



Chungara, Revista de Antropología Chilena

ISSN: 0716-1182

calogero_santoro@yahoo.com

Universidad de Tarapacá

Chile

Standen, Vivien G.; Arriaza, Bernardo T.; Santoro, Calogero M.; Muñoz, Iván
EL INNOVATIVO LEGADO DE ARTHUR AUFDERHEIDE A LA PALEOPATOLOGÍA
Chungara, Revista de Antropología Chilena, vol. 46, núm. 1, 2014, pp. 3-9
Universidad de Tarapacá
Arica, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32629670001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



EDITORIAL

EL INNOVATIVO LEGADO DE ARTHUR AUFDERHEIDE A LA PALEOPATOLOGÍA

THE INNOVATIVE LEGACY OF ARTHUR AUFDERHEIDE TO THE PALEOPATHOLOGY

Vivien G. Standen¹, Bernardo T. Arriaza², Calogero M. Santoro^{2,3} e Iván Muñoz¹

Recientemente falleció Arthur Aufderheide, paleopatólogo norteamericano, profesor Emérito de la University of Minnesota, Duluth, y Director del Laboratorio de Paleobiología de su Universidad. Arthur Aufderheide realizó importantes investigaciones bioantropológicas que contribuyeron sustancialmente a una mejor comprensión de los modos de vida y las enfermedades a que se vieron expuestas las poblaciones prehispánicas andinas, en particular del norte de Chile y sur del Perú. Llegó a Arica por primera vez a inicios de la década de 1980. De ahí en adelante mantendría visitas científicas permanentes por casi dos décadas, para posteriormente intensificar sus investigaciones en el sur de Perú y en otras regiones del mundo.

Arthur Aufderheide nació en New Ulm, una pequeña ciudad en el estado de Minnesota, Estados Unidos, el 9 de septiembre de 1922 y falleció en Duluth el 9 de agosto de 2013, es decir, ¡tuvo la dicha de vivir 90 años! Mary fue su infatigable y talentosa compañera, versátil en el manejo de distintas lenguas y concertista de violín clásico. Realizó sus estudios de medicina, graduándose de la University of Minnesota, donde posteriormente se mantuvo como profesor en el Medical School, entre los años 1978 y 2009. A partir de mediados de la década de 1970 comenzó a descubrir el ámbito antropológico de su profesión en la medida que como médico entró en contacto con culturas tradicionales como los Inuit. En 1983 visitó Arica en un programa de turismo científico organizado por Marvin Allison, que lo llevó a descubrir la punta del *iceberg* de la paleopatología. En ese contexto participó en una expedición arqueológica al valle

Arthur Aufderheide, North American paleopathologist, Emeritus Professor at the University of Minnesota, and Director of the Paleobiology Laboratory of his University, has recently passed away. He carried out important bio-anthropological investigations that contributed greatly to understanding the lifeways and diseases of pre-Hispanic Andean peoples, particularly in the north of Chile and the south of Peru. He first arrived in Arica in the early 1980s. From then on, he would continue his scientific visits for almost two decades. Later, he would expand his research to include the south of Peru and other regions of the world.

Arthur Aufderheide was born on 9 September 1922 in New Ulm, a small city in the State of Minnesota, and died in Duluth on 9 August 2013. He had the fortune of living for 90 years! Mary was his tireless and talented partner, who was proficient in several languages and a classical violin performer. He graduated with a degree in medicine from the University of Minnesota, where he remained as a professor of the Medical School from 1978 to 2009. From the mid 70s, Arthur began to explore the anthropological side of his profession, because as a doctor, he came into contact with the Inuit and other traditional cultural groups. In 1983, he visited Arica as part of a scientific tourism program organized by Marvin Allison. While there, Arthur discovered the field of paleopathology, and participated in an archaeological expedition to the Codpa valley. Years later, he would refer to this as one of the most fascinating and wild experiences of his life,

¹ Departamento de Antropología, Universidad de Tarapacá, 18 de Septiembre 2222, Arica, Chile. vstanden@chungara.cl; imunoz@uta.cl

² Instituto de Alta Investigación, Universidad de Tarapacá, Antofagasta 1520, Arica, Chile. barriazaarica@gmail.com; calogero_santoro@yahoo.com

³ Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto, Av. General Velásquez 1775, Piso 2, Arica, Chile. csantoro@cihde.cl

de Codpa, donde años más tarde reconocería que había sido una de las experiencias más fascinantes y temerarias realizadas en su vida, debido a que parte del viaje se realizó a lomo de mula, cosa que nunca antes había realizado (Figura 1). Pero sin lugar a dudas, descubrir que era posible contribuir innovativamente al conocimiento de las enfermedades y patologías que afectaron a las poblaciones del desierto de Atacama fue el mejor legado de su primera experiencia de Chile, a partir de la cual sistemáticamente amplió la perspectiva de los análisis paleopatológicos a nivel planetario. Aplicó metodologías de la biología molecular, la química, la inmunología, la imagenología, entre otras, que revolucionaron los procedimientos metodológicos y técnicos para conocer mejor el origen y características de los vectores que provocaron enfermedades en el pasado y su relación con la ecología, como así también los modos de vida y la cultura. Esto lo llevó a trabajar con distintos grupos de científicos

in part because the journey was made on the back of a mule, something he had never done before (Figure 1). However, the legacy of this early research in Chile was the realization that he could contribute to the knowledge of the diseases and pathologies that affected the peoples in the Atacama Desert in an innovative way. From this, he systematically broadened the perspective of paleopathological analyses worldwide. He employed methodologies from molecular biology, chemistry, immunology, and imagenology, among other disciplines, which revolutionized the methodological and technical procedures to better understand the origins and characteristics that caused diseases and their relationship to ecology and lifeways in the past. This brought him to work with scientists in different regions of the world (China, Middle East, South America, Europe and the United States), where thanks to his energetic and easygoing personality,



Arthur (en el medio) en la expedición arqueológica al valle de Codpa, 1983 (fotografía de Calogero Santoro).
Arthur (middle) during the archaeological expedition to the Codpa valley, 1983 (photo by Calogero Santoro).

de distintas regiones del mundo (China, Medio Oriente, Sudamérica, Europa y Estados Unidos), donde llevó su entusiasmo, su gran capacidad de trabajo y generosidad, rasgos que se distinguieron de su enérgica personalidad.

Como paleopatólogo no sólo estuvo interesado en el estudio de los esqueletos, sino también en el estudio de los tejidos blandos disecados por factores ambientales en distintos desiertos del mundo, incluyendo cuerpos momificados por efecto de la acción humana. Todo este mundo se le abrió en Arica, inserta en el desierto de Atacama, conocido mundialmente por su hiperaridez y por lo tanto un ambiente extremadamente apropiado para la conservación de restos orgánicos milenarios, incluidos los cuerpos humanos. Por aquellos años trabajaba en la Universidad de Tarapacá Marvin Allison, pionero junto a Juan Munizaga de los estudios paleopatológicos en Chile, línea de investigación a lo que se sumó luego Arthur (Aufderheide y Allison 1995). Esto permitió darles valor a las colecciones conservadas en el Museo Universidad de Tarapacá, San Miguel de Azapa, una de las más importantes y mejor documentadas colecciones de esqueletos y momias de toda Sudamérica, excavadas por miembros del Museo. Así entonces, la conjugación de estos factores le permitió a Arthur aplicar enfoques epidemiológicos y evolutivos en el estudio de la paleopatología, lo que determinó su interés por trabajar en esta zona de la costa andina, un lugar ideal para sus objetivos científicos.

En cada visita que lo traía a Arica, venía siempre acompañado de su querida Mary, quien contribuía entusiastamente en distintas tareas, desde la toma de fotografías, apuntes en los cuadernos de notas y el llenado de fichas (las que se encuentran en los archivos del Museo Universidad de Tarapacá, San Miguel de Azapa). Desde mediados de los años ochenta, Arthur trabajó ampliamente con científicos chilenos y extranjeros aplicando enfoques interdisciplinarios. Arthur fue pionero en Chile en los estudios arqueométricos “tan en boga en la actualidad”. Hace justo 20 años, con su espíritu visionario ya aplicaba los métodos y técnicas de la química analítica para reconstruir la dieta de las antiguas poblaciones de Arica y de Acha en particular (Aufderheide et al. 1993). A través del estudio de isótopos de ^{12}C , ^{13}C , ^{15}N , ^{34}S , ^{87}Sr , determinó que esta población, correspondiente a una de las más tempranas evidencias bioarqueológicas de la costa pacífica de Sudamérica, tuvo una dieta compuesta

carried out his research with great enthusiasm, industriousness, and generosity.

