3	Este Estudio
BRI-138	Briestra	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.9	10.4	40.0	13.6	1.0	3.4	Este Estudio
BRI96/I/III	Briestra	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.4	10.0	39.5	15.8	15.4	2.9	Este Estudio
PAS73	Los Pasitos	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-21.0	10.0	40.1	13.1	2.5	3.6	Este Estudio
PAS72	Los Pasitos	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.7	9.5	40.1	13.2	3.8	3.5	Este Estudio

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

PAS-55	Los Pasitos	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.9	9.2	40.2	13.7	4.2	3.4	Este Estudio
PAS87//48	Los Pasitos	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.3	8.4	39.6	15.6	3.0	3.0	Este Estudio
PAS87-58	Los Pasitos	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-21.0	9.8	40.2	13.7	3.7	3.4	Este Estudio
LGI	Los Gomerros	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-21.8	9.9	40.1	13.1	6.8	3.6	Este Estudio
LGI	Los Gomerros	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-20.8	9.9	39.9	14.1	5.2	3.3	Este Estudio
Caboco del Pic.	Los Pedregales	La Palma	Rib	Undet.	Adult	-19.6	9.0	40.4	12.8	2.5	3.6	Este Estudio
CPD9	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-18.9	10.2	40.1	13.0	10.0	3.6	Este Estudio
CPD2	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adult	-20.3	9.5	39.9	14.3	5.4	3.3	Este Estudio
CPD5	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adult	-20.4	10.0	39.7	14.9	2.9	3.1	Este Estudio
CP35	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-20.8	8.9	39.6	15.4	3.4	3.0	Este Estudio
CP46	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-20.5	9.3	40.1	13.2	7.1	3.6	Este Estudio
CP67	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-20.5	8.4	39.8	14.7	10.3	3.1	Este Estudio
CP49	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-21.2	9.7	39.4	16.6	6.8	2.9	Este Estudio
CP54	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-20.9	9.2	40.1	13.0	5.0	3.6	Este Estudio
CP69	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-19.7	9.6	39.5	16.2	1.7	2.9	Este Estudio

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

CPD12	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adult	-21.1	8.8	39.8	14.3	16.1	3.2	Este Estudio
CP34	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-20.9	7.6	39.9	14.3	3.8	3.3	Este Estudio
CP42	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-20.8	8.9	39.8	14.4	4.6	3.2	Este Estudio
CP36	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adult	-21.0	9.0	39.8	14.6	7.6	3.2	Este Estudio
CP38	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-20.4	9.4	39.8	14.6	3.9	3.2	Este Estudio
CPD10	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adult	-20.8	9.5	39.7	15.0	14.9	3.1	Este Estudio
CP65	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-20.9	9.6	39.8	14.3	6.8	3.2	Este Estudio
CPD3	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adult	-19.8	10.0	39.9	14.1	4.1	3.3	Este Estudio
CP35/58	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-20.4	9.7	39.8	14.6	3.8	3.2	Este Estudio
CP47	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adult	-20.2	9.0	39.8	14.3	4.1	3.2	Este Estudio
CP51	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-21.0	9.3	39.4	16.5	4.3	3.2	Este Estudio
CP33	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Female	Adult	-20.5	9.7	39.8	14.7	8.0	3.0	Este Estudio
CP53	Bco Agua Dios	Tenerife (Med.)	Tibia	Male	Adult	-21.8	10.3	39.4	16.5	5.1	2.9	Este Estudio
TEN-01	El Portillo	Tenerife (Alt.)	Cráneo	Male	Adult	-19.4	12.3		15.2		3.2	Este Estudio
TEN-02	El Salitre	Tenerife (Alt.)	Mandible	Male	Adult	-19.8	9.8	41.2	15.0		3.2	Este Estudio

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

TEN-03	La Angostura	Tenerife (Alt.)	Mandible	Male	Adult	-18.8	11.9	42.1	15.2	3.2	Este Estudio
TEN-04	La Angostura	Tenerife (Alt.)	Mandible	Male	Adult	-19.4	13.2	42.7	15.4	3.2	Este Estudio
TEN-05	Roque Blanco	Tenerife (Alt.)	Mandible	Male	Adult	-18.9	11.4	46.9	17.7	3.1	Este Estudio
TEN-06	Roque Blanco	Tenerife (Alt.)	Mandible	Male	Adult	-20.1	10.3	42.2	15.3	3.2	Este Estudio
Ang. 1	Angostura	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adult	-18.8	11.7	34.7	13.5	4.9	Amay et al, 2011
Ang. 2	Angostura	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adult	-20	11.7	33.7	12.5	4.5	Amay et al, 2011
Ang. 3	Angostura	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adult	-19	9.7	34.5	13.5	5.7	Amay et al, 2011
Ang. 4	Angostura	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adult	-18.7	11.7	33	12.8	3.7	Amay et al, 2011
Ang. 5	Angostura	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adult	-19.3	12.4	32.1	12.4	2.7	Amay et al, 2011
Ca. 77-8	Cascajo	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Subadult	-20.2	10.7	17.8	6.3	1.1	Amay et al, 2011
Ind. 6	Montana Blanca	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adult	-19.5	12.2	29.5	10.7	1.8	Amay et al, 2011
A 34	Portillo	Tenerife (Alt.)	Coxal	Male	Adult	-19.7	11.7	30	11.7	2.6	Amay et al, 2011
B 82	Portillo	Tenerife (Alt.)	Axis	Female	Adult	-20.5	8.5	42	15.6	13	Amay et al, 2011
C 34	Portillo	Tenerife (Alt.)	Costilla	Female	Adult	-20.4	8.2	41.2	15.5	14.1	Amay et al, 2011
D 17	Portillo	Tenerife (Alt.)	Coxal	Male	Adult	-20	9.6	24.6	9	1.3	Amay et al, 2011

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Sal.1	Salitre	Tenerife (Alt.)	Tibia	Male	Adult	-19.5	10	29.5	6.1	1.4	3.2	Amay et al, 2011
Sal. 2	Salitre	Tenerife (Alt.)	Tibia	Female	Adult	-19.4	9.3	28	10.7	2.6	3	Amay et al, 2011
Sal. 3	Salitre	Tenerife (Alt.)	Tibia	Female	Adult	-20.3	9.8	36.6	14.8	7.1	2.9	Amay et al, 2011

Table VI.1: Total samples from the Western Canary Islands, plus  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , C (%), N (%) and C:N data.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

We have a total amount of 152 valid samples scattered among the four islands. On Tenerife, however, we have separated those individuals buried on the midlands or coast and those buried in Las Cañadas del Teide. This was done due to the fact that the high mountain of Tenerife has some singularities on resource gathering and use, and thus we have the hypothesis that it doesn't function in the same manner as the rest of the island. In Las Cañadas del Teide, we find the individuals with the highest nitrogen values of all the archipelago, as seen in both our sections destined to study the incremental dentine and as seen in Arnay et al. (2011).

The mean of the whole group is  $\delta^{15}\text{N} = 9.8\text{‰} (\pm 1.03)$  and  $\delta^{13}\text{C} = -20.0\text{‰} (\pm 1.05)$ . We can assume that there is a trophic correspondence with the goat values from La Gomera, which had mean values of  $\delta^{15}\text{N} = 6.4\text{‰} (\pm 1.6)$ , and  $\delta^{13}\text{C} = -19.3\text{‰} (\pm 0.9)$ , which implies a trophic increment of +3-4‰ for  $\delta^{15}\text{N}$ , and +1-2‰ for  $\delta^{13}\text{C}$ . This leads us to assume that, on average, the diet of the islanders seems to be based on terrestrial protein and C3 plant consumption, which is mostly cereal, due to having approximate values. The terrestrial protein would be obtained from the goats and sheep brought from the continent since there is no other primary source of terrestrial protein big enough to feed the aborigines.

Vegetable species, however, are difficult to interpret due to several issues. Collagen is an amino acid synthesized from proteins ingested and thus reflects certain input of said proteins. Therefore, the carbon values of our sample have a certain increase (not yet specified) of carbon from the terrestrial animals. Thus, we cannot establish a direct trophic relationship with any species, as we have done with nitrogen. Cereal's main dietary input is carbohydrates, and collagen comes from protein; thus, dietary patterns on human bone collagen will always have this issue (Ambrose et al., 1993).

Archaeological studies done in all the islands reveal seeds of *Hordeum vulgare* in most of the dwelling spaces of the Western Canary Islands; therefore, it is logical to assume the constant presence of this source in the diet of the islanders. The study made by Arnay et al. (2010) revealed isotopic data for barley of  $\delta^{15}\text{N} = 3.4\text{‰}$ , and  $\delta^{13}\text{C} = -25\text{‰}$ , which is somewhat consistent with our carbon data. Sadly, we do not have isotopic data from both wild C3 and CAM species to compare them with our sample.

However, even though there is a similar isotopic profile for all the data, there are noticeable differences in the values of each island, which need to be addressed.

To check if there are significant differences among studied areas, we decided to do a non-parametric Kruskal-Wallis test with values of each island (and the high mountain of Tenerife).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Isla	$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$		
	Cases	Mean	St dev	Cases	Mean	St dev
La Gomera	47	-20.0	0.92	47	9.9	0.94
La Palma	39	-20.8	0.64	39	9.3	0.94
El Hierro	24	-18.6	0.70	24	9.8	0.79
Tenerife (Med)	22	-20.6	0.60	22	9.3	0.63
Tenerife (Alt)	20	-19.6	0.57	20	10.8	1.40
Kruskall-W	H	p-val		H	p-val	
	79.28	0.000		20.36	0.000	

**Table VII.2:** Kruskal-Wallis test of  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  means on each island.

As we can see, the test results statistically significant for both isotopes ( $p=0.00$ ). Thus, not all the means of our selected groups are equal, and therefore, possible differences on dietary patterns can be found on each island.

Mean isotopic values are nevertheless similar, especially regarding nitrogen date. As we explained before, the highest  $\delta^{15}\text{N}$  mean value is that of the individuals from Las Cañadas del Teide (+1.3 $\delta$ ). This further corroborates our section VI hypothesis about a differential diet from the individuals buried in Las Cañadas. However, this group also has the highest standard deviation from all groups, thus caution is advised when interpreting this data.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

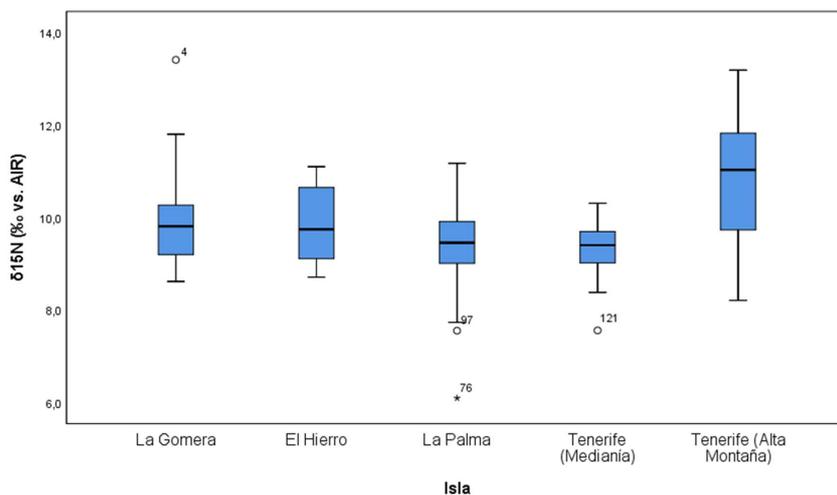


Figure VI.1: Boxplots showing  $\delta^{15}\text{N}$  mean values and standard deviation of each island.

Carbon data is more revealing, however, generally speaking,  $\delta^{13}\text{C}$  values are different in all islands, except for two groups, the mean values of midlands and coastal Tenerife and La Palma sites.

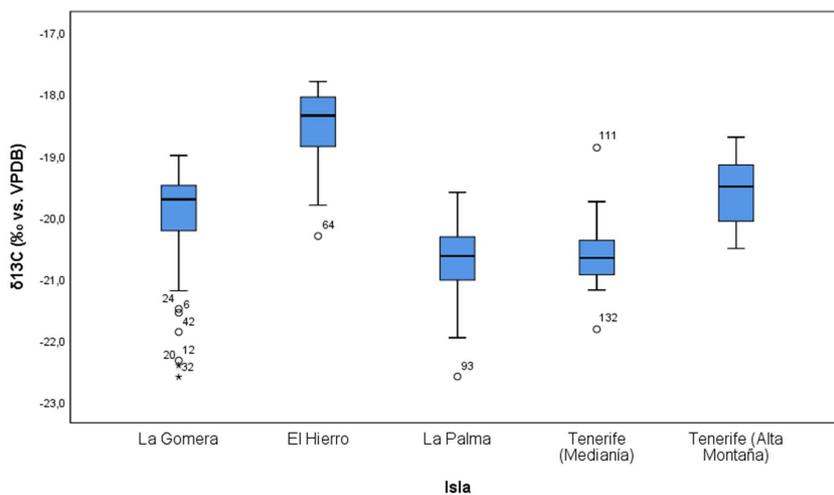


Figure VI.2: Boxplots showing  $\delta^{13}\text{C}$  mean values and standard deviation of each island.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

At this point, as in the same vein as when comparing the isotopic data of La Gomera with the time scale, we must mention that the aboriginal period presents a landscape restricted to C<sub>3</sub> and CAM plants, with the introduced cereals also being C<sub>3</sub>. We will always have similar base data for all or cases, finding only discrete changes. Furthermore, since CAM plants have isotopic values that overlap with those of C<sub>3</sub> plants, we will find issue distinguishing the amount of CAM plant consumption, if any (Farquhar et al., 1989). On other hand, if we ever found individuals with C<sub>4</sub> plant consumption, we would know that we are not sampling prehispanic dwellers of the Canary Islands, since this type of plants, such as millet, sorghum or maize are not present at this time in the archipelago.

Hence, what we will observe in this study are differences between same species consumption. Perhaps we will find more dependence on cereals in one island or region, or perhaps the amounts of consumed protein, and the types of it will vary, but overall, the data will be very similar. This reinforces de need to establish an isotopic baseline, especially for potential consumed plants.

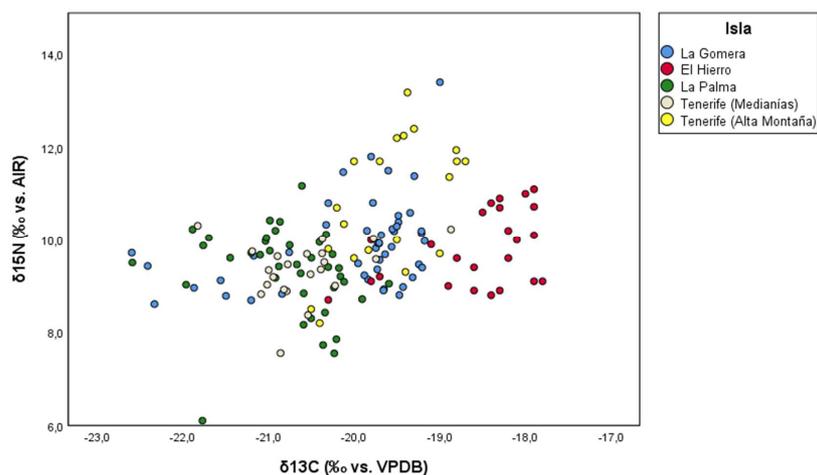


Figure VI.3: Scatterplot with  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  values of each island.

As seen in the non-parametric test, there is a significant difference on  $\delta^{13}\text{C}$  values, although samples from La Palma ( $\delta^{13}\text{C} = -20.8 \pm 0.6$ ) and Tenerife ( $\delta^{13}\text{C} = -20.6 \pm 0.6$ ) group themselves, and values from La Gomera, albeit similar ( $\delta^{13}\text{C} = -20.0 \pm 0.9$ ) are more scattered,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilera  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

as this distribution contains “less negative” carbon values than those of the two previous islands; this also happens with the mean values of Las Cañadas del Teide ( $\delta^{13}\text{C} = -19.6 \pm 0.57$ ). Lastly, we can observe that the values from El Hierro are especially different from the rest ( $\delta^{13}\text{C} = -18.6 \pm 0.7$ ).  $\delta^{15}\text{N}$  values are similar in all cases, as seen in our statistics and in our scatterplot, with the exception of the mean from Las Cañadas del Teide, as previously mentioned.

This allows us to establish a hypothesis about the different ways of living on each island, always having in mind the limitations of sample size or geographical region. For Tenerife and La Palma, we find a somewhat “sedentary” group of people living and using the resources of specific geomorphological places (ravines), individuals buried in El Espigón in La Palma, and in Barranco del Agua de Dios in Tenerife share similar traits, as they were related to similar spaces and uses of the territory.

Samples from La Gomera are quite scattered in comparison with the other datasets, which is coincidental with the scattering of the anthropological remains on the island, which are different from Tenerife, La Palma, and El Hierro in the regard that there are no collective burials, but funerary caves with mostly one to two individuals. These isotopic values would be of individuals with different activities and resource use. We have found individuals with a marine diet and individuals with terrestrial diet in this sample; thus, the variability of the isotopic data could be correlated with the variability of the sample, which seems not to be as stable or “sedentary” in their way of life than those of the other islands.

The high mountain of Tenerife deserves a special mention, given the fact that it has the highest mean  $\delta^{15}\text{N}$  values of all the samples. As we know, based on archaeological information, this population had shepherding as their main economic activity (Diego Cuscoy, 2008); recently, there have been archaeological finds related to transport and consumption of vegetable elements that do not grow in this environment, such as *Visnea mocanera* and *Hordeum vulgare* (Morales Mateos et al., 2021), as well as some molluscs (Arnay-de-la-Rosa et al., 2019).

We also must take into consideration our hypothesis established by studying the incremental dentine of these individuals. Our study concludes that possibly, humans buried in different caves from Las Cañadas came from different origins, and thus, each cave corresponds to a particular group; therefore, it is not strange that we find such variety in the isotopic record since they would be from people who have been moving from different parts of the island to the high mountains.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

El Hierro is possibly the dataset that most captures our attention, given the fact that this population has a  $\delta^{13}\text{C}$  mean value completely separated from the rest of the other islands. These samples appeared in Arnay-de-la-Rosa et al. (2010), and in this article, this population is proposed to have a greater input of marine foods than the other islands, which is corroborated by our analyses. We propose that consumption of marine seafood, especially mollusks, and some low-depth fish are more prevalent on this island than on the others. The fact that there is no increment in nitrogen values for this population could be related to the fact that the proposed species of consumption are not in the highest position in their trophic chains, as seen in the low nitrogen values of fish and mollusks analyzed by Arnay-de-la-Rosa et al. (2010) and Tieszen et al. (1995).

#### **VI.2 Isotopic results in relation to sex:**

Both previous archaeological and anthropological works in the archipelago had established a possible sex division in the aboriginal society, both in social status, work, and dietary patterns. Physical activity results have undoubtedly proved that this was the case for Gran Canaria regarding work (Santana Cabrera et al., 2015, 2011), therefore proving this difference in social organization, in which, apparently, men would have privilege over women (Santana Cabrera, 2018). Likewise, trace element studies in Gran Canaria also reveal different patterns in the diet (Velasco-Vázquez, 1998), as well as dental analysis (Delgado-Darias, 2001). These studies were made on the prehispanic society of Gran Canaria, which sadly is not part of our sample, although it can serve as a reference to establish hypotheses on our data. The only studies regarding sex differences on the Western Islands are those made on the island of El Hierro, thanks to the excavation of the La Lajura, funerary site (Ruiz González et al., 1999; Velasco-Vázquez et al., 2005), and the sample of La Gomera studied by María Castañeyra on her doctoral thesis (Castañeyra-Ruiz, 2015).

For El Hierro, trace elements were made with the remains excavated from La Lajura, finding that there are indeed differences in men's and women's diet, the latter being richer in vegetables and marine species (Velasco-Vázquez et al., 2001, 1998).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

In our study, we had included sex information when it was available. And during our study of La Gomera and El Barranco del Agua de Dios, we tested whether there were sex differences or not, finding no significance both for  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values.

There are several reasons for us to find no significance on these samples, the first one being effectively no dietary difference between male and female population; however, both other studies in the Canaries have proven this not to be the case, and pre-industrial societies have a richer protein diet on the male individual (Brenner Coltrain y Janetski, 2013). Our reason for finding no significance could be related to sample size; this is especially evident when observing the data from La Gomera, which is “almost significant” and has, overall, an increment of one delta unit (+1 $\delta$ ) over the female sample.

Since sex in commingled remains was established using discriminant functions, as seen in recent works (Carballo Pérez et al., 2021; Sánchez Cañadillas et al., 2021), there is a certain risk of these discriminant functions not assigning the correct sex for these populations, since some functions are destined for a specific population, of European-Mediterranean origin (Alemán Aguilera, 1997; Alemán Aguilera et al., 2000); therefore, considerations on sample sex using discriminant functions should be taken with caution.

When addressing the whole sample of this doctoral thesis and discriminate if the non-significance of previous studies was related to a small sample size, all cases were grouped together by sex, and a statistical test was performed to check this.

Sex		$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$	
	Cases	Mean	St dev	Cases	Mean	St dev
Male	43	-20.0	0.82	43	10.3	1.32
Female	28	-20.2	0.81	28	9.4	0.52
Mann-W	U	p-val		U	p-val	
	511	0.284		328	0.001	

**Table VI.3:** Mann-Whitney U test between  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  and sex.

As observed in the prior table, with a bigger number of cases (n= 71) nitrogen values prove significant at a confidence interval of 95% (p=0.001), therefore we can confirm that there

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

is a significant difference among  $\delta^{15}\text{N}$  values and sex. Would this mean that men in aboriginal society have a different dietary input than women?

Nitrogen values are indeed differently enough to argue that there is a certain difference in protein consumption. Although some considerations are to be made.

Firstly, we must acknowledge the high variability of men data, since in this sample we find both high and low  $\delta^{15}\text{N}$  values, and thus, some of the highest values (ULL-627.5, Ang.5, TEN-04) tend to increase the mean, and they could be responsible for the standard deviation.

On other hand, palaeodietary analysis and social status have been done already, and there are several examples with prehistoric populations with significant differences between males and females (Laffranchi et al., 2019; White et al., 2020). Both coinciding in a bigger consumption of proteins in males

One of the main reasons to justify this in the Canary Islands would be the shepherding practices being restricted to the male population, if this is proven to be true, the nitrogen values would be related with a higher consumption of protein, which would not only be meat, but also secondary products.

However, the presence of some women and children in the funerary caves of Las Cañadas points us towards other direction, and would be related to a different hypothesis, in which the whole familiar group is participating from this seasonal economic activity, implying that the difference in diet is status related. The human presence in Las Cañadas del Teide, however, is from a relatively late period in the aboriginal period, as radiocarbon dates show (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017), therefore, this population could be there due to their need to adapt to a different territory due to different issues, such as demographics, resource scarcity, or cultural conflict, which has been already addressed in previous works (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011).

In our high mountain sample, there is in fact a significant difference between males and females, however, we must take in consideration that the women sample is reduced ( $n=4$ ), therefore we should not establish definitive conclusions about this population.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

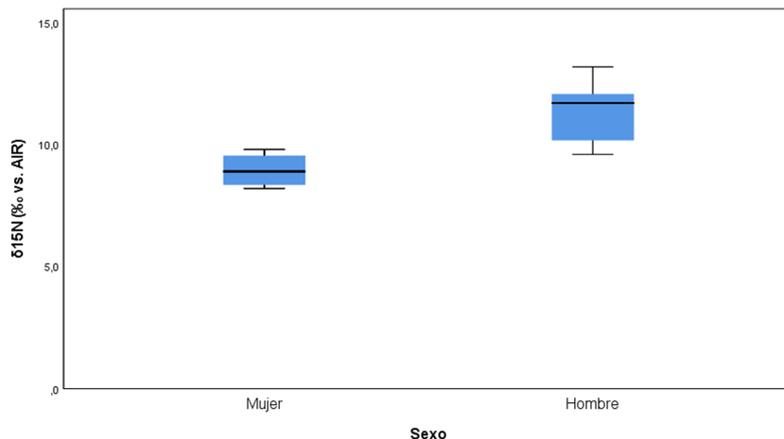
Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



**Figure VI.4:** Boxplot showing  $\delta^{15}\text{N}$  means from Las Cañadas del Teide.

Other studies made in the archipelago, such as those done studying dental stress have revealed possible differences between males and females, which would be related to a bigger vegetable consumption in women (Delgado-Darias, 2001), this is also correlated by trace elements in El Hierro (Velasco-Vázquez et al., 1997), although not in La Gomera (Castañeyra-Ruiz, 2015).

As per this evidence, it is possible to correlate this information with our isotopic data and propose a differential diet in the male and female populations of the Western Canary Islands. However, since each island's sample size is so small, we can only assume that there is a statistical difference between male and female  $\delta^{15}\text{N}$  vales for all the studied population, not this being the case for each subgroup (island). We need more analysis on each island to further provide new evidence on this matter, which should also include the chronological data, since this pattern could be related to a specific moment in the aboriginal colonization of the archipelago.

### **VI.3 Isotopic analysis on food sources**

It would be impossible to establish more precise questions about the feeding patterns of the aborigines without the archaeological information, several studies have demonstrated that in shepherding communities which theoretically would only depend on one resource (terrestrial proteins) there is also evidence of other food sources, such as cereals (Lightfoot et

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

al., 2015), therefore we shouldn't assume that it is the most abundant resource in the canaries at all time, since populations which only rely on hunting and resource gathering have a completely different isotopic profile than ours (White et al., 2020).

During this thesis we have obtained isotopic information on three different islands and one food source (the goat). Thus, we need to establish a proper isotopic baseline on possible consumed food sources, both animal and vegetable that could have potentially been consumed, to better study dietary patterns.

At this moment, only two isotopic studies have some source information, the studies of Larry Tieszen (1995) and Arnay-de-la-Rosa (2010). The information provided by those two studies represents the main sources for the inhabitants of the canaries. In the current archaeological record there is evidence for other species, such as the occasional consumption of some birds (Hernández-Marrero et al., 2015), but these would be sporadic. Likewise, there is an ample selection of vegetable species consumed by the aborigines, but so far, we only have isotopic information on *Phoenix Canariensis*.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Species	Sample	Type	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ (AIR)	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ (VPDB)	Reference
<i>Ostium attratus</i>	Body	Mollusk	6.7	-18.4	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Ostium attratus</i>	Shell	Mollusk	7	-16.5	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Ostium attratus</i>	Body	Mollusk	7.9	-18.4	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Patella piperata</i>	Shell	Mollusk	3.3	-14.5	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Patella piperata</i>	Body	Mollusk	4.4	-13.1	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Patella sp.</i>	Shell	Mollusk	5.1	-14.1	Tieszen et al., 1995
<i>Thais Haemastoma</i>	Body	Mollusk	7.8	-15	Tieszen et al., 1995
Hogfish	Collagen	Fish	12.1	-15	Tieszen et al., 1995
<i>Mycteroperca rubra</i>	Collagen	Fish	11.4 ± 0.2	-10.5	Tieszen et al., 1995
<i>Sparisoma cretensis</i>	Collagen	Fish	8.3 ± 0.1	-12.7	Tieszen et al., 1995
<i>Phoenix canariensis</i>	Fruit	Wild Plant	9	-27.5	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Hordeum vulgare</i>	Seed	Barley	3.4	-25	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Triticum spp</i>	Seed	Wheat	2	-23.4	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	8.2	-18.5	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	5.9	-19.2	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	6.2	-20.3	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	6.9	-19.4	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	5.9	-20.2	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	6.2	-19.6	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	5.8	-19.0	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	7.2	-19.7	This study

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	5.7	-19.5	This study
<i>Capra hircus</i>	Collagen	Goat	6.8	-20.9	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	5.9	-20.7	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	7.1	-17.6	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	7.8	-19.0	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	7.0	-18.6	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	4.8	-19.6	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	5.5	-18.5	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	4.8	-19.4	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	6.1	-19.5	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	9.9	-17.4	This study
<i>Capra Hircus</i>	Collagen	Goat	6.6	-18.6	This study

Table VI.4: isotopic information on possible food sources of the indigenous population of the Canary Islands.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

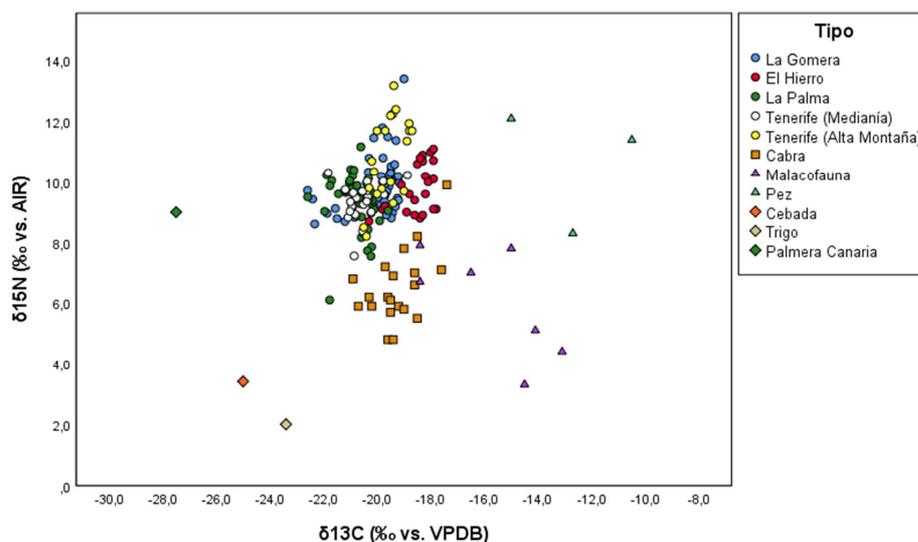
Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

As can be seen in this table, there exists a certain relation for mollusc data and the previous anthropological data. There are seven samples of shellfish, with a mean  $\delta^{13}\text{C}$  value of -15,65 ( $\pm 2,04$ ), and  $\delta^{15}\text{N}$  6,02 ( $\pm 1,77$ ). Given the trophic enrichment between consumers and consumed (De Niro y Epstein, 1981; Niro y Schoeninger, 1983), these marine sources could be correlated with the nitrogen values of our human sample, not being the case for carbon isotopic values, however. And thus, establishing the terrestrial protein as the most likely principal component of the diet for this population.

We can also establish a visual relation of this trophic relationships, and thus we can see what importance these sources had. However, the following graph also leads us to acknowledge that there are some information gaps on species that we still have not analysed yet. Therefore, more studies on wild animal and vegetable sources are needed.



**Figurea VI.5:** Scatterplot showing  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  data from all anthropological valid samples, as well as animal and vegetable species which could be feed upon.

As seen in our graph, trophic relationship  $\delta^{15}\text{N}$  (+3-4‰) between all the islands ( $\delta^{15}\text{N} = 9.7 \pm 1.05$ ) and terrestrial protein sources ( $\delta^{15}\text{N} = 6.4 \pm 1.16$ ) is established, with certain relationship with mollusc ( $\delta^{15}\text{N} = 6.0 \pm 1.78$ ) as well. These are, however, more scattered, and

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

more positive in  $\delta^{13}\text{C}$  than our human samples. This scattering is due to the different mollusc species analysed.

Nitrogen data of fish ( $\delta^{15}\text{N} = 9.8 \pm 1.56$ ) does not correlate with our sample, although these animals are present in the archaeological record (Rodríguez Santana, 1996), although not being abundant.

Future studies should address the creation of an isotopic baseline for the whole archipelago. This would require firstly to obtain information on all possible food sources and to obtain current and archaeological samples, to acknowledge changes on carbon and nitrogen in between past and present samples. Since we know that as of today, the atmospheric carbon of the Earth is different from the past (Francey et al., 1999; Hare et al., 2018).

This sampling should acknowledge all the islands, since it would be an interesting analysis to check if vegetables and animal species from the past had different isotopic profiles regarding each island.

Also, chronological information obtained using radiocarbon dating should be obtained as well. Since we have seen how discrete variations on stable isotopes can occur through time, and undoubtedly human interaction with the environment changed across time, thus we should aim to better understand each period and to check if some food sources, such as cereal consumption, were more important at some point in time. It has been specified in prior studies that some areas, such as Las Cañadas del Teide, had a wide use in the latter moments of aborigine colonization (XIII-XV centuries AD) (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011, 2010).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

#### VI.4 Results discussion:

The study of the different islands acknowledges significant differences in carbon and nitrogen value on each geographical location, possibly related to the different activities and ways of life of these groups, as we have seen, our analysis provides a general outline in which the population of the whole Western Canary Islands would depend on terrestrial protein and C<sub>3</sub> vegetables.

However, there are specific considerations for each island; studies done in La Palma and Tenerife midlands reveal similar values, both being population which had a similar settlement pattern. Isotopic data from La Gomera, on the other hand, has a greater scattering both in carbon and nitrogen, possibly related to the variety of locations used in that study, since there are coastal, midland, and mountain sites in our study. Previous anthropological studies agree that this population would have relatively high mobility (Castañeyra-Ruiz, 2015; Castañeyra-Ruiz et al., 2015), which has also been confirmed in recent studies, especially in the north (Carballo Pérez et al., 2021).

Data from El Hierro, albeit similar in their values, has a completely different range of  $\delta^{13}C$  values, which is related to a greater presence of marine diet than in the other islands. Lastly, the high mountain context of Tenerife has a different interpretation, being the highest  $\delta^{15}N$  mean of all. Since our previous study using incremental dentine allows for the possibility of a place of use for different communities, each one burying their dead in caves used by a single group. In our sample, we have found individuals both with terrestrial and marine inputs.

Results by sex on a regional scale demonstrate significant differences between isotopes and sex of the whole population of the western islands, not being the case of individual islands, excepting the individuals from Las Cañadas del Teide, although sample size in all singular groups is small to properly trust these individual results. The results on the whole set of samples reveal a slightly bigger protein consumption on men than women, and it would correlate with other analyses done in prehistoric populations (Laffranchi et al., 2019) and with trace elements studies and dental studies done in the Western Canary Islands (Castañeyra-Ruiz, 2015; Velasco-Vázquez et al., 1997) and in Gran Canaria (Delgado-Darias, 2001; Velasco-Vázquez, 1998).

The isotopic analyses on possible food sources reveal a trophic relationship between the terrestrial protein and the human samples, thus, confirming terrestrial protein as the main

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

source of food, possibly derived from the goat, an animal brought from the African continent, which would be one of the biggest, if not the most important, resource in the western islands. There is also a certain relationship with marine seafood, but we need more mollusk and fish samples to study their importance on de diet of the aborigines.

However, we lack isotopic analyses on wild plant species, and we only have two available cereal samples, which are elements that undoubtedly were part of the diet of the aboriginal population since they are found on most archaeological sites (Morales et al., 2017). Therefore, we need to properly define an isotopic baseline to determine the importance of vegetables and cereals on their diet.

**VI.5 Using a bayesian software, FRUITS (Food Reconstruction Using Isotope Transferred Signals) to reconstruct the diet of the indigenous inhabitants of the Canary Islands:**

FRUITS is a free license software that uses Bayesian analysis, created in 2014 by Ricardo Fernandes (Fernandes et al., 2014), that allows the quantitative determination of food sources in one or more consumers by comparing their isotopic values, although it can also be used to create other models. This program consists of a graphical interface where different data parameters can be introduced, and then they are scripted to the Bayesian BUGS parameter (Bayesian inference Using Gibbs Sampling), which itself uses an MCMC chain (Markov Chain Monte Carlo) <sup>1</sup>.

This program uses its own language and concepts to generate a model, and thus, each of these concepts is dependent on the statistic question that we are working with; the nomenclature must be adapted to our data. In this program, the term “target” represents consumers (our analytical object), “source” is the “consumed/food groups” (the contrasting variable/s), “proxies” are the common analysis elements (stable isotopes), and “fractions” are the different groups inside each proxy.

This model is created to answer specific questions for each model, and thus, it allows for the introduction of qualitative information on each parameter, and thus, specific concentrations of consumed elements or compounds in one source can be added, as well as if there is any

---

<sup>1</sup> This kind of Bayesian analysis chain consists of an algorithm that generates a specific analysis; its function relies on the probability of generating an event, which is dependent on the success of the previous event (after a subjective criterion or “prior” is defined).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

isotopic fractioning between the source and the target. This is of special importance since we should add trophic enrichment between consumers and consumed for our model to be precise. Also, this program allows for the inclusion of priors (prior information) which is a qualitative criterion and discriminates towards the parameter that we choose. For instance, if our chosen population's diet relies on a certain component (terrestrial protein, as in our case) or on another (marine protein). Priors are a subjective criterion since they are from sources of information outside of our experiment (i.e., Archaeological information or written sources); therefore, even though they are useful to properly separate food sources, they can induce several misconceptions.

There is no current consensus on how to utilize these qualitative criteria in archaeological studies using FRUITS, as well as the specific parameters for each analysis since each research question is dependent on different criteria. Therefore, the information obtained with FRUITS should be presented with and without priors on scientific reports (Bownes et al., 2017; Piliciauskas et al., 2017).

*A case study on prior discrimination using FRUITS:*

To test the differences between a FRUITS model with and without priors, and possible test errors related to assigning priors, we selected two samples from La Gomera. One sample has data that has been interpreted as "possible marine diet" (Ull 627.5,  $\delta^{15}\text{N} = 13.4$ ,  $\delta^{13}\text{C} = -19$ ), and the other belongs to an individual who would be a "possible terrestrial consumer" (Ull 323.1,  $\delta^{15}\text{N} = 8.9$ ,  $\delta^{13}\text{C} = -19.7$ ). Along with these individuals, which are the "target," we will introduce the mean values for each food group ("source") of this and previous studies.