As a paleopathologist Arthur was interested not only in the study of human skeletons, but also in the study of soft tissues dried by environmental factors in different deserts around the world. Such studies included bodies mummified by human intervention. This area of research began in Arica, a city located in the Atacama Desert and known worldwide for its hyperarid climate. The dry desert setting was therefore an appropriate environment for Arthur to study the preservation of prehistoric human remains. In those days, Marvin Allison was working at Universidad de Tarapacá. Together with Juan Munizaga, Marvin pioneered the paleopathological studies in Chile, a line of research that Arthur later joined (Aufderheide and Allison 1995). This gave value to the collections curated at the Museo Universidad de Tarapacá, San Miguel de Azapa, which include some of the most important and best documented mummies and skeletons of South America, excavated by members of the Museum. Thus, the combination of these factors allowed Arthur to apply epidemiological and evolutionary approaches to the study of paleopathology, which further broadened his interest in the ancient people of the Andean coast.

Every visit to Arica was made with his beloved wife Mary, who would enthusiastically help with different tasks, from taking photographs, to writing down notes and completing lab reports now kept in the Museo Universidad de Tarapacá, San Miguel de Azapa). By the mid 1980s, Arthur began working extensively with Chilean and other international scientists applying interdisciplinary approaches to anthropological research. Arthur was a pioneer of archaeometric studies in Chile so commonly used today. Twenty years ago he was already using the methods and techniques of analytical chemistry to reconstruct the diet of ancient populations of Arica and Acha (Aufderheide et al. 1993). Through the study of isotopes of ^{12}C , ^{13}C , ^{15}N , ^{34}S , ^{87}Sr , Arthur determined that the prehistoric populations of these regions, which correspond to some of the earliest along the South American Pacific coast, had a diet consisting mainly of maritime resources (fish, mollusks, and sea mammals) which they supplemented with some wild vegetables and land mammals. The results of which were

básicamente de recursos marítimos (peces, moluscos y mamíferos marinos) que complementó en mínima proporción con algunos vegetales silvestres y los esquivos mamíferos terrestres. Estos resultados se plasmaron en la publicación del libro sobre Acha-2 (Muñoz et al. 1993) y fueron plenamente consistentes con la información de la tecnología y los análisis malacológicos e ictiológicos del sitio. Además realizó estudios de isótopos a los cuerpos procedentes de Chinchorro-1, Camarones-8 y Camarones-17 (Aufderheide et al. 1993). Estudios posteriores de isótopos en las poblaciones Chinchorro y Alto Ramírez, y esta vez en colaboración con Mario Rivera, confirmaron la dieta básicamente marítima (Aufderheide et al. 1994). La importancia de los recursos costeros se volvió a constatar con los análisis de isótopos aplicados a poblaciones del Intermedio Tardío y Tardío del valle de Lluta (Aufderheide y Santoro 1999). Este desarrollo fue posible gracias a Tieszen y Chapman (1995) quienes generaron índices comparativos a partir de muestras marinas y terrestres colectadas en el norte de Chile. Esta iniciativa, promovida por Arthur, hoy en día es una importante referencia para los investigadores que realizan análisis isotópicos en la región.

En esa misma línea de la “arqueometría”, junto con Larry Cartmell y colaboradores (Cartmell et al. 1991) exploraron innovativamente la posibilidad de aplicar estudios de *radioimmuno assay* a cabellos de momias, con miras a detectar presencia de metabolitos (benzoylecgonine) de las hojas de coca (*Erythroxylum* spp.). Consecuentemente, lograron documentar científicamente que la práctica de consumir hojas de coca dejaba su señal química en los cabellos de las momias prehispánicas del norte de Chile. Confirmaron, también que esta práctica se inició en el periodo Formativo; descartando su uso para las poblaciones Chinchorro.