Source	Species	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ (VPDB)	sd	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ (AIR)	sd
1	Goat	-19.30	0.91	6.40	1.16
2	Mollusk	-15.71	2.10	6.03	1.78
3	Fish	-11.60	1.56	9.85	1.56

**Tabla VI.5:** Mean values of protein sources (Table VI.4).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

We must take in consideration that, while the goat samples of this thesis, as well as Tieszen et al. (1995) fish data belongs to archaeological samples, some of the mollusks are from modern samples. Also, we must take in consideration that CO<sub>2</sub> emissions caused by the burning of fossil fuels and industrial activity have changed the current atmospheric carbon footprint (which is fractionated in the living organisms and their tissues), therefore, isotopic composition of current and past samples are different due to the *Suess Effect*. Therefore, we have to either acknowledge this by using only archaeological samples, or correct our data adding +1.5-2% to modern carbon dates, as some studies recommend. (Piliciauskas et al., 2017).

Once this correction is taken in consideration, we created a FRUITS models and compared with of these isotopic data from protein sources had more weight over the two proposed samples. A first analysis would be performed without priors, and the second will take into consideration that the terrestrial protein (goats) would be the main component, thus, the model would contain the following prior: source 1 (>) source 2 (>) source 3 (>).

NoPrior				
	Gomera Marine		Gomera Terrestrial	
	Mean	sd	Mean	sd
Goat	34	36	60	30
Mollusk	60	35	37	30
Fish	4	0.1	2	0.00
Prior (1>2>3)				
	Gomera Marine		Gomera Terrestrial	
	Mean	sd	Mean	sd
Goat	89	8	80	13
Mollusk	8	7	11	12
Fish	2	0.0	1	0.00

**Tabla VI.6:** Source consumption (%) and standard deviation (%) on both individuals before and after applying prior information.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

On this table we can observe how the analysis without priors have a dataset that agrees with our interpretation of the results, with the proposed “marine feeder” with a higher input (60%  $\pm$ 35) of these sources in his diet. Meanwhile, the “terrestrial feeder” accordingly would have an inferior percentage of marine input (37%  $\pm$ 30). However, both results present a high standard deviation.

After applying our prior information, both targets have similar results, but turn as terrestrial protein consumers, since we have specified towards this main source. This test demonstrates that, while modelling is useful, the data must be presented with and without priors, and we should not use this software without a previous interpretation and analysis of the isotopic data.

*Differences on each island's diet using FRUITS:*

To give more insight about our hypothesis about protein consumption, a FRUITS analysis was performed, using 5 targets, one for each island (plus Las Cañadas del Teide, as a separate environment), data introduced consisted of the means and standard deviations of each group found in this section (Table VI.2), source data comes from the three protein sources of our proposed baseline (Table VI.4). Since this is an exploratory analysis, we have only taken into consideration proteins, and thus, we have created a model which only considers protein sources, since at this time we only have one vegetable source (cereals) which is mostly comprised by carbohydrates, and the model should have other vegetable sources which we do not have yet. Therefore, the following data only takes into consideration the magnitude order of the consumed proteins on each island.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

NoPrior											
	La Gomera		La Palma		El Hierro		Tenerife		Tenerife Las Cañadas		
	Mean	sd	Mean	sd	Mean	sd	Mean	sd	Mean	sd	sd
Goat	65	30	33	35	67	26	41	37	62		34
Mollusk	29	30	62	34	27	26	55	36	33		34
Fish	4	4	3	0	4	0	3	0	3		0
Prior (1>2>3)											
	La Gomera		La Palma		El Hierro		Tenerife		Tenerife Las Cañadas		
	Mean	sd	Mean	sd	Mean	sd	Mean	sd	Mean	sd	sd
Goat	80	12	87	11	77	13	80	11	84		12
Mollusk	16	11	10	11	18	12	10	11	13		11
Fish	2	0	1	0	33	0.001	1	0	2		0

Table VI.7: Probable data consumption (%) and standard deviations (%) form each island studied in this doctoral thesis.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

#### VI.4 Results discussion:

The study of the different islands acknowledges significant differences in carbon and nitrogen value on each geographical location, possibly related to the different activities and ways of life of these groups, as we have seen, our analysis provides a general outline in which the population of the whole Western Canary Islands would depend on terrestrial protein and C3 vegetables.

As we can see in this table, the information without priors, for this specific case, does not correspond with the isotopic interpretation of this section since it points towards two islands (La Palma and Tenerife) which would have a greater marine (mollusc) diet than terrestrial. Which does not correspond with our interpretation of the results.

With priors, however, the dataset introduces the goat as the main source of consumption (since we have pointed towards it in our model), but the percentages of marine food consumption vary and are correlated with our interpretation, in which every island would have an overall predominance of the terrestrial protein, but different percentages of marine consumption. Of these data, El Hierro appears as the island with the most marine food consumption (both molluscs and fish), followed by La Gomera. El Hierro would be the island with less percentage of terrestrial protein (goat) consumption.

Overall, FRUITS is a useful program to confirm or dismiss different hypotheses on percentage consumption of one or other sources, although it needs to be developed and homogeneous criteria to develop trustful models, and they are not fully developed and generalized for archaeological research. In the Canary Islands, the efficient use of this software to go beyond exploratory analysis requires obtaining a wider sample of consumed elements and the creation of a specific model that takes into consideration that the same sources are being consumed, albeit in different proportions.

This program's author, Ricardo Fernandes, has proposed a model in which "diet" is representative of two factors, "energy" and "proteins" (Fernandes et al., 2015). This model weights cereals along with proteins since carbohydrates add more energy than proteins, and the application of this study has allowed us to highlight the importance of cereals in Bronze Age Communities (Varali et al., 2021). However, as previously stated, we need to better understand this software and its limitations to apply it correctly to the Canary Islands.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

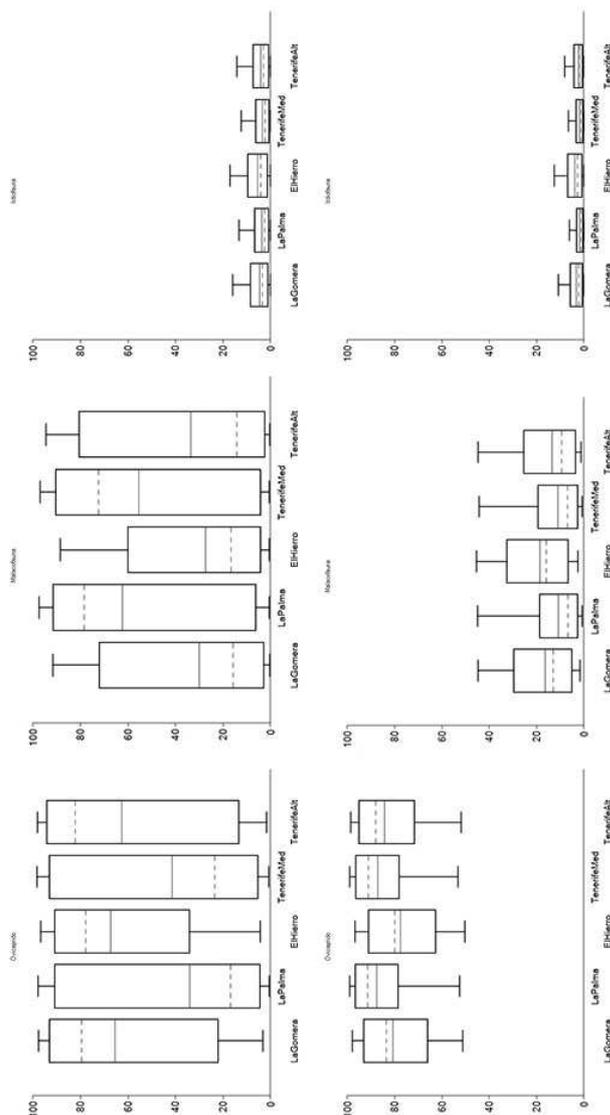
Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



**Figure VI.6:** Boxplots with protein consumption percentages according to FRUITS, the upper line includes analysis without priors, while the lower line consists of the data with prior Goat>Mollusk>Fish, box represents 1 $\sigma$  confidence interval (68.8%) and whiskers 2 $\sigma$  confidence interval.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865      Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**VI.6 References (Section VI):**

Alemán Aguilera, I., 1997. Determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Estudio de una población mediterránea actual. Universidad de Granada, Granada.

Alemán Aguilera, I., Botella Lopez, M., Ruiz Rodríguez, L., 2000. Determinación sexual mediante análisis discriminante del húmero. *Tend. Actuales Investig. En Antropol. Física Esp.* 1, 159–164.

Arnay-de-la-Rosa, M., Gámez-Mendoza, A., Navarro-Mederos, J.F., Hernández-Marrero, J.C., Fregel, R., Yanes, Y., Galindo-Martín, L., Romanek, C.S., González-Reimers, E., 2009. Dietary patterns during the early prehispanic settlement in La Gomera (Canary Islands). *J. Archaeol. Sci.* 36, 1972–1981.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Navarro-Mederos, J.F., Criado Hernández, C., Clavijo Redondo, M.Á., García Ávila, C., Marrero Salas, E., Abreu Hernández, I., 2017. Estudios sobre el patrimonio arqueológico del parque nacional del Teide., in: *Proyectos de Investigación en Parques Nacionales: 2012-2015*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Red de Parques Nacionales, pp. 107–129.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Romanek, C.S., Noakes, J.E., Galindo-Martín, 2011. Paleonutritional and paleodietary survey on prehistoric humans from Las Cañadas del Teide (Tenerife, Canary Islands) based on chemical and histological analysis of bone. *J. Archaeol. Sci.* 38, 884–895.

Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Velasco-Vázquez, J., Romanek, C.S., Noakes, J.E., 2010. Paleodietary analysis of the prehistoric population of the Canary Islands inferred from stable isotopes (carbon, nitrogen and hydrogen) in bone collagen. *J. Archaeol. Sci.* 37, 1490–1501.

Arnay-de-la-Rosa, M., Marrero Salas, E., Abreu Hernández, I., García Ávila, Juan Carlos, 2019. *Caminos Heredados: Estudios sobre el patrimonio arqueológico del Parque Nacional del Teide.*, Miguel Ángel Clavijo Redondo. ed. Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Canarias.

Bownes, J.M., Ascough, P., Cook, G., Murray, I., Bonsall, C., 2017. Using stable isotopes and a bayesian mixing model (FRUITS) to investigate diet at the early Neolithi site for Carding Mill Bay, Scotland. *Radiocarbon* 54, 1275–1294.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Brenner Coltrain, J., Janetski, J.C., 2013. The stable and radio-isotope chemistry of southeastern Utah Basketmaker II burials: dietary analysis using the linear mixing model SISUS, age and sex patterning, geolocation and temporal patterning. *J. Archaeol. Sci.* 40, 4711–4730.

Carballo Pérez, J., Sánchez Cañadillas, E., Arnay-de-la-Rosa, M., Hernández Marrero, J.C., González Reimers, E., 2021. Quotidian lives on isolated bodies: Enteseal changes and cross-sectional geometry among the aboriginal population of La Gomera (ca. 200–1500 AD, Canary Islands). *Int. J. Osteoarchaeol.*

Castañeyra-Ruiz, M., 2015. Estudio de la robustez esquelética de la población prehispanica de La Gomera. Análisis antropométrico, químico e histológico de la tibia. Universidad de La Laguna.

Castañeyra-Ruiz, M., Trujillo-Mederos, A., Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., 2015. Osteoarthritis among the prehispanic population from La Gomera and El Hierro (Canary Islands): a comparative study. *J. Biol. Clin. Anthropol.* 72, 347–358.

De Niro, M.J., Epstein, S., 1981. Influence of Diet in the Distribution of Nitrogen Isotopes. *Geochim. Cosmochim. Acta* 45, 341–351.

Delgado-Darias, T., 2001. Los antiguos canarios a través de sus dientes, 1st ed. El Museo Canario, Las Palmas de Gran Canaria.

Farquhar, G.D., Ehleringer, J.R., Hubick, K.T., 1989. Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 40, 503–537.

Fernandes, R., Grootes, P.M., Nadeau, M.-J., Nehlich, O., 2015. Quantitative Diet Reconstruction of a Neolithic Population Using a Bayesian Mixing Model (FRUITS): The Case Study of Ostorf (Germany). *Am. J. Phys. Anthropol.* 158, 325–340.

Fernandes, R., Millard, A., Brabec, M., Nadeau, M.-J., Grootes, P.M., 2014. Food Reconstruction Using Isotopic Transferred Signals (FRUITS): A Bayesian Model for Diet Reconstruction. *PLoS ONE* 9.

Finucane, B.C., 2007. Mummies, maize, and manure: multi-tissue stable isotope analysis of late prehistoric human remains from the Ayacucho Valley, Peru. *J. Archaeol. Sci.* 34, 2115–2124.

Francey, R.J., Allison, C.E., Etheridge, D.M., Trudinger, C.M., Enting, I.G., Levenberger, M., Langenfelds, R.L., Michel, E., Steele, L.P., 1999. A 1000-year high precision record of d13C in atmospheric CO2. *Tellus B Chem. Phys. Meteorol.* 51, 170–193.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Fregel, R., Ordoñez, A., Santana-Cabrera, J., Cabrera, V.M., Velasco-Vázquez, J., 2019. Mitogenomes Illuminate the Origin and Migration Patterns of the Indigenous People of the Canary Islands. PLoS ONE 1–24.

Hare, V., Loftus, E., Jeffrey, A., Bronk Ramsey, C., 2018. Atmospheric CO2 effect on stable carbon isotope composition of terrestrial fossil archives. Nat. Commun. 252, 1–8.

Hernández-Marrero, J.C., Navarro-Mederos, N.-M., Rando, J.C., 2015. An approach to prehistoric shepherding in La Gomera (Canary Islands) through the use of domestic spaces. Quat. Int. 1–13.

Kirch, P., 1980. Polynesian Prehistory: Cultural adaptation in Island Ecosystems: Oceanic islands serve as archaeological laboratories for studying the complex dialectic between human populations and their environments. Am. Sci. 68, 39–48.

Laffranchi, Z., Cavaliere, M., Stalzani, L., Milella, M., 2019. Patterns of funerary variability, diet and developmental stress in a Celtic population from NE Italy (3rd-1st BC). PLoS ONE 14, e0214372.

Lightfoot, E., Motuzaitė-Matuzevičiūtė, G., O'Connell, T.C., Kukushkin, I.A., Loman, V., Varfolomeev, V., Liu, X., Jones, M.K., 2015. How "pastoral" is Pastoralism? Dietary diversity in Bronze Age communities in the central Kazakhstan steppes. Archaeometry 57, 232–249.

Maca-Meyer, N., Arnay-de-la-Rosa, M., Rando, J.C., Flores, C., González, A.M., Cabrera, V.M., 2004. Ancient mtDNA analysis and the origin of the Guanches. Eur. J. Hum. Genet. 12, 155–162.

Morales, J., Rodríguez, A., Henríquez, P., 2017. Agricultura y recolección vegetal en la arqueología prehispanica de las Islas Canarias (siglos III-XV d.C.) La contribución de los estudios carpológicos, in: Miscelánea en homenaje a Lydia Zapata Peña: (1965-2015). Universidad del País Vasco, pp. 189–218.

Morales Mateos, J., Vidal-Matutano, P., Marrero Salas, E., Henríquez-Valido, P., Lacave Hernández, A., García Ávila, Carlos, Abreu Hernández, I., Arnay-de-la-Rosa, M., 2021. High-mountain plant use and management: macro-botanical data from the pre-Hispanic sites of Chasogo and Cruz de Tea, 13–17th centuries AD, Tenerife (Canary Islands, Spain). J. Archaeol. Sci. Rep. 35, 102730.

Niro, M.J.D., Schoeninger, M., 1983. Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios of Bone Collagen: Variations Within Individuals, Between Sexes, and Within Population Raised on Monotonous Diets. J. Archaeol. Sci. 10, 199–203. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(83\)90002-X](https://doi.org/10.1016/0305-4403(83)90002-X)

X

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Piliciauskas, G., Jankauskas, R., Giedre Piliciauskiene, Dupras, T.L., 2017. Reconstructing Subneolithic and Neolithic diets of the inhabitants of the Southeast Baltic Coast (3100-2500 cal BC) using stable isotope analysis. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 9, 1421–1437.

Rodríguez Santana, C.G., 1996. La pesca entre los canarios, guanches y auaritas: las ictiofaunas arqueológicas del Archipiélago Canario. Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria.

Ruiz González, M., Sánchez Perera, S., Velasco-Vázquez, J., 1999. La necrópolis Bimbache de Montaña La Lajura (El Pinar, Isla de El Hierro). *El Pajar Cuad. Etnografía Canar.* 16–19.

Sánchez Cañadillas, E., Carballo Pérez, J., Padrón, E., Hernández-Marrero, J.C., Melián, G.V., Navarro-Mederos, J.F., Pérez, N.M., Arnay-de-la-Rosa, M., 2021. Dietary changes across time: Studying the indigenous period of La Gomera using  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  stable isotope analysis and radiocarbon dating. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1–19.

Santana Cabrera, J., 2018. Reflexionando sobre la mujer aborigen de Gran Canaria: integrando arqueología y etnohistoria desde una perspectiva de género. *Complutum* 29, 207–224.

Santana Cabrera, J., Velasco-Vázquez, J., Rodríguez Rodríguez, A., 2015. Entheseal changes and sexual division of labor in a North-African population: The case of the pre-Hispanic period of the Gran Canaria Island (11th–15th c. CE). *J. Comp. Hum. Biol.* 66, 118–138.

Santana Cabrera, J., Velasco-Vázquez, J., Rodríguez Rodríguez, A., 2011. Patrón cotidiano de actividad física y organización social del trabajo en la Gran Canaria prehispanica (siglos XI-XV). La aportación de los marcadores óseos de actividad física. 19, 125–163.

Schoeninger, M., De Niro, M.J., 1984. Nitrogen and Carbon Isotopic Composition of Bone Collagen from Marine and Terrestrial Animals. *Geochim. Cosmochim. Acta* 48, 625–629.

Tieszen, L., Matzner, S., Buesman, S.K., 1995. Dietary reconstruction based on stable isotopes ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ) of The Guanche pre-hispanic Tenerife, Canary Islands. *Proc. 1st World Congr. Mummies Stud.* 1, 41–57.

Touzeau, A., Amiot, R., Blichert-Toft, J., Flandrois, J.-P., Fourel, F., Grossi, V., Martineau, F., Richardin, P., Lécuyer, C., 2014. Diet of Ancient Egyptians Inferred from Stable Isotope Systematics. *J. Archaeol. Sci.* 46, 114–124.

Varali, A., Desideri, J., David-Elbiali, M., Goude, G., Honegger, M., Besse, M., 2021. Bronze Age innovations and impact on human diet: A multi-isotopic and multi-proxy study of western Switzerland. *PLoS ONE* 16, e0243726.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Velasco-Vázquez, J., 1998. Economía y dieta de las poblaciones prehistóricas de Gran Canaria. Una aproximación bioantropológica. *Complutum* 9, 137–154.

Velasco-Vázquez, J., Alberto-Barroso, V., Delgado-Darias, T., Moreno-Benítez, M., Lécuyer, C., Richardin, P., 2019. Poblamiento, colonización y primera historia de Canarias. El C14 como paradigma. *Anu. Estud. Atlánticos* 66, 1–24.

Velasco-Vázquez, J., Arnay-de-la-Rosa, M., González Reimers, E., Hernández Torres, O., 1997. Paleodietary analysis of the prehistoric population of El Hierro (Canary Islands). *Biol. Trace Elem. Res.* 60, 235–241.

Velasco-Vázquez, J., N. Ruíz González, T., Sánchez Perera, S., Delgado-Darias, T., González Reimers, E., 2001. De una sociedad igualitaria a la complejidad de las normas sociales, prevalencia de caries en la población prehistórica de la Necrópolis de La Lajura (La Frontera, El Hierro). *Tabona Rev. Prehist. Arqueol.* 213–246.

Velasco-Vázquez, J., Ruíz González, T., Sánchez Perera, S., 2005. El Lugar de los antepasados, La necrópolis bimbape de montaña La Lajura. *Cabildo Insular de El Hierro, El Hierro.*

White, J.A., Schulting, R.J., Lythe, A., Hommel, P., Bronk Ramsey, C., Moiseyev, V., Khartanovich, V., Weber, A.W., 2020. Integrated stable isotopic and radiocarbon analyses of Neolithic and bronze age hunter-gatherers from the Little Sea and Upper Lena micro- regions, Cis-Baikal, Siberia. *J. Archaeol. Sci.* 119.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
*Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>*

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilár  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

ANEXO III: ARTÍCULO DE  
INVESTIGACIÓN:

Dietary changes across time: studying the  
indigenous period of La Gomera using  $\delta^{13}\text{C}$   
and  $\delta^{15}\text{N}$  stable isotope analysis and  
radiocarbon dating

---

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

# Dietary changes across time: Studying the indigenous period of La Gomera using $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ stable isotope analysis and radiocarbon dating

Elías Sánchez-Cañadillas<sup>1</sup> | Jared Carballo<sup>1</sup> | Eleazar Padrón<sup>2,3</sup> |  
Juan Carlos Hernández<sup>4</sup> | Gladys V. Melián<sup>2,3</sup> | Juan Francisco Navarro Mederos<sup>1</sup> |  
Nemesio M. Pérez<sup>2,3</sup> | Matilde Arnay-de-la-Rosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Docencia e Investigación de Prehistoria, Arqueología e Historia Antigua, Facultad de Humanidades, Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna, Spain

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER), Área de Medio ambiente, Tenerife, Canary Islands, Spain

<sup>3</sup>Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN), Tenerife, Canary Islands, Spain

<sup>4</sup>Cabildo Insular de La Gomera y Museo Arqueológico de La Gomera, San Sebastián de La Gomera, Spain

## Correspondence

Elías Sánchez-Cañadillas, Universidad de La Laguna C/Padre Herrera s/n. 38200. San Cristóbal de La Laguna, Spain.  
Email: esanchezcan@gmail.com

## Funding information

Ministerio de Economía y Competitividad, Grant/Award Number: HAR2015-68323-P; Universidad de La Laguna - Fundación La Caixa, Grant/Award Number: Contratos Predoctorales para la formación de doctores, Convocatoria 2015

## Abstract

**Objectives:** This article presents new radiocarbon and isotopic data to provide further information about the diet of the indigenous population of La Gomera and its possible changes across time.

**Materials and methods:**  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  of 53 human and 19 faunal samples from different sites on the island have been obtained and analyzed. Of these, 52 have been radiocarbon dated to provide insight on chronological changes.

**Results:** Human dates range from the 3rd to 15th centuries AD, while faunal dates range from the 1st to 17th centuries AD. Stable carbon and nitrogen values are significantly different between the human and goat samples and have also a trophic increase of 3.4‰. Although male and female  $\delta^{15}\text{N}$  data are not significantly different. Both  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of both human and animal samples tend to discretely decrease over time.

**Discussion:** Radiocarbon dates from humans correlate with other dates obtained in the rest of the archipelago. Animal radiocarbon dates generally coincide except for one date, which requires further study. Isotopic  $\delta^{15}\text{N}$  data suggest a mix of marine and terrestrial protein consumption in humans, the latter being more abundant given the seasonality of the first.  $\delta^{13}\text{C}$  data also suggest a possible mixed diet in humans, with a predominance of  $\text{C}_3$  plants, like *Hordeum vulgare*, the only grain found in archaeological sites so far. Variations of both  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  over time suggest a slight modification on the diet, which could be related to environmental changes.

## KEYWORDS

Canary Islands, carbon, dietary patterns, indigenous, nitrogen, radiocarbon dating, stable isotopes

## 1 | INTRODUCTION

### 1.1 | The prehispanic Canary Islands

The Canary Islands archipelago, constituted by eight different islands, is located in the Atlantic Ocean, near the north-western African coast,

in what is called the Macaronesian ecoregion. The formation of these islands is a consequence of the constant expulsion of volcanic materials since the Late Miocene (Schminke & Sumita, 2010). Therefore, they have never been connected to the continent. Fuerteventura, the easternmost island, is about 100 km from the African coast. (Figure 1).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

The Canaries was the only Macaronesian archipelago populated before the arrival of European populations in the 15th century. Archaeological and linguistic studies point toward links between the first settlers and Berber populations from North África (Navarro-Mederos, 1993; Springer, 2001). The aDNA studies conducted on human remains of the canaries have undoubtedly proved the North African origin of the first settlers of the Canary Islands (Maca-Meyer et al., 2004). As of today, we know that the populations that first colonized the archipelago had a genetic composition that can be related to the central and northern part of North Africa. Furthermore, several specific genetic lineages identified in Canarian samples have coalescence ages that would be coherent with the dates proposed for the first settlements in the islands, around the 1st century AD (Fregel et al., 2019; Rodríguez-Varela et al., 2017).

There are both inscriptions and drawings engraved on rocks, located in ravine basins and summits in the whole archipelago. Alphabetic signs have similarities to pre-Roman and eastern Libyco-Berber inscriptions, dated around the start of the common era in the territories that are now known as Tunisia and Algeria (Springer, 2001). Despite these similarities, there are not any documented North African writings that completely coincide with those of the ancient Canarian people (Springer, 2016, 2019).

According to current available data, it is very unlikely that the first permanent settlement of human population on the islands occurred

before the common era. The oldest accelerator mass spectrometry radiocarbon dates of human remains are from the 3rd century AD (Velasco-Vázquez et al., 2019). Although there are older radiocarbon dates, they have been obtained from either charcoals or organic fractions in sediments (Atoche-Peña & Ramírez-Rodríguez, 2011, 2017), so they cannot be considered reliable according to today's standards. Vegetable samples, especially "long-lived," such as trees and charcoals, are usually not reliable for  $^{14}\text{C}$  dating, given the fact that they might introduce inaccuracies related to the life cycle of plants, the part of the tree dated, or their usage and transformation by ancient populations (Wilmshurst et al., 2011).

These human groups adapted to the new landscape gradually over time, using both the natural resources of the islands and the animals and plants that they had brought from North Africa. The Canary Islands had no big mammals prior to their colonization, and the prehispanic settlers brought with them several species, such as goat (*Capra hircus*), sheep (*Ovis aries*), pig (*Sus scrofa*) and dog (*Canis familiaris*), they also brought crops, wheat (*Triticum aestivum*), which does not appear in all the islands, and barley (*Hordeum vulgare*), which has been found on all of them.

Adapting to the islands was done by settling either using the natural caves located in the ravines or building stone structures, these two habitats can be found on all the islands, although the first one seems to be more common on the western islands (Tenerife, La



**FIGURE 1** Map of the Canary Islands with the island of La Gomera highlighted

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Gomera, La Palma and El Hierro), whereas the second appears more frequently in the eastern islands (Gran Canaria, Lanzarote and Fuerteventura). Natural caves were also used for burying their ancestors (Velasco-Vázquez et al., 2005).

Several local animal and vegetable species were consumed along with the food sources brought from the continent; the sea was used for gathering food, as evidenced by the big shell mounds found in coastal areas (Mesa Hernández et al., 2010), and also wild plants have been found in the dwelling spaces of the islanders (Morales, Rodríguez, Henríquez, 2017). Basalt formations were used to obtain raw materials to create stone tools and rotary querns, and pottery was made using the few available clay soils.

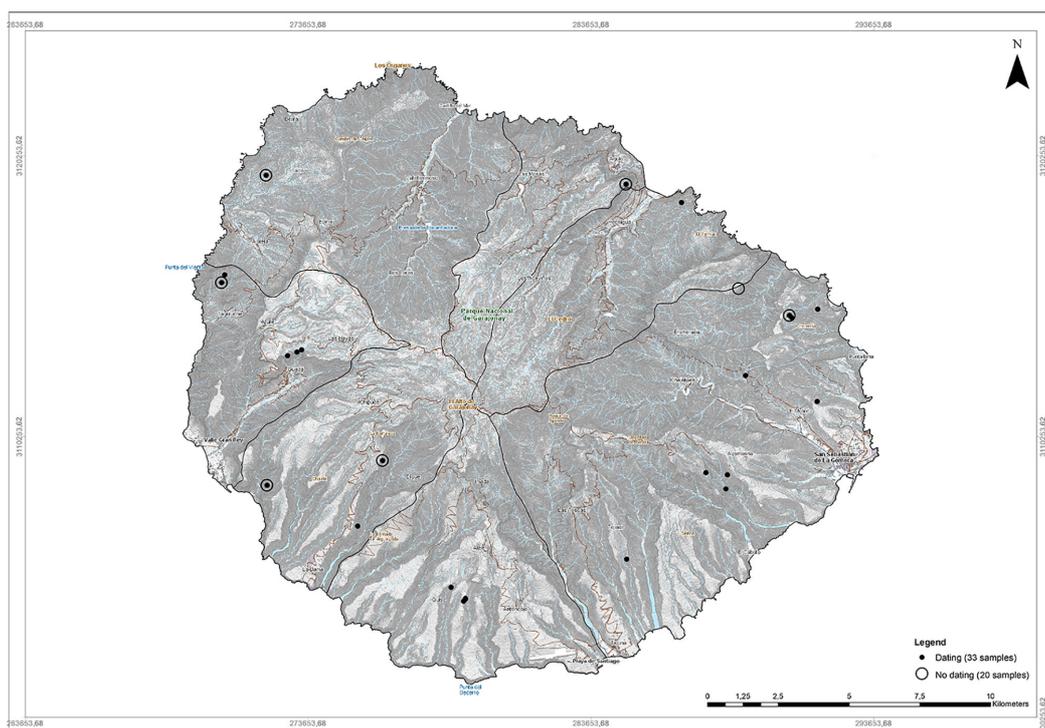
When European expeditions arrived, between the 13th and 15th centuries, they found that all the islands were inhabited by populations with a similar background, albeit different dialects and local cultural variations. According to historical sources, when the Spanish conquerors arrived, they found that the natives had remained isolated from the other islands and the continent (de Abreu Galindo, 1977; Navarro-Mederos, 1992).

In the 15th century, the definitive conquest and Christianization of the archipelago took place, although its model and time of completion differed on each island. From then onwards, the indigenous society started mixing with the new population due to both the marrying

of autochthonous women with the new settlers, and the vanishing of prehispanic cultural elements as they got slowly embedded into the Spanish society (Aznar Vallejo, 2008). There is also a reduction of the male local population due to the violence inherent to any conquest (Santana-Cabrera et al., 2016), and to the practice of slavery, which also contributed to their disappearance (Baucells Mesa, 2014).

## 1.2 | Archaeology of the prehispanic population of La Gomera

La Gomera is one of the smallest islands in the archipelago, it has an almost circular shape, measuring 25 km from East to West and 22 km from North to South, with a total surface of 378 km<sup>2</sup> (Figure 2). This island has a steep and uneven terrain due to constant erosion. It is formed by a central plateau, which has a maximum altitude of 1,487 meters above sea level (El Alto del Garajonay). From this plateau descends a network of deep ravines with slopes that reach the coastline. This coastline is equally steep, with rocky cliffs produced by marine weathering, with only a few natural beaches at the end of the ravines. It has influence from Saharan and Atlantic trade winds, which have an impact on the precipitation and humidity of the island. Its laurel forest is a byproduct of this situation.



**FIGURE 2** Map of La Gomera and location of funerary caves used in this study

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

La Gomera, along with the other seven islands of the archipelago, was a territory that remained relatively isolated from the continent after the arrival of its first settlers, and the society developed on this island largely depended on shepherding and agricultural species brought from North Africa. At the same time, they developed gathering strategies around the available natural resources of the island. Over their more than 12 centuries of inhabiting this territory, they used caves to deposit their dead and to dwell, never using them for both purposes at the same time.

Archaeological evidence has shown that the human population was distributed throughout the island. However, the location of permanent settlements was determined by the availability of the natural resources and paths of communication. The summit and laurel forest areas are poorly suited for permanent settlements. However, it was probably a common area for both pastoralism and resource gathering. Additionally, the summits were used for religious activities, such as the occasional sacrifice of heads of cattle and plant offerings to their deities as evidenced by archaeological remains (Hernández-Marrero & Navarro-Mederos, 2011; Morales et al., 2011; Morales & Gil, 2014).

The indigenous economy of La Gomera was mostly based on shepherding. Domestic animals found in the archaeological record are goat (*Capra hircus*), sheep (*Ovis aries*), and pig (*Sus domesticus*) (Alberto-Barroso et al., 2015; Hernández-Marrero et al., 2016). Furthermore, they also had cereal agriculture, based mostly on barley (*Hordeum vulgare*), whose crops were witnessed by the European chroniclers (da Zurara, 1973), and later verified in the archaeological record (Morales et al., 2011). All of this was supplemented with the selective gathering of wild vegetables and shellfish from the coastline. Among the gathered plants was the Canary date (*Phoenix canariensis*), extended throughout the island, and documented in recent excavations (Morales et al., 2011).

Radiocarbon dating has been performed to address the age of the indigenous population of la Gomera, establishing it at its earliest in the 3rd century AD, based on <sup>14</sup>C dates obtained from anthropological remains of recent excavations (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009; Fregel et al., 2019). Both historical and archaeological data suggest an early moment of predominant marine food consumption, along with the occupation of coastal areas, later substituted by an increase in pastoralist resources and the occupation of the whole island, especially in later periods (Hernández-Marrero & Navarro-Mederos, 2011; Navarro-Mederos, 1992).

Historical chroniclers wrote some information about the physical characteristics and living conditions of the ancient peoples of La Gomera (da Zurara, 1973; Frutuoso, 2004). This topic has also been the subject of recent anthropological studies, using the prehispanic human remains located in the Archaeological Museum of La Gomera to observe both the health conditions of this population (Arnay-de-la-Rosa et al., 2015; Castañeyra-Ruiz et al., 2015) and the survival of indigenous DNA in the current population (Fregel et al., 2015).

Burial practices of the islanders consisted mainly of depositing the body in natural caves, distributed all around the island, and mostly in the ravines (Hernández-Marrero & Navarro-Mederos, 2011; Navarro-Mederos, 1992). Those funerary enclaves did not have any

specific patterns regarding the number of individuals buried or the way of depositing the bodies. Therefore, archaeologists have found both single and collective burials (Navarro-Mederos, 1984; Navarro-Mederos, 1988a, 1988b).

However, burials were made close to the living spaces of the islanders, since both dwelling caves and funerary caves have been found close on several occasions, this has led archaeologists from La Gomera to classify the sites using the name of the natural formation (i.e., “Barranco de Argaga”), along with a numeral or a letter designating each cave (see Table 1).

On many occasions, the funerary caves were reused, and bones displaced to the inner parts of the cave to deposit new bodies. This fact, along with the later human, animal, and environmental alterations has not always allowed the recovery of full, individualized skeletons. Human remains are usually found forming commingled assemblages, and the finding of a full skeleton is not always possible. This has serious implication for determining the number of bodies buried in each cave, and for doing anthropological analyses since we cannot individualize every bone (Figure 3).

The “Acceso al Pescante de Vallehermoso” site is the only funerary deposit on the whole island that has been studied with modern techniques due to its recent discovery (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009). The paleodietary results of that study pointed toward the individuals from the site relying on C<sub>3</sub> plant consumption, as well as a diet with both marine and terrestrial foods, with predominance of the former. However, since only 10 individuals were studied, further isotopic evidence is needed to address the whole prehispanic period of La Gomera. It is also important to establish the role of terrestrial protein in the diet, given the fact that the main productive activity of this community was shepherding.

### 1.3 | Stable isotope analysis

As of today, the preferred analytical method to study diet in ancient populations is the stable isotope analysis of both carbon and nitrogen in bone collagen, dentine collagen or bioapatite (see reviews: Ambrose, 1993; Katzenberg & Waters-Rist, 2018; Lee-Thorp, 2008; Makarewicz & Sealy, 2015).

Collagen constitutes most of the organic portion of the bone, and it is a mix of essential and nonessential amino acids, the former coming from ingested protein, and the latter either coming from ingested protein, or from the synthesis of other dietary sources and breakdown products. Carbon in animal collagen will, therefore come from the consumed proteins (Howland et al., 2003) whereas carbon from apatite reflects the whole diet (Ambrose & Norr, 1993).