Otras contribuciones relevantes fueron sus estudios en paleoparasitología con distintos colaboradores nacionales e internacionales, como Karl Reinhard. La identificación del parásito *Tripanosoma cruzi* desde los 9.000 años a.p. logró trazar la historia evolutiva de la enfermedad de Chagas en el norte de Chile (Aufderheide et al. 2004). En relación con la presencia de enfermedades infecciosas, determinó mediante métodos y técnicas histológicas y de la biología molecular, junto a Bernardo Arriaza, Willmar Salo y colaboradores, la presencia de diversas bacterias, en particular la *Mycobacterium tuberculosis* y el *Treponema* responsables de la tuberculosis y

consistent with information obtained from malacological and ichthyological analyses of the site. These results were published in a book about the Acha-2 site (Muñoz et al. 1993). He also carried out isotope studies on the prehistoric bodies from Chinchorro-1, Camarones-8, and Camarones-17 (Aufderheide et al. 1993). Later isotope studies of the Chinchorro and Alto Ramírez populations, this time in collaboration with Mario Rivera, also suggested an emphasis on marine foods (Aufderheide et al. 1994). The importance of coastal resources was confirmed again with isotope analyses conducted on populations from the Late Intermediate and Late periods of the Lluta Valley (Aufderheide and Santoro 1999). This development was made possible by Tieszen and Chapman (1995) who generated comparative ratios from marine and terrestrial samples collected in northern Chile. This initiative, promoted by Arthur, nowadays is an important reference for researchers conducting isotope analyses in the region.

*Following the line of research now called archaeometry, Arthur, together with Larry Cartmell and collaborators (Cartmell et al. 1991) explored the possibility of applying radioimmuno assay studies to the hairs of mummies aimed at detecting the presence of metabolites (benzoylecgonine) of coca leaves (*Erythroxylum* spp.). Consequently, they were able to document that the consumption of coca leaves left its chemical mark in the hair of pre-Hispanic mummies from northern Chile. They also confirmed that this practice began during the Formative period, which precluded the initial hypothesis that it was used earlier among Chinchorro populations.*

*Further relevant contributions by Arthur included studies on archaeo-parasitology with Karl Reinhard and other national and international collaborators. The identification of the parasite *Trypanosoma cruzi* shown to be present as early as 9,000 years BP made it possible to trace the evolutionary history of Chagas disease in northern Chile (Aufderheide et al. 2004). Regarding the presence of infectious diseases among the ancient inhabitants of this region, Arthur, along with Bernardo Arriaza, Willmar Salo and collaborators, used molecular biology and histology methods and techniques to determine the presence of various bacteria. In particular, they confirmed*

de la treponematosis respectivamente, infecciones crónicas que afectan a los individuos dejando claras marcas en algunos huesos del esqueleto (Ortner y Putschar 1981).

Arthur plasmó sus investigaciones en más de 100 artículos publicados en las más prestigiosas revistas científicas de EE.UU., Europa y Chile, incluyendo *Chungara Revista de Antropología Chilena*. Contribuyó con capítulos de libros y escribió cuatro libros, entre los que destacan *Paleopathology: Current Synthesis and Future Options* (1991), editado en coautoría con Donald Ortner y publicado por la Smithsonian Press; *Encyclopedia of Human Paleopathology* (1998), en coautoría con Conrado Rodríguez-Martín, una completa obra sobre las enfermedades y la paleopatología de las poblaciones antiguas; *The Scientific Study of Mummies* (2003), un libro que ilustra el potencial que tienen los estudios de momias desde la perspectiva científica y multidisciplinaria, ambas obras publicadas por *Cambridge University Press*. Finalmente publica *Overmodeled Skulls* (2009), Heide Press, Llc., con la colaboración de diversos especialistas, una puesta al día acerca de cráneos modelados distribuidos por diversas regiones del planeta, inmersos en contextos culturales e históricos de distintas épocas.

Desde la perspectiva de la difusión de los avances científicos, Arthur fue clave en la organización de los Congresos Científicos de Estudios sobre Momias, siendo un miembro activo y responsable de los ocho congresos que se han desarrollado hasta la actualidad. Junto a Marvin Allison, Juan Munizaga y Enrique Gerszten, Arthur fue uno de los pioneros en los estudios de momias en el área andina, cuando estas no eran de interés científico ni patrimonial eran dejadas en los sitios. Sin embargo, al inicio del siglo XXI –en Chile– la realización de autopsias a momias comenzó a ser duramente cuestionada por la comunidad científica local, debido a los métodos invasivos y destructivos. Consecuentemente, surgieron nuevos paradigmas y procedimientos metodológicos (Cassman et al. 2007). En la actualidad se realizan pequeñas disecciones o biopsias a los cuerpos para extraer muestras de tejidos y seguir avanzando en el conocimiento científico acerca de las condiciones de vida, la dieta, la salud y las enfermedades de las poblaciones antiguas. Por otro lado, se ha avanzado considerablemente en la conservación de los cuerpos en nuestros museos, mejorando sus condiciones de almacenaje en nuevos depósitos, con controles rigurosos de temperatura y humedad.