Carbon allows us to identify different photosynthetic pathways in plant-based diets, given the fact that plants in temperate regions usually have Calvin-Benson metabolisms (C<sub>3</sub>), while tropical and arid plants use the Hatch-Slack metabolism (C<sub>4</sub>). This translates to the carbon isotopic record,  $\delta^{13}\text{C}$  values of C<sub>3</sub> plant feeders, tend to be more negative, and C<sub>4</sub> consumers have “less negative” values (Farquhar et al., 1989).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**TABLE 1**  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ , quality criteria and calibrated  $2\sigma$  radiocarbon dates for the human sample

ID	Site	Bone	Sex	Age	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ (VPDB)	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ (AIR)	% C	% N	Coll (%)	C:N	Calibrated age AD 2 $\sigma$ range [95.4%]
BRI-7.1	Riscos del Tabaibal (Cave B)	Tibia	Male	Adult	-20.1	11.5	45.5	16.3	18.1	3.3	1325–1426
ULL-625.2	Riscos del Tabaibal (Cave 1)	Ulna	Male	Adult	-19.7	9.8	42.4	15.7	15.2	3.2	683–776
ULL-629.50	Riscos del Tabaibal (Cave 5)	Humerus	Male	Adult	-19.7	9.9	41.9	15.0	1.3	3.3	694–875
ULL-629.11	Riscos del Tabaibal (Cave 4)	Tibia	Undet.	Adult	-20.6	10.4	39.4	16.5	8.0	2.8	-
ULL-629.16	Riscos del Tabaibal (Cave 4)	Tibia	Undet.	Adult	-20.3	11.0	39.1	17.6	6.0	2.6	-
ULL-627.5	Riscos del Tabaibal (Cave 6)	Clavicle	Male	Adult	-19.0	13.4	42.1	15.3	3.2	3.2	142–332
CAB-18.1	El Juncal (Cave 3)	Humerus	Female	Adult	-20.8	9.7	39.5	16.1	2.6	2.9	-
Cab-18.3	El Juncal (Cave 6)	Humerus	Undet.	Subadult	-21.6	9.1	39.9	13.9	7.0	3.3	-
CAB-03/05/01	Anden de Guaje 1	Rib	Undet.	Adult	-20.3	10.3	42.3	15.5	15.3	3.2	1221–1270
CAB-3.1	Anden de Guaje 2 (Cave J)	Femur	Male	Adult	-19.8	9.1	43.0	16.0	18.7	3.1	1297–1398
CAB-3.2	Anden de Guaje 2 (Cave J)	Femur	Female	Adult	-19.7	9.9	42.9	16.0	15.7	3.1	1282–1388
ULL-303.1	Los Polieros (Cave B)	Rib	Undet.	Undet.	-19.7	8.9	45.1	16.2	6.0	3.3	1293–1393
ULL-302.2	Los Polieros (Cave C)	Tibia	Male	Undet.	-19.5	10.2	41.1	15.1	12.1	3.2	540–602
IZQ-8.9	Los Polieros (Cave E)	Tibia	Male	Adult	-22.1	11.1	38.5	20.6	5.5	2.2	-
IZQ-8.8	Los Polieros (Cave E)	Tibia	Female	Adult	-21.8	10.4	37.6	24.6	1.2	1.8	-
IZQ-8.6	Los Polieros (Cave E)	Tibia	Female	Adult	-20.9	9.6	38.0	22.9	8.0	1.9	-
IZQ-8.3	Los Polieros (Cave E)	Tibia	Male	Adult	-22.3	8.6	39.6	15.6	5.6	3.0	-
IZQ-8.5	Los Polieros (Cave E)	Tibia	Male	Adult	-19.5	10.4	42.1	15.6	19.2	3.2	383–535
ULL-624.1	Lomito del Frontón (Cave B)	Tibia	Female	Adult	-21.0	9.2	39.4	16.5	4.5	2.8	-
ULL-624.2	Lomito del Frontón (Cave B)	Tibia	Female	Adult	-21.2	9.6	39.6	15.4	6.8	3.0	-
ULL-624.3	Lomito del Frontón (Cave B)	Tibia	Female	Adult	-20.4	8.8	39.2	17.2	5.7	2.7	-
ULL-624.9	Barranco de Argaga (Cave A)	Humerus	Female	Adult	-19.2	9.5	43.8	16.1	16.3	3.2	426–538
C-100	La Cordillera (Cave G)	Tibia	Female	Adult	-21.2	8.7	39.8	14.4	8.0	3.2	-
C-111	La Cordillera (Cave G)	Tibia	Undet.	Subadult	-25.1	11.6	40.7	10.3	12.0	4.6	-
ULL-744.1	La Cordillera (Cave 2)	Femur	Female	Adult	-19.9	9.2	42.2	15.4	5.8	3.2	1161–1243
SIB-02.2	El Roque Baltazar (Cave 1)	Tibia	Male	Adult	-20.8	8.8	39.5	15.7	7.6	2.9	-
SIB-02.1	El Roque Baltazar (Cave 1)	Tibia	Female	Adult	-19.4	9.0	42.7	15.9	12.4	3.1	1044–1189
SANT-1	CEIP Santiago Apostol (Cave 1)	Tibia	Female	Adult	-22.4	9.4	39.7	14.8	3.8	3.1	587–647
ULL-295.9	Las Cerquitas (Cave 2)	Femur	Female	Adult	-19.3	9.2	46.0	16.8	5.4	3.2	1041–1165
ULL-297.16	Las Cerquitas (Cave 6)	Humerus	Female	Adult	-19.2	9.4	42.8	15.6	2.3	3.2	1022–1155
ULL-297.15	Las Cerquitas (Cave 6)	Humerus	Undet.	Adult	-21.7	9.5	40.5	11.3	4.7	4.2	-
CAB-06.1	El Cabez de los Toscones (Cave 1)	Clavicle	Undet.	Adult	-19.2	10.2	46.4	16.8	13.7	3.2	550–624
ULL-220	Riscos del Paridero (Cave B)	Tibia	Female	Adult	-21.5	8.8	39.9	14.2	8.0	3.3	-

(Continues)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

TABLE 1 (Continued)

ID	Site	Bone	Sex	Age	$\delta^{13}\text{C}\%$ (VPDB)	$\delta^{15}\text{N}\%$ (AIR)	%C	%N	Coll (%)	C:N	Calibrated age AD 2 $\sigma$ range [95.4%]
ULL-223.1	Riscos del Paridero (Cave E)	Tibia	Female	Adult	-19.6	9.8	42.9	15.7	5.9	3.2	689-876
ULL-219.01	Riscos del Paridero (Cave E)	Tibia	Male	Adult	-19.7	10.1	42.3	15.5	11.6	3.2	1218-1271
ULL-259.1	Los Toscones (Cave 2)	Humerus	Male	Adult	-19.7	9.9	42.0	15.5	14.6	3.2	593-654
ULL-262.1	Los Toscones (Cave 1)	Humerus	Female	Adult	-19.5	8.8	42.2	15.7	18.8	3.1	1280-1388
ULL-327.5	Quebrada de la Sabina (Cave 1)	Tibia	Undet.	Adult	-19.6	9.7	41.4	15.2	4.5	3.2	1303-1407
ULL-327.61	Quebrada de la Sabina (Cave 1)	Tibia	Undet.	Adult	-19.8	10.8	44.6	15.7	1.3	3.3	1295-1396
ULL-327.57	Quebrada de la Sabina (Cave 1)	Tibia	Undet.	Undet.	-20.9	7.2	40.5	11.3	4.3	4.2	-
MOR-1	Quebrada de la Sabina (Cave E)	Tibia	Undet.	Undet.	-19.7	8.9	44.7	16.2	17.5	3.2	1037-1183
ULL-365.16	Tejeleche (Cave 1)	Femur	Undet.	Undet.	-22.6	9.7	40.1	13.1	4.8	3.6	-
ULL-365.12	Tejeleche (Cave 1)	Femur	Undet.	Undet.	-19.8	10.2	40.9	15.1	11.6	3.2	383-531
TAG-91.2	Los Tejeleches (Cave 3)	Radius	Male	Adult	-20.0	9.5	42.7	15.7	4.1	3.2	1045-1214
ULL-326.1	La Asomada del Cantero (Cave 1)	Tibia	Undet.	Undet.	-19.5	10.5	41.7	15.4	3.0	3.2	350-531
CAB-II.1	Cañada de la Urona (Cave 1)	Clavicle	Female	Adult	-19.7	9.6	44.5	15.8	2.6	3.3	678-862
RAM-1.1	Cañada del Paridero (Cave 1)	Cranium fragment	Undet.	Subadult	-19.7	9.4	45.6	16.5	12.6	3.2	1271-1384
FER-3.7	Cañada de la Caleta (Cave 1)	Ulna	Female	Adult	-19.6	10.2	43.7	15.9	2.9	3.2	1320-1418
SAN-01.1	Barranco las Puertitas (Cave 1)	Tibia	Male	Adult	-19.3	11.4	46.6	16.7	16.7	3.3	-
CAB-07/05.1	La Banda de la Higuera (Cave 1)	Femur	Undet.	Adult	-19.2	10.0	42.9	15.7	13.6	3.2	675-853
ULL-229.2	Cueva de los Huesos (Cave 1)	Ulna	Female	Adult	-19.2	10.2	43.1	15.8	15.0	3.2	891-985
Moradas-4	Cueva de las Moradas (Cave 1)	Tibia	Undet.	Subadult	-21.9	9.0	39.7	15.1	17.8	3.1	-
MAG-01/08-1	El Risco del Bucio (Cave 1)	Rib	Undet.	Undet.	-19.3	10.6	45.9	16.6	14.7	3.2	1282-1390

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

Nitrogen isotopes vary within the trophic level of an ecosystem, and they allow the identification of possible trophic relationships between proteins consumed and their consumer, each trophic step having  $\delta^{15}\text{N}$  values around 3–4‰ higher than their diet (De Niro & Epstein, 1981; Minagawa & Wada, 1984). To address this, stable isotope studies on human populations should compare them with possible food sources of animals and plants from the same environment and period.

As marine food chains are longer, higher  $\delta^{15}\text{N}$  values can give us information on whether the diet of the studied individuals is based on terrestrial or marine proteins (Schoeninger & De Niro, 1984; Sealy et al., 1987). While this provides a basic framework of possible nitrogen sources, there are other factors to acknowledge, such as proximity to water sources, temperature, humidity, and precipitation, therefore, knowing the  $\delta^{15}\text{N}$  values of plants present in local food chains is also needed to provide a complete picture of the dietary sources (Szpak, 2014). We must be especially cautious when studying prehistoric populations since nitrogen values could shift due to dietary or physiological stress (Trochine et al., 2019).

However, given the fact that these analyses only reflect the bulk protein component of the diet, sudden or seasonal changes of a certain constituent are not going to be adequately reflected (Montgomery et al., 2013). If marine proteins are not a regular part of the diet, they will not be reflected in their mean nitrogen values; thus, we have to observe other elements, such as the carbon values (Chisholm et al., 1982). This is especially important in  $\text{C}_3$  predominant plant environments, in which we could see higher  $\delta^{13}\text{C}$  values due to the consumption of marine foods (Ambrose et al., 1997; Dhaliwal et al., 2019). Marine food resources used by the islanders seem to be comprised mostly of shellfish, and not oceanic fish, which is scarce in the archaeological record. If their diet is based on mixing terrestrial and shellfish products, it will probably only reflect the terrestrial intake, given that the marine mollusks have a low trophic position (Richards & Hedges, 1999).

Based on the available archaeological data, we expect a predominant  $\text{C}_3$  plant diet in the ancient people of La Gomera. The environment in the past included both  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$ , and Crassulacean Acid Metabolism (CAM) plants, but most of the  $\text{C}_4$  plants, however, had nonedible uses, such as the *Euphorbia balsamifera*. There is also a wide range of CAM plants in the archipelago, such as the genus *Aeonium*, but there is no evidence of their direct consumption.

Nevertheless, if they were to be directly consumed, CAM plants have a photosynthetic pathway which mixes both  $\text{C}_3$  and  $\text{C}_4$  cycles, and it's difficult to interpret in the isotopic record due to CAM plants having carbon values that overlap with  $\text{C}_3$  and  $\text{C}_4$  plants (Ambrose & Norr, 1993).

## 1.4 | Objectives

The first question to address in this study is the timeline of the occupation period of the island by the prehispanic population. Up to this point, only 17 radiocarbon dates exist for La Gomera (Velasco-

Vázquez et al., 2019), some of them made on unidentified charcoals (Hernández-Marrero & Navarro-Mederos, 2011), while others used plant seeds (Morales et al., 2017) or human bones (Fregel et al., 2019). Therefore, a wide range of radiocarbon dates is needed. For this purpose, we aim to analyze both human and faunal samples to better understand the exact times of the indigenous presence on La Gomera, and thus we expect to provide new information from the whole period. We will also study dietary patterns according to sex to acknowledge possible differences between males and females.

In addition, we aim to give new insights into the diet of the aboriginal populations. Previous stable isotope analyses on the island have been made in a sample from only one archaeological site, which also belonged to what we consider the first occupation period, in between the 3rd and the 7th centuries AD (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009). This previous study highlighted the importance of the marine food sources. We expect to find different results from those outlined by Arnay-de-la-Rosa et al. (2009), as we will be analyzing samples from the whole island and a wider chronological range.

Isotopic evidence will be discussed together with the chronological evidence to determine if the dietary patterns changed through time. There are not many archaeological studies about cultural changes during the prehispanic period, as the material evidence is scarce. However, both historical sources and early archaeological data point toward possible contacts between the islanders and sailors coming from Europe and North Africa in the 12th century AD (Navarro-Mederos, 1992). Human samples will be separated into three different time periods based on current data. A first period, ranging from the early colonization of the island until the 7th century, which would have predominance of marine diet. A second period, from the 8th century up until the 12th century. And the last period, from the 13th century onwards, until the Castilian conquest of La Gomera in the 15th century. We expect to see changes between the first and the other two periods.

Lastly, we will address the possible food sources of this population by comparing our data with previous isotopic evidence about possible resources used by the prehispanic settlers. For this purpose, we will observe the fish species studied in Tieszen et al. (1995), and the animals and plants appearing in Arnay-de-la-Rosa et al. (2010).

## 2 | MATERIALS AND METHODS

A total of 53 human bone samples from 24 sites (Figure 2) have been analyzed (Table 1). Sampled bones were preserved in the Archaeological Museum of La Gomera and recovered during archaeological interventions of the currently known funerary caves. Most of these human remains were found incomplete and disarticulated when recovery procedures were undertaken. The human sample is comprised of 42 adults, 4 subadults, and 7 individuals of undetermined age.

Due to the low presence of individualized skeletons in commingled and plundered contexts, we had to calculate the minimum number of individuals (MNI). We used the traditional method of White (1953), revisited by Lambacher et al. (2016), dividing the

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



**FIGURE 3** Outside entrance of a funerary cave in a ravine and disjointed human remains of one individual inside of a funerary cave

complete bones into right and left and using the most abundant bone to estimate MNI in each cave. In most cases, it was the right tibia.

The post-depositional alterations also have limited sex and age estimation using crania and pelvis associated with the rest of the post-cranial elements analyzed in this study. Age in long bones was estimated using the epiphyseal fusion system (McKern & Stewart, 1957; revisited by Schaefer et al., 2009). We excluded from the sample those remains which, due to high fragmentation conditions, did not have enough information to estimate age. Based on these criteria, most of the samples belong to adult individuals (>18) years.

However, four samples are categorized as “subadults.” Sample “RAM-1.1” consists of a single occipital fragment which is not fused yet, and thus, belongs to an infant individual aged between 2 and 4 years based on the start of the fusion of the occipitalis anterior and posterior sutures proposed by Schaefer et al. (2009).

Samples “Moradas-4” and “C-111” consist of two tibias which have neither proximal nor distal epiphysis fused, the distal epiphysis on the tibia has a proposed age of fusion 16–18 years. Lastly, sample “Cab-18.3” belongs to a humerus with neither proximal nor distal epiphysis fused as well. The fusion of the distal epiphysis of the humerus occurs between the biological age of 15–18. Based on the ages of epiphyseal fusion we have proposed these four individuals to be classified as “subadults” (Schaefer et al., 2009).

In caves where there was only one individual, sex was estimated using the standard methods outlined in Buikstra and Ubelaker (1994), based on sexually dimorphic features of the pelvis. When this was not possible, we applied the discriminant functions of the tibia in Castañeyra-Ruiz et al. (2015). We used them in 34 individuals, estimating that 14 were male and 20 were female. We compared this estimation with the discriminant functions of Alemán-Aguilera et al. (1997), obtaining a high Kappa coefficient (0.64) with a reliability percentage of 80.45%.

Bone turnover can affect isotopic results (Fahy et al., 2017; Hedges et al., 2007), and thus, the ideal bone for isotopic studies is the rib, since it represents a shorter time period than others such as the femur or the cranium. However, given the fact that we faced

the study of sepulchral caves with more than one disjointed individual, we sampled the same bones used to establish the MNI for each cave.

To address terrestrial protein intake, 19 faunal (*Capra hircus*) long bone fragments from excavations of four different sites (Table 2) were analyzed. We selected a representative sample of the human bones to be radiocarbon dated ( $n = 33$ ). All the goat samples were also dated.

Samples were sent to the KKCAMS laboratory (University of California, Irvine) to be radiocarbon dated using accelerator mass spectrometry (AMS). Collagen extraction was conducted using standardized internal protocols (Beaumont et al., 2010) and reported as fractions of the modern  $D^{14}C$  standard using Stuiver and Polach conventions (Stuiver & Polach, 1977). Also, C:N ratios, %C, and %N and  $\delta^{13}C$  and  $\delta^{15}N$  values were obtained for each sample, using a Fisons NA 1500C Elemental Analyzer and a Finnigan Delta Plus IRMS. Radiocarbon dates were calibrated using Oxcal software v. 4.3 (Bronk Ramsey, 1995; Bronk Ramsey, 2017) in one and two sigmas using calibration standard *IntCal13* (Reimer et al., 2013).

For the human samples that were not to be dated ( $n = 20$ ), collagen extraction was done in the Analytical Chemistry Department of the University of La Laguna (Canary Islands) using the modified Longin protocol (Longin, 1971) suggested in Beaumont et al. (2013), and was later analyzed in the research facilities of the “Instituto Tecnológico de Energías Renovables” (ITER). For these analyses, a Thermo Finnigan Flash EA 1112 Series was used for obtaining both the carbon and nitrogen percentages, and later a Thermo Finnigan MAT253 IRMS was used for obtaining the  $\delta^{13}C$  and  $\delta^{15}N$  values of these samples.

Each collagen sample was measured twice. Three reference materials, USGS63, UGS62, and IAEA600 were also introduced twice with each sample batch, to guarantee the analytical precision of the readings. A measurement error of  $\pm 0.2\%$  was calculated for carbon and nitrogen. Both  $\delta^{13}C$  and  $\delta^{15}N$  in this study are presented as the delta fraction ( $\delta$ ) corresponding to the isotopic fractionation of  $^{13}C/^{12}C$  in carbon using the international standard VPDB (Vienna-Pee Dee Belenite), and  $^{15}N/^{14}N$  in nitrogen, using the international standard AIR as reference.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguilera  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**TABLE 2**  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ , quality criteria, and calibrated  $2\sigma$  radiocarbon dates for the goat sample

ID	Site	Species	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ (VPDB)	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ (AIR)	%C	%N	Coll (%)	C:N	Calibrated age AD 2 $\sigma$ range [95.4%]
HG-1	Las Cuevas de Herrera Gonzalez	Goat	-19.2	5.9	44.7	16.0	4.6	3.3	1477-1635
HG-2	Las Cuevas de Herrera Gonzalez	Goat	-20.3	6.2	46.1	16.6	11.2	3.2	1411-1440
HG-3	Las Cuevas de Herrera Gonzalez	Goat	-19.4	6.9	46.8	16.9	11.6	3.2	1409-1436
SG-5	El Sobrado de los Gomerros	Goat	-20.2	5.9	45.1	16.0	7.8	3.3	1276-1382
SG-6	El Sobrado de los Gomerros	Goat	-19.6	6.2	45.7	16.4	10.0	3.2	1269-1293
SG-7	El Sobrado de los Gomerros	Goat	-19.0	5.8	45.9	16.6	9.2	3.2	1275-1380
LE-8	El Lomito del Medio	Goat	-19.7	7.2	43.9	15.9	10.3	3.2	672-769
LE-9	El Lomito del Medio	Goat	-19.5	5.7	46.6	16.3	5.6	3.3	1295-1396
LE-10	El Lomito del Medio	Goat	-20.9	6.8	43.4	15.2	3.7	3.3	571-641
LE-11	El Lomito del Medio	Goat	-20.7	5.9	44.8	16.2	7.5	3.2	424-537
LE-12	El Lomito del Medio	Goat	-17.6	7.1	43.6	15.8	8.5	3.2	401-535
LE-13	El Lomito del Medio	Goat	-19.0	7.8	44.6	16.0	4.9	3.2	427-539
CG-14	La Cañada de la Gurona	Goat	-18.6	7.0	43.8	15.8	8.9	3.2	1016-1148
CG-15	La Cañada de la Gurona	Goat	-19.6	4.8	45.4	16.4	6.7	3.2	1020-1150
CG-16	La Cañada de la Gurona	Goat	-18.5	5.5	45.3	16.4	7.8	3.2	1020-1150
CG-17	La Cañada de la Gurona	Goat	-19.4	4.8	45.4	16.3	6.7	3.2	977-1021
SG-18	La Cañada de la Gurona	Goat	-19.5	6.1	44.3	15.1	4.4	3.4	1278-1385
LM-19	El Lomito del Medio	Goat	-17.4	9.9	41.8	15.2	1.9	3.2	68-130
LM-20	El Lomito del Medio	Goat	-18.6	6.6	46.4	16.9	12.2	3.2	773-881

Carbon and nitrogen percentages are included for each sample, as well as the C:N ratios. All the data presented in the results have been statistically analyzed using SPSS Statistics 25 software.

Comparison between the human and goat samples and comparison of the sexes within the human sample will be made using the non-parametric Mann Whitney U ( $\alpha = 0.05$ ). To observe differences between the three chronological periods of our sample, a non-parametric Kruskal-Wallis test will also be used.

However, we account as reliable only those with values between 2.9 and 3.6, given that it is the recommended acceptable range established by DeNiro (Niro et al., 1985) and is still the threshold for archaeological samples (Guiry & Szpak, 2020). There are 11 samples with carbon to nitrogen ratios that are either under 2.9 ( $n = 8$ ) or over 3.6 ( $n = 3$ ), these 11 samples and their associated values must not be used for paleodietary reconstruction in this or future works.

### 3 | RESULTS

#### 3.1 | Collagen preservation and C/N ratios

All the goat samples yielded a collagen amount above 1%, and their C:N ratios were between 3.2 and 3.4, which proved their reliability for this study (Table 2).

The human samples, albeit also yielding more than 1% collagen, had high variability in their C:N ratios, which has also been an issue in other studies regarding isotopes on bone collagen in the Canary Islands (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009). Studies about collagen quality indicators mention the possibility of low collagen amount in samples, and high variability in their C:N ratios, due to diagenetic conditions in arid and tropical areas (as is the case in the Canaries) (van Klinken, 1999). Additionally, some variables, such as postdepositional alterations can affect collagen quality and, thus, the C:N ratio (Wright, 2017).

#### 3.2 | Radiocarbon datings

Calibrated dates range from the 3rd to 15th century AD for our human sample and from the 1st to 17th century AD for our goat sample. All radiometric data is shown in Tables S1 (Anthropological) and S2 (*Capra hircus*) following the protocols suggested by A. Millard (2014). Calibration curves are shown in Figures 4 and 5.

#### 3.3 | Stable isotopes

The mean  $\delta^{13}\text{C}$  value for the valid human samples ( $n = 42$ ) is  $-20.0\text{‰}$  ( $\pm 0.8$ ), while the mean value of  $\delta^{15}\text{N}$  is  $9.8$  ( $\pm 0.8$ ). In the goat samples ( $n = 19$ ), the obtained values are  $-19.3\text{‰}$  ( $\pm 0.9$ ) for  $\delta^{13}\text{C}$  and  $6.4\text{‰}$  ( $\pm 1.6$ ) for  $\delta^{15}\text{N}$ . Isotopic differences between human and goat samples were addressed using a Mann-Whitney U test (Table 3). They are statistically significant for both carbon ( $p = 0.011$ ) and nitrogen ( $p = 0.000$ ). Mean  $\delta^{13}\text{C}$  values in the anthropological samples are

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

generally lower than the goat samples. The human mean  $\delta^{15}\text{N}$  value is 3.7‰, higher than goats, which implies a trophic enrichment between consumers and consumed (Bocherens & Drucker, 2003). Figure 6 shows a scatterplot with the values of both the human and goat sample.

A Mann-Whitney test was conducted to assess carbon and nitrogen differences among sexed individuals with valid isotopic data ( $n = 29$ ) (Table 4). There is no statistically significant difference in  $\delta^{15}\text{N}$  values between male and female values ( $p = 0.053$ ), although mean male values are slightly higher (10.2‰) than female values (9.4‰). No statistical significance was found either when comparing  $\delta^{13}\text{C}$  and sex.

Samples were divided in a first period (3rd–7th AD), a second period (8th–12th AD), and a final period (13th–15th AD). Using a Kruskal-Wallis test, a statistical difference was obtained for  $\delta^{15}\text{N}$  values between the three chronological periods ( $p = 0.04$ ), but not for  $\delta^{13}\text{C}$  ( $p = 0.061$ ) (Table 5).

However, both  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values are negatively correlated with the raw radiocarbon values, both for  $\delta^{13}\text{C}$  ( $R = -0.43$   $p = 0.011$ ) and  $\delta^{15}\text{N}$  ( $R = -0.37$   $p = 0.032$ ). Nevertheless, this is a weak correlation. Animal and human samples tend to have lower values in  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  as the dates are more recent (Figures 7 and 8).

### 3.4 | Isotopic baseline

We have established that the terrestrial protein is the principal component of the diet. However, the archaeological faunal record suggests that other species, even being less abundant than the goat, could have been consumed by the indigenous population of La Gomera, such as the domestic pig (*Sus scrofa*) (Alberto-Barroso et al., 2015), along with shellfish.

Although there are isotopic studies of other species present in the Canary Islands (Amay-de-la-Rosa et al., 2010; Tieszen et al., 1995), more samples are needed to create a solid isotopic baseline of consumed elements, thus establishing it should be a priority for future research. Table 6 shows data available on certain vegetables and animals from the archipelago, and Figure 9 shows our samples in comparison with the available isotopic data provided by Tieszen et al. (1995) and Amay-de-la-Rosa et al. (2010). As can be seen,  $\delta^{15}\text{N}$  values of marine shellfish are either lower or overlap with goat nitrogen values, and marine fish values and human values are not trophically related.

Certain wild animals have been proposed to be consumed on the islands as well, such as the *Gallotia* species (Giant Lizard) and the *Canaryiomis bravo* (Giant Rat) (Alberto-Barroso, 1998). However, we have discarded them from this study given the lack of marks of consumption in the *Gallotias* found in La Gomera, and the nonexistence of the *Canaryiomis* in the archaeological record of La Gomera.

## 4 | DISCUSSION

### 4.1 | Radiocarbon dating

In recent years, a considerable amount of research has been done revisiting the chronologies of the whole archipelago, selecting

new and proper samples, and obtaining new radiocarbon dates in order to establish different periods of human occupation on the islands (Alberto-Barroso et al., 2019; Velasco-Vázquez et al., 2019). These radiocarbon studies reveal dates which, in the case of reliable samples, are at their oldest in the 3rd century AD. This assessment contradicts other studies that have radiocarbon datasets with samples dated BCE (Atoche-Peña & Ramírez-Rodríguez, 2011; Atoche-Peña & Ramírez-Rodríguez, 2017). Radiocarbon dates from periods BCE on these works should be regarded cautiously since the materials utilized are either unidentified charcoals or soil sediments, and there is a lack of supplementary data regarding them.

The human and faunal samples dated using  $^{14}\text{C}$  ASM procedures in this study are the first broad, standardized series of radiocarbon dates for the island of La Gomera and provide new insights regarding the diachronic human occupation of the archipelago.

Our samples have a broad chronological range, dating from as early as the 1st century AD (LM-19) to the 17th century AD (HG-1). Nonetheless, some specific considerations are to be made.

Firstly, all the samples from the “Cuevas de Herrera Gonzalez” site (HG), albeit coming from an indigenous cave used for domestic activities, have certain materials associated with the Spanish society established on the island after the conquest. This indicates a moment in which the prehispanic society was undergoing a process of transformation and adaptation to the society and culture of the new settlers, which was already recognized during the excavation of this particular cave (Hernández-Marrero et al., 2016). This cave witnesses that the use of dwelling spaces and the “old ways” survived the European colonization, at least for a few centuries. These phenomena happened in other islands besides La Gomera, as we have evidence of “post-conquest” indigenous occupation and burial in caves in other islands, such as Tenerife, in “Cañadas del Teide” (Arnay-de-la-Rosa et al., 2017).

Secondly, the oldest data featured in this study is a faunal (goat) sample from the “El Lomito de Enmedio” site (LM-19) and is also one of the oldest dates from a bone element in all the archipelago. However, there is a considerable chronological gap between this sample and others from the same site. This sample comes from the lowest stratigraphic unit of the site and belongs to a species introduced to the island by the prehispanic population, discarding the possibility of being an intrusion of an older element. To cement this data and confidently establish the earliest archaeological date of La Gomera at the 1st century AD, new radiocarbon dates are needed.

### 4.2 | Stable isotope analyses

The disarticulated and partially complete state of the skeletons did not allow comparison between the isotopic record and the type of burials, which could have provided insight on social differences (Laffranchi et al., 2019; Milella et al., 2019). The funerary practices of the prehispanic population of La Gomera do not seem to have any specific patterns other than their deposit inside of caves, and they lack

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

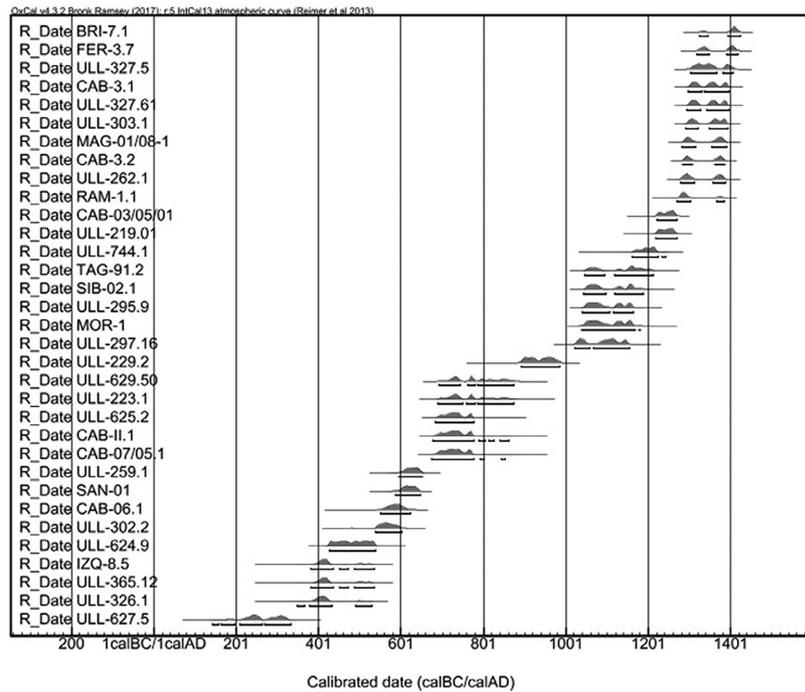
Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**FIGURE 4** Oxcal v 4.3 curve of calibrated radiocarbon ages for human samples



any material elements which could have provided some insight on social status.

We suggest a preferred consumption of terrestrial protein in the indigenous population of La Gomera, as evidenced by the nitrogen isotope data. Accordingly, archaeological, and historical sources discuss about a socioeconomic system based on shepherding, this system could have undergone minor changes, but remained as the primary way of living on the island.

Archaeology also reveals that the indigenous people from La Gomera had marine food in their diet. Information from carbon isotopes can point us toward this marine consumption since carbon isotope values on marine-feeders are higher than in non-marine feeders (Salazar-García et al., 2014). Marine mollusks must have been consumed, given the abundance of seashells in domestic spaces, and especially in the numerous “concheros” (accumulations of processed marine shells) located in the island's littoral zones. However as seen in our baseline table (Table 6), marine mollusks and plant-eating fish (such as the *Sparisoma cretensis*) have low nitrogen values. These sources were undoubtedly part of the diet of the indigenous population of the island, although they were probably a sporadic, seasonal resource, as established in recent studies (Mesa Hernández et al., 2010; Parker et al., 2018). Prehistoric populations which mostly consumed marine resources have nitrogen values well above our mean values (White et al., 2020).

According to carbon isotope data, we suggest a predominant C<sub>3</sub> based diet for the prehispanic population of La Gomera, which would probably be based on the consumption of cultivated *Hordeum*. Studies

made on other islands of the archipelago suggest an important consumption of cereals, as is the case of Gran Canaria (Velasco-Vázquez, 1998). The archaeological data of La Gomera reveals wild plant remains obtained via gathering found in the archaeological sites (Hernández-Marrero et al., 2016; Morales et al., 2017). Therefore, we suggest that a cereal diet could be complemented with the collection of wild plant elements.

This study generally coincides with other isotopic analyses from the Canarian archipelago, in Tenerife (Arnay-de-la-Rosa et al., 2011; Tieszen et al., 1995), La Gomera (Arnay-de-la-Rosa et al., 2009), and in a mixed sample representing most of the islands (Arnay-de-la-Rosa et al., 2010). All the islands have a mixture of terrestrial and marine diet. Expanding the conclusion of Arnay-de-la-Rosa et al. (2009) we suggest that the importance of terrestrial protein was higher than marine protein in the whole occupation period of La Gomera, being however more focused on marine foods on the first stages of indigenous colonization.

As collagen is 65% protein (Ambrose et al., 1997),  $\delta^{13}\text{C}$  data obtained from collagen undeniably reflects consumed proteins (Howland et al., 2003; Jim et al., 2006). Consequently, carbon results should be taken with caution as they are at the risk of not representing other consumed macronutrients, such as the carbohydrates present in the plants. *Capra hircus*' diet, however, is most likely plant-based in its entirety and thus the carbon results reflect the vegetable input that these species consumed. For goats, we suggest a plant-based mixed diet, with C<sub>3</sub> plants being predominant.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

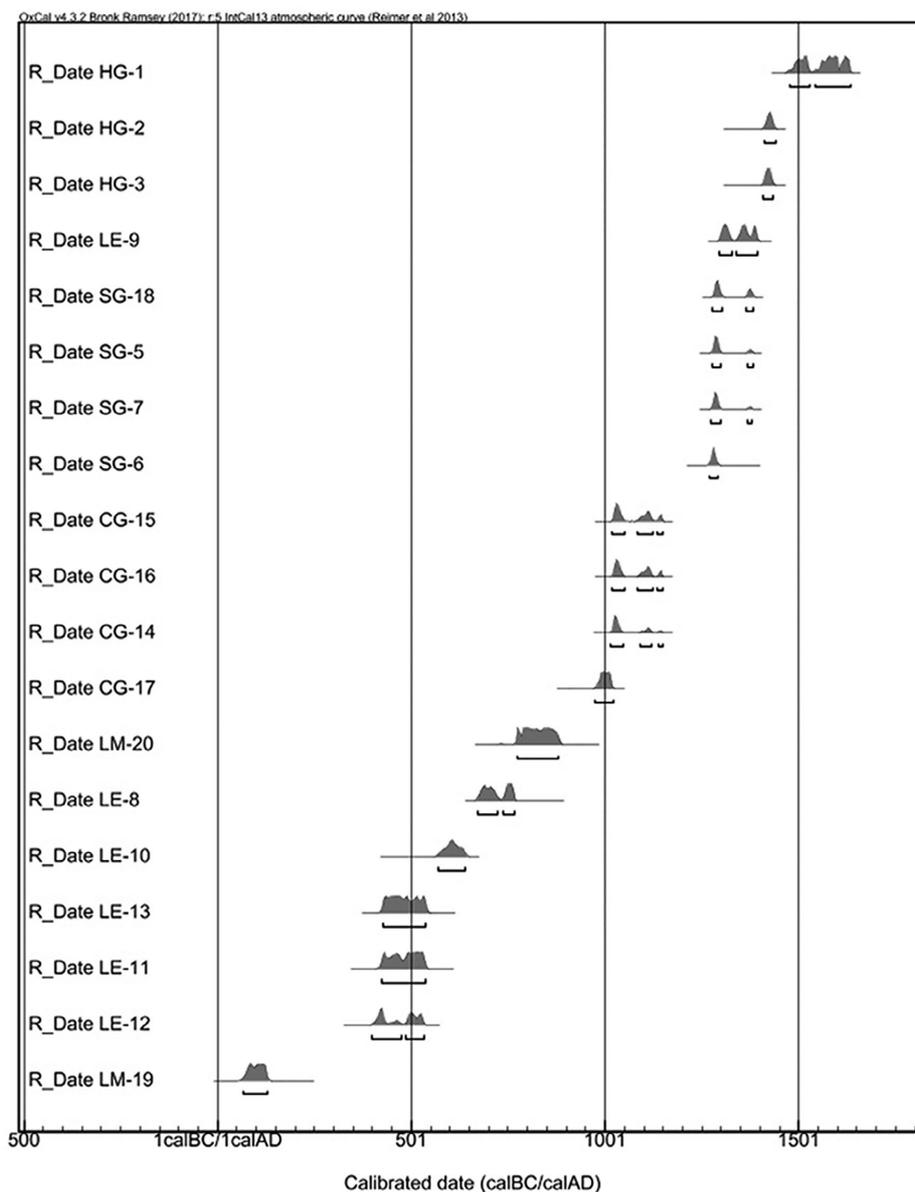
Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



**FIGURE 5** Oxcal v 4.3 curve of calibrated radiocarbon ages for goat samples

Traditionally, shepherding has been hypothesized to be a male exclusive activity. However, there are no statistically significant differences in the dietary patterns of male and female individuals regarding protein intake or consumption of vegetable elements, although male mean nitrogen values are slightly higher than female ones. The sample is too small to elaborate specific conclusions on this subject.