the presence of Mycobacterium tuberculosis and Treponema, responsible for tuberculosis and treponematosis, which are chronic infections that also leave marks on some regions of the skeleton (Ortner and Putschar 1981).

Arthur wrote more than 100 articles that were published in the most prestigious journals in the USA, Europe, and Chile, including Chungara Revista de Antropología Chilena. His contributions also include book chapters and four books, including Paleopathology: Current Synthesis and Future Options (1991), co-edited with Donald Ortner and published by the Smithsonian Press; The Encyclopedia of Human Paleopathology (1998), co-authored with Conrado Rodríguez-Martín, which is a complete work on the diseases and paleopathology of ancient populations; The Scientific Study of Mummies (2003), a book that illustrates the study of mummies from a scientific and multidisciplinary perspective. Both were published by Cambridge University Press. He published Overmodeled Skulls in 2009 with the collaboration of several specialists through Heide Press Llc., and is an update on modeled skulls from different regions of the world, drawing from cultural and historic contexts through several time periods.

Regarding the dissemination of scientific advancements, Arthur was a key figure in the organization of all the Scientific Congresses on Mummy Studies held to date. Together with Marvin Allison, Juan Munizaga and Enrique Gerszten, Arthur was one of the pioneers in the study of mummies in the Andean area at a time when these mummies were not considered to be scientific or historic value were left in the archaeological sites. However, at the beginning of the 21st century in Chile, autopsies being carried out on mummies were harshly criticized by the local scientific community due to the invasive and destructive methods being used. Consequently, new paradigms and methodological procedures emerged (Cassman et al. 2007). Nowadays, small dissections or biopsies are carried out on bodies to extract samples of tissues and further the scientific knowledge about the life conditions, diet, health, and diseases of ancient populations. On the other hand, considerable progress has been made toward the preservation of bodies in our museums, improving

Uno de sus últimos actos en beneficio del desarrollo de la investigación de las poblaciones prehispánicas del norte de Chile fue el retorno a Arica de numerosas muestras de tejidos blandos. Estas pequeñas muestras de tejidos fueron extraídas de las autopsias que realizó Arthur junto con Marvin Allison y Enrique Gerszten, en el norte de Chile. Las muestras actualmente se encuentran conservadas en el laboratorio de Bioarqueología del Instituto de Alta Investigación de la Universidad de Tarapacá. Estas muestras están en contenedores apropiados y debidamente rotulados y constituyen un completo archivo documentado de muestras de tejidos antiguos. Esta es una gran reserva científica para futuras investigaciones con métodos y técnicas que se hacen cada vez más precisas y sofisticadas para el estudio de las enfermedades de las poblaciones del pasado. Calogero Santoro fue clave en concretizar este reenvío desde EE.UU. a Chile, con el apoyo del Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto y Natalia Allende de la Embajada de Chile en Washington.

Gracias a los estudios de Arthur Aufderheide y de otros investigadores, hoy sabemos que las Américas antes de la llegada de los españoles no era un “paraíso terrenal”. Los grupos humanos de todas las épocas, con distintos grados de complejidad sociocultural no vivieron exentos de padecer enfermedades infecciosas, parasitarias, degenerativas, traumáticas, entre otras. Particularmente en el desierto de Atacama, a pesar que las poblaciones prehispánicas, obviamente vivieron sin el aporte de la penicilina y otros vectores remediales como los que contamos hoy día, lograron no sólo sobrevivir, sino que progresar socialmente en uno de los ambientes más extremos del planeta. Estos aportes científicos de la bioantropología y la arqueología proporcionan una visión más real de cómo era la vida de las poblaciones antiguas del continente americano, una lección para las generaciones actuales y futuras cuyos modos de vida están poniendo, aparentemente, en riesgo la sustentabilidad de la sociedad humana en el planeta.

San Miguel de Azapa, 20 de noviembre de 2013.

storage conditions in new facilities with rigorous temperature and humidity checks.

One of his latest contributions to the development of research on the pre-Hispanic populations of northern Chile involved a return to Arica for numerous samples of soft tissues. These tissue samples were extracted from the autopsies carried out by Arthur, Marvin Allison, and Enrique Gerszten. The samples are currently being curated in the Bioarchaeology Laboratory at the Institute of Higher Research of the Universidad de Tarapacá. These samples are stored in appropriate containers and properly labeled, constituting a complete documented archive of ancient tissue samples from the museum collections. This is an important scientific reserve for future research as research methods and techniques become more precise and sophisticated for the study of diseases in past populations. Calogero Santoro was fundamental in facilitating Arthur's return from the USA to Chile, with the aid of the Center for Research of Man in the Desert and Natalia Allende of the Chilean Embassy in Washington.

Thanks to the studies conducted by Arthur Aufderheide and other researchers, we now know that the Americas were not “paradise on earth” before the arrival of the Spaniards. Humans times and with different levels of socio-cultural complexity were not free of infections, parasites, or other diseases. Particularly in the Atacama Desert, pre-Hispanic populations were able not only to survive but also to progress socially in one of the most extreme environments of the planet, despite lacking modern medical treatments those we have today. The scientific contributions of bio-anthropology and archaeology give a more realistic view of what life was like among the ancient populations of the American continents, a lesson for modern and future generations whose ways of living are, apparently, jeopardizing the sustainability of human society on the planet.

Referencias Citadas

- Aufderheide, A.C. y M.J. Allison 1995. Chemical dietary reconstruction of north Chile prehistoric populations by trace mineral analysis. *Proceedings of the First World Congress on Mummy Studies* Volumen 1, pp. 451-461. Museo Arqueológico y Etnográfico de Tenerife, Organismo Autónomo de Museos y Centros, Cabildo de Tenerife.
- Aufderheide, A.C., M. Kelley, M.A. Rivera, L. Gray, L. Tieszen, E. Iversen, R. Krousce y A. Carevic 1994. Contributions of chemical dietary reconstruction to the assessment of adaptation by ancient highland immigrants (Alto Ramírez) to coastal conditions at Pisagua, north Chile. *Journal of Archaeological Science* 21:515-524.
- Aufderheide, A.C., I. Muñoz y B.T. Arriaza 1993. Seven Chinchorro mummies and the prehistory of northern Chile. *American Journal of Physical Anthropology* 91:189-201.
- Aufderheide, A.C., W. Salo, M. Madden, J. Streitz, J. Buikstra, F. Guhl, B. Arriaza, C. Renier, L.E. Wittmers Jr., G. Fornaciari y M. Allison 2004. A 9,000 year record of Chagas' disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101:2034-2039.
- Aufderheide A. y C.M. Santoro 1999. Chemical paleodietary reconstruction: Human populations at late prehistoric sites in the Lluta valley of northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 72:237-250.
- Cartmell, L.W., A.C. Aufderheide, A. Springfield, C. Weems y B. Arriaza 1991. The frequency and antiquity of prehistoric coca-leaf-chewing practices in Northern Chile: radioimmunoassay of cocaine metabolite in human mummy hair. *Latin American Antiquity* 2:260-268.
- Cassman, V., N. Odegaard y J. Powell (eds.) 2007. *Humans Remains: Guide for Museum and Academic Institutions*. AltaMira Press, Rowman & Littlefield Publishers, Inc., Lanham.
- Muñoz, I., B. Arriaza y A. Aufderheide (eds.) 1993. *Acha-2 y los Orígenes del Poblamiento Humano en Arica*. Ediciones Universidad de Tarapacá, Arica.
- Ortner, D.J. y W.G.J. Putschar 1981. *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Smithsonian Press, Washington, DC.
- Tieszen, L.L. y M. Chapman 1995. Carbon and nitrogen isotopic status of the major marine and terrestrial resources in the Atacama Desert of northern Chile. *Proceedings of the First World Congress on Mummy Studies* Volumen 1, pp. 409-425. Museo Arqueológico y Etnográfico de Tenerife, Organismo Autónomo de Museos y Centros, Cabildo de Tenerife.