### 4.3 | Changes in diet through time

Changes in  $\delta^{15}\text{N}$  based on the three established periods allow us to identify a first moment of colonization in which the population would depend more on marine resources to gradually shift toward a terrestrial-based diet. Individuals from the first period have higher

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

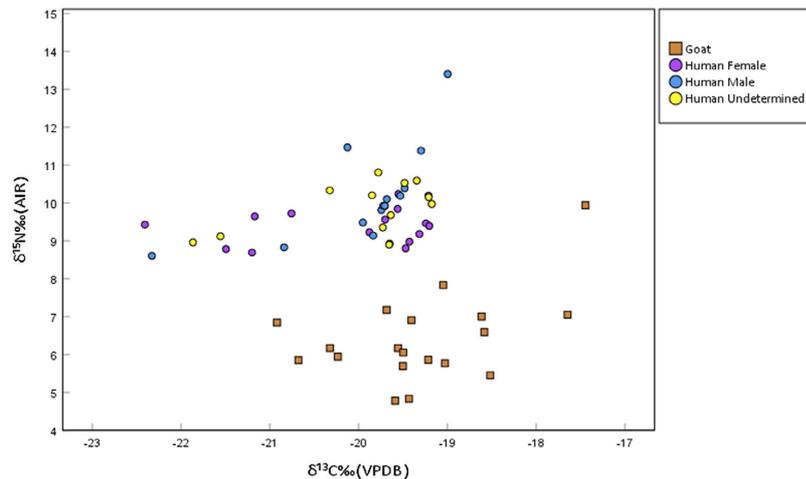
María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**TABLE 3** Mann-Whitney U test on  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  of the studied human and goat samples

Sample species	Cases	$\delta^{13}\text{C}$ Mean	SD	Cases	$\delta^{15}\text{N}$ Mean	SD
Human	42	-20.0	0.88	42	9.8	0.90
Goat	19	-19.3	0.91	19	6.4	1.16
Mann-W (U)	Z	p-value		Z	p-value	
	-2.55	0.011		-5.79	0	

**FIGURE 6** Scatterplot showing  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  data from all original samples from this study



**TABLE 4** Mann-Whitney U test on  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  of the studied human sample sex

Sex	Cases	$\delta^{13}\text{C}$ Mean	SD	Cases	$\delta^{15}\text{N}$ Mean	SD
Male	13	-19.9	0.84	13	10.2	1.28
Female	16	-20.1	0.99	16	9.4	0.48
Mann-W (U)	Z	p-value		Z	p-value	
	-0.31	0.759		-1.93	0.053	

mean nitrogen values than the rest of the population (Table 5). With the oldest individual having nitrogen values around 3‰ higher than the whole studied sample (ULL-627.5,  $\delta^{15}\text{N} = 13.4\text{‰}$ ).

In the second period, however, we find a terrestrial-based diet, with similar values to other studied islands (Aray-de-la-Rosa et al., 2010), and other isolated communities that depended on terrestrial proteins (Jiménez-Brobeil et al., 2020). Lastly, the final centuries of prehispanic culture on the islands are characterized by a wide range of  $\delta^{15}\text{N}$  values, which represent individuals with both terrestrial and marine diets. This could be related to increased social differences, although no specific archaeological information is available to establish such differences in the prehispanic people of La Gomera.

Significant differences shown in the  $\delta^{15}\text{N}$  values for each of the three chronological periods could indicate discrete changes in dietary

**TABLE 5** Kruskal-Wallis test on relation to calibrated dates range and both  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$

Date range	Cases	$\delta^{13}\text{C}$ Mean	SD	Cases	$\delta^{15}\text{N}$ Mean	SD
3rd-7th	11	-19.4	0.26	11	10.5	1.10
8th-12th	11	-19.6	0.26	11	9.6	0.45
13th-15th	11	-19.7	0.28	11	9.9	0.84
Kruskal-W	H	p-value		H	p-value	
	5.60	0.061		6.43	0.040	

patterns. Addressing the changes during the whole prehispanic occupation of the territory could help us to better understand the dynamics between their arrival to the island and their last moments as a

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

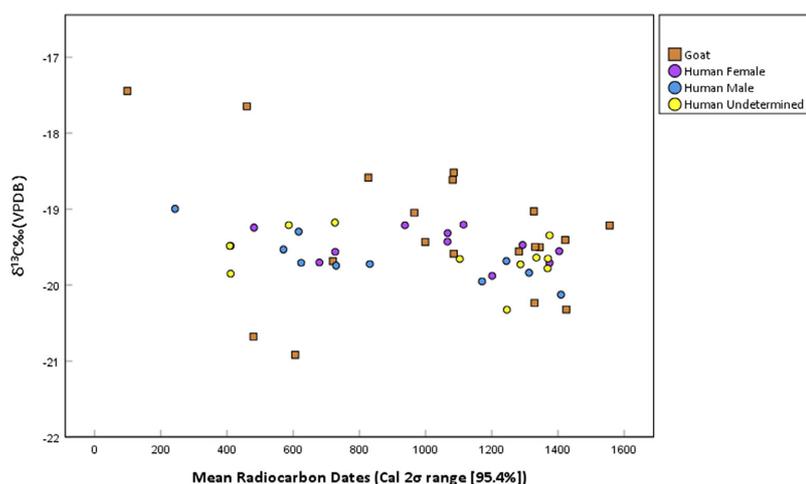
Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

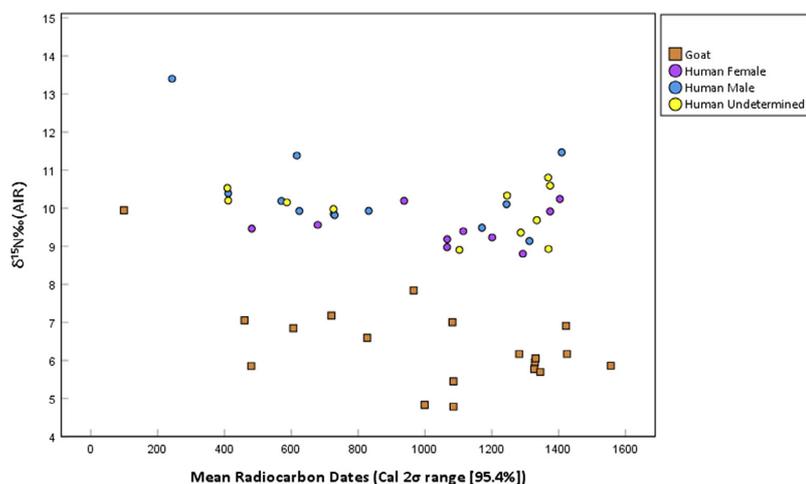
Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43



**FIGURE 7** Scatterplot showing  $\delta^{13}\text{C}$  data related to mean radiocarbon values of the samples



**FIGURE 8** Scatterplot showing  $\delta^{15}\text{N}$  data related to mean radiocarbon values of the samples

society. For both isotopes,  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ , there is a discrete negative correlation between values and time. Populations with low nitrogen values can have a certain increase in  $\delta^{13}\text{C}$  values when marine food resources are present (Salazar-García et al., 2014). However, in our study, carbon values (Figure 7), as well as nitrogen values (Figure 8) get slightly more negative with time, which does not support the hypothesis of a greater reliance on supplementary marine products over time.

Dietary changes, however, could be a consequence of several factors, such as technical innovations, new populations arriving at the island, or environmental changes. Paleoclimatic studies using stable oxygen isotopes have proven that climatic events that affected the northern hemisphere could have also altered the temperatures in the Canary Islands. One of these events is the Vandal Minimum, a cold event happening in between 1200 and 1400 BP, which has been

recently confirmed to substantially drop the temperatures of the marine waters surrounding the islands at that time (Parker et al., 2018).

We already know that  $\delta^{13}\text{C}$  values in plants and temperatures are positively correlated (Heaton, 1999), and goat  $\delta^{13}\text{C}$  values, being dependent of the environment, could be related to warm or cold periods. Coincidentally, the most negative values of the goat samples are from two specimens whose radiocarbon dates coincide with the Vandal Minimum climatic period, LE-10 ( $\delta^{13}\text{C} = -20.9$ ) and LE-11 ( $\delta^{13}\text{C} = -20.7$ ). However, we need a more robust sample size to address this hypothesis.

Considerations are to be made regarding the potential impact that human populations have on island ecosystems (Braje et al., 2017; Kirch, 1983). It has been well documented that the European colonization of the islands made a substantial impact on the environment

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

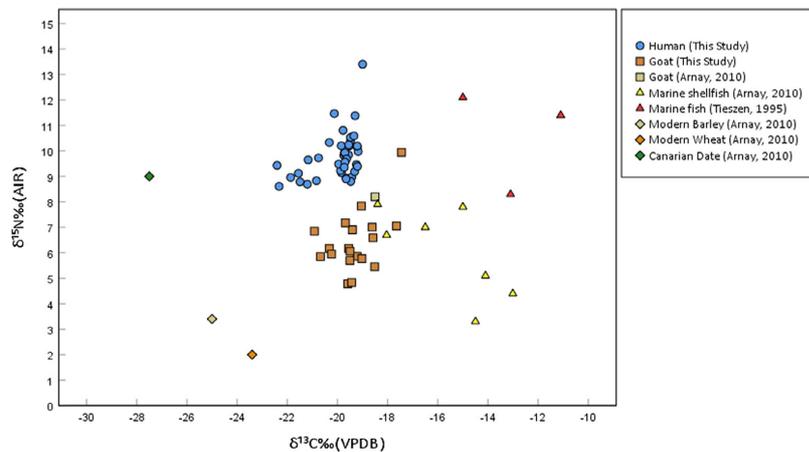
María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

**TABLE 6** Isotope values of food sources of the prehispanic population of La Gomera based on Arnay-de-la-Rosa et al. (2010) and Tieszen et al. (1995)

Species	Sample	Type	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ (AIR)	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ (VPDB)	Source
<i>Osilinus attratus</i>	Body	Marine (shell)	6.7	-18.4	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Osilinus attratus</i>	Shell	Marine (shell)	7	-16.5	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Osilinus attratus</i>	Body	Marine (shell)	7.9	-18.4	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Patella piperata (modern)</i>	Shell	Marine (shell)	3.3	-14.5	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Ptella piperata (modern)</i>	Body	Marine (shell)	4.4	-13.1	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Patella sp.</i>	Body	Marine (shell)	5.1	-14.1	Tieszen et al., 1995
<i>Thais haemastoma</i>	Body	Marine (shell)	7.8	-15	Tieszen et al., 1995
Hogfish	Bone collagen	Marine (fish)	12.1	-15	Tieszen et al., 1995
<i>Mycteroperca rubra (Prehistoric)</i>	Bone collagen	Marine (fish)	11.4 ± 0.2	-10.5	Tieszen et al., 1995
<i>Sparisoma cretensis (Prehistoric)</i>	Bone collagen	Marine (fish)	8.3 ± 0.1	-12.7	Tieszen et al., 1995
<i>Phoenix canariensis</i>	Fruit	Canarian Date	9	-27.5	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Hordeum vulgare</i>	Seed	Modern Barley	3.4	-25	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Triticum spp</i>	Seed	Modern Wheat	2	-23.4	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010
<i>Capra hircus</i>	Bone collagen	Goat	8.2	-18.5	Arnay-de-la-Rosa et al., 2010

**FIGURE 9** Scatterplot showing  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  data from our samples compared with isotopic data shown in Tieszen et al. (1995) and Arnay-de-la-Rosa et al. (2010)



due to wood exploitation (Parsons, 1981). There is also archaeological evidence of environmental alterations caused by the human presence on the island during the prehispanic period (Morales et al., 2009), and its contribution to the extinction of the *Canaryiomis Bravoi* (Bocherens et al., 2006). The indigenous population undoubtedly altered the environment of La Gomera as well (Nogué et al., 2013). Thus, we cannot discard changes in diet consequence of the direct impact that these people had in the island ecosystem.

The ways of living of the prehispanic population and their interaction with the environment undoubtedly changed during the period they were inhabiting the isles, and chronological radiocarbon datasets are crucial to contextualize the more than 12 centuries of pre-European human presence on this island. Future studies should focus on obtaining more radiocarbon dates in faunal and anthropological remains, for the purpose of having a better understanding of the whole occupation process.

Having radiocarbon dating and isotopic data from the same individuals has allowed to correlate both datasets. In addition, it opens the possibility of future studies using other methods in the same individuals, such as aDNA analyses, or skeletal markers of physical activity.

## 5 | CONCLUSIONS

The radiocarbon data from this study provide new evidence about the prehispanic population of La Gomera. Funerary depositions in caves are documented from the 3rd century AD to the 15th century AD, revealing this funerary practice to be as old as the current accepted oldest dates for the north African colonization of the archipelago, and as late as the conquest governed by the Crown of Castille in the late 15th century. Domestic use of caves is also documented from at least

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

the 1st century AD to dates even subsequent to the conquest of the archipelago, revealing that some parts of the population were not directly submitted to the new lords of the land and continued living as their ancestors did.

Isotopic results agree with prior analyses made in La Gomera, which established a mixed diet based on the combination of both terrestrial and marine food sources. In this study, we add the possibility that the terrestrial-based protein consumption was higher than the marine one, which would be sporadic. Dietary patterns in La Gomera also include a mixed vegetable diet, with values suggesting a predominant C<sub>3</sub> plant intake, mostly based on the agriculture of barley. We also observe a discrete change in both carbon and nitrogen values through time, with nitrogen values being higher on the first period of occupation, which could be interpreted as an initial moment of marine food sources, characteristic of the adaptation to the new territory, which would be gradually substituted by terrestrial foods in later periods.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The research submitted in this article has been made possible thanks to a funding PhD grant from *Universidad de La Laguna–Fundación La Caixa* (“Contratos Predoctorales para la formación de doctores ULL-2015”) and funding from the MINECO (Ministerio de Economía y Competitividad) project “*Guanches y europeos en Las Cañadas del Teide, Ocupación, Producción y Comunicación*” (HAR2015-68323-P). Additional funds were provided by the *Dirección General de Patrimonio Cultural–Gobierno de Canarias*. Also, we would like to thank the archaeological companies *ProRed Soc. Coop.* and *Arqueometra S.L.*, as well as Dr. Alejandra C. Ordoñez from the *Paleogenomics Lab ULL* for their collaboration.

#### AUTHOR CONTRIBUTIONS

**Elías Sánchez Cañadillas:** Investigation; writing-original draft. **Jared Carballo:** Investigation; writing-original draft. **Eleazar Padrón:** Formal analysis; methodology; software; supervision. **Juan Carlos Hernández:** Investigation; project administration; writing-review and editing. **Gladys V. Melián:** Formal analysis; methodology. **Juan Francisco Navarro Mederos:** Investigation; project administration; supervision. **Nemesio M. Pérez:** Methodology; project administration; supervision. **Matilde Arnay-de-la-Rosa:** Project administration; supervision; writing-review and editing.

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors certify that they have no affiliations with or involvement in any organization or entity with any financial or nonfinancial interest in the research and the data supporting it discussed in this manuscript.

#### DATA AVAILABILITY STATEMENT

The authors confirm that the data supporting the findings of this study is original and first featured in this study unless stated otherwise, in which case the original source is cited. All original data of this study are available within the article and its supplementary materials.

#### ORCID

Elías Sánchez-Cañadillas  <https://orcid.org/0000-0002-6485-2910>

#### REFERENCES

- Alberto-Barroso, V. (1998). Los otros animales, consumo de gallotía goliath y canariomis bravo en la prehistoria de Tenerife. *El Mus Can*, 53, 59–86.
- Alberto-Barroso, V., Delgado-Darias, T., Moreno-Benítez, M., & Velasco-Vázquez, J. (2019). La Dimensión Temporal y el Fenómeno Sepulcral entre los Antiguos Canarios. *Zephyrus*, 84(0), 134–160.
- Alberto-Barroso, V., Navarro-Mederos, J. F., & Castellano-Alonso, P. (2015). Animales y ritual. Los registros fáunicos de las aras de sacrificio del alto de garajonay (La Gomera, Islas Canarias). *Zephyrus*, 76, 159–179.
- Alemán-Aguilera, I., Botella-López, M. C., & Ruiz-Rodríguez, L. (1997). Determinación del sexo en el esqueleto postcranial. Estudio de una población mediterránea actual. *Archivo Español de Morfología*, 2, 69–79.
- Ambrose, S. (1993). Isotopic analysis of Paleodiets: Methodological and interpretive considerations. In M. Sandford (Ed.), *Investigations of ancient human tissue: Chemical analyses in anthropology, food and nutrition in history and anthropology* (pp. 59–130). Routledge.
- Ambrose, S. H., Butler, B. M., Hanson, D. B., Hunter-Anderson, R. L., & Krueger, H. W. (1997). Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, Western Pacific. *American Journal of Physical Anthropology*, 104(3), 343–361.
- 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. In J. B. Lambert & G. Grupe (Eds.), *Prehistoric human bone*. Springer.
- Arnay-de-la-Rosa, M., Gámez-Mendoza, A., Navarro-Mederos, J. F., Hernández-Marrero, J. C., Fregel, R., Yanes, Y., Galindo-Martín, L., Romanek, C. S., & González-Reimers, E. (2009). Dietary patterns during the early prehispanic settlement in La Gomera (Canary Islands). *Journal of Archaeological Science*, 36(9), 1972–1981.
- Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Hernández-Marrero, J. C., Castañeyra-Ruiz, M., Trujillo-Mederos, A., & González-Arnay, E. (2015). Cartilage-derived tumor in a prehispanic individual from La Gomera (Canary Islands). *International Journal of Paleopathology*, 11, 66–69.
- Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Navarro-Mederos, J.F., Criado Hernández, C., Clavijo Redondo, M.Á., García Ávila, C., Marrero Salas, E., Abreu Hernández, I. (2017). Estudios sobre el patrimonio arqueológico del parque nacional del Teide., in: *Proyectos de Investigación en Parques Nacionales: 2012-2015*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Red de Parques Nacionales, (pp. 107–129).
- Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Romanek, C. S., Noakes, J. E., & Galindo-Martín, L. (2011). Paleonutritional and paleodietary survey on prehistoric humans from las Cañadas del Teide (Tenerife, Canary Islands) based on chemical and histological analysis of bone. *Journal of Archaeological Science*, 38(4), 884–895.
- Arnay-de-la-Rosa, M., González-Reimers, E., Yanes, Y., Velasco-Vázquez, J., Romanek, C. S., & Noakes, J. E. (2010). Paleodietary analysis of the prehistoric population of the Canary Islands inferred from stable isotopes (carbon, nitrogen, and hydrogen) in bone collagen. *Journal of Archaeological Science*, 37(7), 1490–1501.
- Atoche-Peña, P., & Ramírez-Rodríguez, M. A. (2011). Nuevas dataciones radiocarbónicas para la Protohistoria canaria: el yacimiento de Buenavista (Lanzarote). *Anuario de Estudios Atlánticos*, 57(0), 139–170.
- Atoche-Peña, P., Ramírez-Rodríguez, M.A. (2017). C14 references and cultural sequence in the Proto-history of Lanzarote (Canary Islands). *Actas Congr. Cronometrías Para Hist. Península Ibérica IberCrono 2017*, Barcelona: CEUR-WS 272–285.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865

Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

- Aznar Vallejo, E. (2008). Exploración y colonización en la configuración de la Europa Atlántica. *Historiographical Institute documents*, 35(0), 45–61.
- Baucells Mesa, S. (2014). Aculturación y Etnicidad. El proceso de interacción entre guanches y europeos (siglo XIV-XVI), Universidad de La Laguna: Instituto de Estudios Canarios.
- Beaumont, J., Gledhill, A., Lee-Thorp, J. A., & Montgomery, J. (2013). Childhood diet: A closer examination of the evidence from dental tissues using stable isotope analysis of incremental human dentine. *Archaeometry*, 55, 277–295.
- Beaumont, W., Beverly, R., Southon, J., & Taylor, R. E. (2010). Bone preparation at the KCCAMS laboratory. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 268(7–8), 906–909.
- Bocherens, H., & Drucker, D. (2003). Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen: Case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems. *International Journal of Osteoarchaeology*, 13, 46–53.
- Bocherens, H., Michaux, J., García-Talavera, F., & Van Der Plicht, J. (2006). Extinction of endemic vertebrates on islands: The case of the giant rat *Canariomys Bravoi* (Mammalia, Rodentia) on Tenerife (Canary Islands, Spain). *Comptes Rendus Palevol*, 5, 885–891.
- Braje, T. L., Leppard, T. P., Fitzpatrick, S. M., & Erlandson, J. M. (2017). Archaeology, historical ecology, and anthropogenic Island ecosystems. *Environmental Conservation*, 44(3), 286–247.
- Bronk Ramsey, C. (1995). Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: The Oxcal program. *Radiocarbon*, 37, 425–430.
- Bronk Ramsey, C. (2017). Methods for summarizing radiocarbon datasets. *Radiocarbon*, 59, 1809–1833.
- Buikstra, J., & Ubelaker, D. H. (1994). *Standards for data collection from human skeletal remains*. Arkansas Archaeological Survey.
- Castañeyra-Ruiz, M., Trujillo-Mederos, A., Arnay-de-la-Rosa, M., & González-Reimers, E. (2015). Osteoarthritis among the prehispanic population from La Gomera and El Hierro (Canary Islands): A comparative study. *Journal of Biological and Clinical Anthropology*, 72(3), 347–358.
- Chisholm, B. S., Nelson, D. E., & Schwarcz, H. P. (1982). Stable carbon isotope ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in ancient diets. *Science*, 216(4550), 1131–1132.
- da Zurara, G. E. (1973). *Crónica de Guiné. Introducción, notas y glosario de J. de Bragança*. Livraria Civilização.
- de Abreu Galindo, J. (1977). *Historia de la conquista de las siete islas de Canaria*. Goya Artes Gráficas.
- De Niro, M. J., & Epstein, S. (1981). Influence of diet in the distribution of nitrogen isotopes. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45(3), 341–351.
- Dhaliwal, K., Rando, C., Reade, H., Jordan, A. L., & Stevens, R. E. (2019). Socioeconomic differences in diet: An isotopic examination of post-medieval Chichester, West Sussex. *American Journal of Physical Anthropology*, 171, 584–597.
- Fahy, G. E., Deter, C., Pitfield, R., & Miszkiewicz, J. J. (2017). Bone deep: Variation in stable isotope ratios and histomorphometric measurements of bone remodelling within adult humans. *Journal of Archaeological Science*, 87, 10–16.
- Farquhar, G. D., Ehleringer, J. R., & Hubick, K. T. (1989). Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 40, 503–537.
- Fregel, R., Cabrera, V. M., Larruga, J. M., Hernández-Marrero, J. C., Gámez-Mendoza, A., Pestano, J. J., Arnay-de-la-Rosa, M., & González, A. M. (2015). Isolation and prominent aboriginal maternal legacy in the present-day population of La Gomera (Canary Islands). *European Journal of Human Genetics*, 23(9), 1236–1243.
- Fregel, R., Ordoñez, A., Santana-Cabrera, J., Cabrera, V. M., & Velasco-Vázquez, J. (2019). Mitogenomes illuminate the origin and migration patterns of the indigenous people of the Canary Islands. *PLoS One*, 14(3), 1–24.
- Fruytoso, G. (2004). *Descripción de las Islas Canarias: capítulos IX al XX del Libro I de "Saudades da Terra."*. Centro de la Cultura Popular Canaria.
- Guiry, E. J., & Szpak, P. (2020). Quality control for modern bone collagen stable carbon and nitrogen isotope measurements. *Methods in Ecology and Evolution*, 00, 1–12.
- Heaton, T. E. (1999). Spatial, species and temporal variations in the  $^{13}C/^{12}C$  ratios of C3 plants: Implications for Palaeodiet studies. *Journal of Archaeological Science*, 26, 637–649.
- Hedges, R., Clement, J., Thomas, D., & O'Connell, T. (2007). Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: Modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. *American Journal of Physical Anthropology*, 133, 808–816.
- Hernández-Marrero, J. C., & Navarro-Mederos, J. F. (2011). Arqueología del Territorio en La Gomera (Islas Canarias). *Revista Tabona*, 19, 15–58.
- Hernández-Marrero, J. C., Navarro-Mederos, N.-M., & Rando, J. C. (2016). An approach to prehistoric shepherding in La Gomera (Canary Islands) through the use of domestic spaces. *Quaternary International*, 414(1), 337–349.
- Howland, M. R., Corr, L. T., Young, S. M. M., Jones, V., Jim, S., Van der Merwe, N. J., Mitchell, A. D., & Evershed, R. P. (2003). Expression of the dietary isotope signal in the compound specific  $\delta^{13}C$  values of pig bone lipids and amino acids. *International Journal of Osteoarchaeology*, 13, 54–65.
- Jim, S., Jones, V., Ambrose, S., & Evershed, R. (2006). Quantifying dietary macronutrient sources of carbon from bone collagen biosynthesis using natural abundance carbon isotope analysis. *The British Journal of Nutrition*, 95(6), 1055–1062.
- Jiménez-Brobeil, S. A., Maroto, R. M., Laffranchi, Z., Roca, M. G., Granados Torres, A., & Delgado Huertas, A. (2020). Exploring diet in an isolated medieval rural community of northern Iberia. The case study of san Baudelio de Berlanga (Soria, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 30, 102218.
- Katzenberg, M. A., & Waters-Rist, A. L. (2018). Stable isotope analysis. In M. A. Katzenberg & A. L. Grauer (Eds.), *Biological anthropology of the human skeleton*. John Wiley & Sons, Inc.
- Kirch, P. (1983). Man's role in modify tropical and subtropical polynesian ecosystems. *Archaeology in Oceania*, 18, 26–31.
- Laffranchi, Z., Manasse, C., Stalzan, L., & Milella, M. (2019). Patterns of funerary variability, diet, and developmental stress in a celtic population from NE Italy (3rd-1st BC). *PLoS One*, 14(4), e0214372.
- Lambacher, N., Gerdau-Radonic, K., Bonthorne, E., & Valle-de-Tarazaga-Montero, F. J. (2016). Evaluating three methods to estimate the number of individuals from a commingled context. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 10, 674–683.
- Lee-Thorp, J. A. (2008). On isotopes and old bones. *Archaeometry*, 50, 925–950.
- Longin, R. (1971). New method of collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature*, 230, 241–242.
- Maca-Meyer, N., Arnay-de-la-Rosa, M., Rando, J. C., Flores, C., González, A. M., & Cabrera, V. M. (2004). Ancient mtDNA analysis and the origin of the Guanches. *European Journal of Human Genetics*, 12, 155–162.
- Makarewicz, C., & Sealy, J. (2015). Dietary reconstruction, mobility, and the analysis of ancient skeletal tissues: Expanding the prospects of stable isotope research in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 56, 146–158.
- McKern, T. W., & Stewart, T. D. (1957). *Skeletal age changes in young American males, analyzed from the standpoint of age identification*. Headquarters Quartermaster Research and Development Command, Technical Report EP-45.
- Mesa Hernández, E., Hernández-Marrero, J. C., Navarro, J. F., & López Lorenzo, J. G. (2010). Archaeological shell middens and shellfish gathering on La Gomera Island (Canary Islands, Spain). *Munibe. Sociedad de Ciencias Naturales Aranzadi (San Sebastian)*, 31, 286–293.
- Milella, M., Gerling, C., Doppler, T., Kuhn, T., Cooper, M., Mariotti, V., Belcastro, M. G., Ponce de León, M. S., & Zollikofer, C. P. E. (2019).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865

Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

- Different in death: Different in life? Diet and mobility correlates of irregular burials in a Roman necropolis from Bologna (northern Italy, 1st–4th century CE). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 27, 101926.
- Millard, A. (2014). Conventions for reporting radiocarbon determinations. *Radiocarbon*, 56, 555–559.
- Minagawa, M., & Wada, E. (1984). Stepwise enrichment of  $\delta^{15}\text{N}$  along food chains: Further evidence and the relation between  $\delta^{15}\text{N}$  and animal age. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48(5), 1135–1140.
- Montgomery, J., Beaumont, J., Jay, A., Keefe, K., Gledhill, A., Cook, G., Dockrill, S. J., & Melton, N. D. (2013). Strategic and sporadic marine consumption at the onset of the Neolithic: Increasing temporal resolution in the isotope evidence. *Antiquity*, 87(338), 1060–1072.
- Morales, J., & Gil, J. (2014). Gathering in a new environment: The use of wild food plants during the first colonisation of the Canary Islands, Spain (2nd–3rd century BCE to 15th century CE). In A. Chevalier, E. Marinova, & L. Peña-Chocarro (Eds.), *Plants and people, choices and diversity through time* (Vol. 1, pp. 216–264). Oxbow Books.
- Morales, J., Navarro-Mederos, J. F., & Rodríguez, A. (2011). Plant offerings to the gods: Seed remains from a pre-Hispanic sacrificial altar in La Gomera Island (Canary Islands, Spain). In A. Fahmy & S. Kahlheber (Eds.), *Windows on the African past: Current approaches to African Archaeobotany reports in African archaeology* (Vol. 1, pp. 67–78). Africa Magna Verlag.
- Morales, J., Rodríguez, A., Alberto, V., & Criado, C. (2009). The impact of human activities on the natural environment of the Canary Islands (Spain) during the pre-hispanic (3rd–2nd century BC to 15th century AD): An overview. *Environmental Archaeology*, 14(1), 27–36.
- Morales, J., Rodríguez, A., & Henríquez, P. (2017). Agricultura y recolección vegetal en la arqueología prehispanica de las Islas Canarias (siglos III–XV d.C.). La contribución de los estudios carpológicos, in: Miscelánea en homenaje a Lydia Zapata Peña: (1965–2015). Universidad del País Vasco. (pp. 189–218).
- Navarro-Mederos, J. F. (1984). Poblado y necrópolis de los Polieros. Alajeró, Isla de la Gomera. *Tabona Rev Prehist Arqueol*, 5, 481–484.
- Navarro-Mederos, J. F. (1988a). El conjunto arqueológico de Los Polieros (Alajeró, isla de La Gomera). *Investig Arqueol*, 1, 133–140.
- Navarro-Mederos, J. F. (1988b). Excavación de urgencia en Tejeleche (Taguluche, Valle Gran Rey, Isla de La Gomera). *Investig Arqueol*, 1, 141–150.
- Navarro-Mederos, J. F. (1992). *Los Gomeros: Una Prehistoria Insular, Estudios Prehistóricos*. Viceconsejería de Cultura y Deportes.
- Navarro-Mederos, J. F. (1993). *La Gomera y Los Gomeros, La Prehistoria de Canarias*. Centro de la Cultura Popular Canaria.
- Niro, M. J. D., Schoeninger, M., & Hastorf, C. (1985). Effect of heating on the stable carbon and nitrogen isotope ratios of bone Collagen. *Journal of Archaeological Science*, 12, 1–7.
- Nogué, S., de Nascimento, L., Fernández-Palacios, J. M., Whittaker, R. J., & Willis, K. J. (2013). The ancient forests of La Gomera, Canary Islands, and their sensitivity to environmental change. *Journal of Ecology*, 101, 368–377.
- Parker, W., Yanes, Y., Mesa Hernández, E., Hernández Marrero, J. C., Soto, N., & Surge, D. (2018). Shellfish exploitation in the Western Canary Islands over the last two Millennia. *Environmental Archaeol*, 25(1), 14–36.
- Parsons, J. J. (1981). Human influence on the pine and Laurel forests of the Canary Islands. *Geographical Review*, 71(3), 253–271.
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hafflidason, H., Hadjas, I., Hatte, C., Heaton, T. J., Hoffman, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K. A., ... van der Plicht, J. (2013). Intcal 13 and marine 13 Radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55(4), 1869–1887.
- Richards, M. P., & Hedges, R. E. M. (1999). Stable isotope evidence for similarities in the types of marine foods used by late Mesolithic humans at sites along the Atlantic Coast of Europe. *Journal of Archaeological Science*, 26, 717–722.
- Rodríguez-Varela, R., Gunther, T., Krzewinska, M., Stora, J., Gillingwater, T. H., MacCallum, M., Arsuaga, J. L., Dobney, K., Valdiosera, C., Jakobsson, M., Götherstrom, A., & Girdland-Fink, L. (2017). Genomic analyses of pre-European conquest human remains from the Canary Islands reveal close affinity to modern North Africans. *Current Biology*, 27, 3396–3402.
- Salazar-García, D. C., Aura, J. E., Olaría, C. R., Talamo, S., Morales, J. V., & Richards, M. P. (2014). Isotope evidence for the use of marine resources in the eastern Iberian Mesolithic. *Journal of Archaeological Science*, 42, 231–240.
- Santana-Cabrera, J., Velasco-Vázquez, J., Rodríguez-Rodríguez, A., Gonzalez-Marrero, M. C., & Delgado-Darias, T. (2016). The paths of the European conquest of the Atlantic: Osteological evidence of warfare and violence in gran Canaria (XV century). *International Journal of Osteoarchaeology*, 26, 767–777.
- Schaefer, M., Black, S., & Scheuer, L. (2009). Juvenile osteology: A laboratory field manual. In *Juvenile osteology* (p. 369). Elsevier.
- Schminke, H.-U., & Sumita, M. (2010). Geological evolution of the Canary Islands: A young volcanic archipelago adjacent to the old African continent. *Bulletin of Volcanology*, 74, 1255–1256.
- Schoeninger, M., & De Niro, M. J. (1984). Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48, 625–629.
- Sealy, J. C., Van der Merwe, N. J., Lee-Thorp, J. A., & Lanham, J. L. (1987). Nitrogen isotopic ecology in southern Africa: Implications for environmental and dietary tracing. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 51, 2707–2717.
- Springer, R. (2001). *Origen y Uso de La Escritura Líbico-Bereber En Canarias*. Centro de la Cultura Popular Canaria.
- Springer, R. (2016). La escritura Líbico-Bereber de las Islas Canarias: ¿Uno o Varios Alfabetos? *Tabona*, 21, 29–46.
- Springer, R. (2019). El alfabeto líbico-bereber canario: la distribución geográfica de los signos en el Norte de África y Sáhara. *Anuario de la Facultad de Geografía e Historia*, 19, 759–772.
- Stuiver, M., & Polach, H. (1977). Discussion reporting of  $^{14}\text{C}$  data. *Radiocarbon*, 19, 355–363.
- Szpak, P. (2014). Complexities of nitrogen isotope biogeochemistry in plant-soil systems: Implications for the study of ancient agricultural and animal management practices. *Frontiers in Plant Science*, 5, 1–19.
- Tieszen, L., Matzner, S., & Buesman, S. K. (1995). Dietary reconstruction based on stable isotopes ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ) of the Guanche pre-hispanic Tenerife, Canary Islands. *Proceedings of the 1st World Congress Mummies Study*, 1, 41–57.
- Trochine, C., Díaz Villanueva, V., Balseiro, E., & Modenutti, B. (2019). Nutritional stress by means of high C:N ratios in the diet and starvation affects nitrogen isotope ratios and trophic fractionation of omnivorous copepods. *Oecologia*, 190, 547–557.
- van Klinken, G. J. (1999). Bone collagen quality indicators for Palaeodietary and radiocarbon measurements. *Journal of Archaeological Science*, 26(6), 687–695.
- Velasco-Vázquez, J. (1998). Economía y dieta de las poblaciones prehistóricas de Gran Canaria. Una aproximación bioantropológica. *Complut*, 9, 137–154.
- Velasco-Vázquez, J., Alberto-Barroso, V., Delgado-Darias, T., Moreno-Benítez, M., Lécuyer, C., & Richardin, P. (2019). Poblamiento, colonización y primera historia de Canarias. El C14 como paradigma. *Anuario de Estudios Atlánticos*, 66, 1–24.
- Velasco-Vázquez, J., Ruiz González, T., & Sánchez Perera, S. (2005). *El Lugar de los antepasados, La necrópolis bimbape de montaña La Lajura*. Cabildo Insular de El Hierro.
- White, J. A., Schulting, R. J., Lythe, A., Hommel, P., Bronk Ramsey, C., Moiseyev, V., Khartanovich, V., & Weber, A. W. (2020). Integrated stable isotopic and radiocarbon analyses of Neolithic and

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43

- bronze age hunter-gatherers from the Little Sea and upper Lena micro- regions, Cis-Baikal, Siberia. *Journal of Archaeological Science*, 119, 105161.
- White, T. E. (1953). A method of calculating the dietary percentage of various food animals utilized by aboriginal peoples. *American Journal of Antiquities*, 18(4), 396–398.
- Wilmshurst, J. M., Hunt, T. L., Lipo, P. L., & Anderson, A. J. (2011). High precision radiocarbon dating shows recent and rapid initial human colonization of the East Polynesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(5), 1815–1820.
- Wright, D. (2017). Accuracy vs precision: Understanding potential errors from radiocarbon dating on African landscapes. *African Archaeological Review*, 34, 303–319.

#### SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information may be found online in the Supporting Information section at the end of this article.

**How to cite this article:** Sánchez-Cañadillas E, Carballo J, Padrón E, et al. Dietary changes across time: Studying the indigenous period of La Gomera using  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  stable isotope analysis and radiocarbon dating. *Am J Phys Anthropol.* 2021;1–19. <https://doi.org/10.1002/ajpa.24220>

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3272865 Código de verificación: F/W0c7/q

Firmado por: Elías Sánchez Cañadillas  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 10/03/2021 21:21:53

María de las Maravillas Aguiar Aguiar  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/04/2021 12:03:43