



# CAMBIOS TEMPORALES EN LA PREVALENCIA DE LA EXOSTOSIS DEL OÍDO EXTERNO EN PANAMÁ PRECOLOMBINO

## TEMPORAL CHANGES IN THE PREVALENCE OF EXTERNAL AUDITORY EXOSTOSES IN PRE-COLUMBIAN PANAMA

Vanessa V. Sánchez Aguilarte<sup>1,2</sup>, Javier Rivera-Sandoval<sup>3</sup> y Nicole E. Smith-Guzmán<sup>2\*4</sup>

La exostosis del oído externo, un crecimiento anormal del hueso timpánico ocasionada por la exposición del órgano al agua y vientos con baja temperatura, ha sido reportada en individuos prehispánicos enterrados cerca del Golfo de Panamá, donde el afloramiento costero estacional crea las condiciones ideales para su desarrollo, aun en un clima tropical. En este estudio, se analizaron macroscópicamente huesos temporales de 135 esqueletos humanos excavados en el yacimiento de Cerro Juan Díaz, Panamá (50-1500 DC), para cuantificar la prevalencia de la lesión e identificar posibles cambios en su frecuencia durante periodos culturales específicos en esta aldea. Se encontró una alta prevalencia de la exostosis auditiva externa en individuos mayormente masculinos del periodo Temprano (antes del 800 DC) y la ausencia completa de la lesión en individuos del periodo Tardío (después del 800 DC). Este declive agudo coincide con la reducción de adornos de conchas marinas talladas encontrados en contextos arqueológicos costeros del Golfo de Panamá, sugiriendo que la práctica del buceo se redujo de manera considerable con el paso del tiempo y, posiblemente, representa una reducción de la demanda de conchas marinas a nivel local y regional.

**Palabras claves:** marcadores bioculturales, exostosis auditiva, buceo, Panamá, bioarqueología, conchas marinas.

*External auditory exostosis, an abnormal growth of the tympanic bone caused by exposure to cold water and wind, has been reported in pre-Hispanic individuals buried near the Gulf of Panama, where seasonal coastal upwelling creates ideal conditions for their development, even in a tropical climate. In this study, temporal bones from 135 human skeletons excavated from the archaeological site of Cerro Juan Díaz, Panama (AD 50-1500) were analyzed macroscopically to quantify the prevalence of the lesion and identify possible changes in its frequency during specific cultural periods in this village. A high prevalence of external auditory exostoses was found in mostly male individuals from the Early period (before AD 800), whereas no lesions were found in individuals from the Late period (after AD 800). This sharp decline coincides chronologically with the reduction in carved seashell ornaments found in coastal archaeological contexts around the Gulf of Panama, suggesting that diving declined considerably over time, possibly due to a reduced demand for seashells at the local and regional level.*

**Key words:** Biocultural markers, auditory exostosis, diving, Panama, bioarchaeology, marine shells.

La exostosis en el oído externo es una lesión caracterizada por un crecimiento anormal del hueso timpánico, producida a la vez por una inflamación crónica ocasionada por la exposición del conducto auditivo externo al agua con bajas temperaturas (<19° C) y al viento que provoca un efecto de enfriamiento (Kennedy 1986; King et al. 2010; Okumura et al. 2007). Por ende, la exostosis está asociada tanto a los factores ambientales como a las actividades acuáticas

humanas (Alexander et al. 2015; Moore et al. 2010). Los bioarqueólogos han observado altas frecuencias de esta lesión en poblaciones prehistóricas ubicadas en latitudes medias y que recolectaban recursos marinos en aguas frías (Hrdlička 1935; Kennedy 1986; Standen et al. 1997).

Si bien la asociación de la exostosis auditiva externa con actividades humanas en aguas frías ha sido aceptada mayormente en la literatura clínica moderna

<sup>1</sup> Facultad de Humanidades, Escuela de Antropología, Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá. vanevalentina00@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-7902-8044

<sup>2</sup> Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Ciudad de Panamá, Panamá. \*autora correspondiente SmithN@si.edu, ORCID ID: 0000-0002-3743-6188

<sup>3</sup> Departamento de Historia y Ciencias Sociales, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. jwrivera@uninorte.edu.co, ORCID ID: 0000-0002-4204-1818

<sup>4</sup> Sistema Nacional de Investigación, Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Ciudad de Panamá, Panamá. SmithN@si.edu, ORCID ID: 0000-0002-3743-6188

y en la paleopatológica, no es posible interpretar su presencia en poblaciones antiguas como evidencia de una actividad en particular (Villotte y Knüsel 2016). Entre las actividades acuáticas que pueden provocar el desarrollo de la lesión, se incluye el transporte en botes, la pesca, la natación y el buceo (Ubelaker et al. 2022). Algunos autores han señalado que, además de actividades acuáticas, la exostosis auditiva externa puede ser provocada por otras causas relacionadas con infecciones e inflamaciones (Godde 2010; Hutchinson et al. 1997). Sin embargo, se estima que estas causas no acuáticas solo aplican a una minoría de todos los casos de la exostosis del oído externo (Villotte y Knüsel 2016).

En el Golfo de Panamá, los vientos alisios que corren con mucha fuerza durante la estación seca producen un fenómeno particular llamado “afloramiento costero” que involucra el surgimiento de las aguas frías y profundas hasta la superficie del mar (D’Croze y O’Dea 2007; O’Dea et al. 2012; Robertson et al. 2009). Se cree que la alta frecuencia de las exostosis en los oídos de los grupos precolombinos que vivieron en la costa del Océano Pacífico del Golfo de Panamá se debe a este fenómeno de afloramiento costero, propiciando de esta manera las condiciones ideales para la formación de la exostosis incluso en zonas de clima tropical (Smith-Guzmán y Cooke 2019a). Según las reconstrucciones paleoclimáticas, la intensidad del afloramiento costero en el Golfo de Panamá en los últimos dos mil años debería haber sido similar a la actual, a excepción de un corto periodo de afloramiento más intenso entre 800-900 DC aproximadamente (Toth et al. 2015). Además, el efecto del afloramiento costero ofrece una protección contra las altas temperaturas del agua durante eventos de El Niño/Oscilación del Sur (Randall et al. 2020). Por lo tanto, las temperaturas de la superficie del mar registradas sistemáticamente en el Golfo de Panamá durante los últimos 30 años pueden servir como un proxy apropiado para las temperaturas del mar en este golfo durante los últimos dos mil años (Smith-Guzmán y Cooke 2019a:fig. 2).

Entre las actividades acuáticas practicadas por estos antiguos pobladores, se ha evidenciado la importancia de la pesca mediante estudios zooarqueológicos e isotópicos (Cooke et al. 1996, 2008; Norr 1991, 1995; Sharpe et al. 2021), el transporte en bote y el intercambio marítimo entre las islas remotas y tierra firme (Isaza 2022; Martín et al 2016; Martín-Rincón y Sánchez 2007), y la práctica del buceo para la búsqueda de ciertas especies de moluscos que eran

empleadas en la elaboración de vistosos ornamentos personales, tales como los ostiones espinosos de colores brillantes (*Spondylus crassisquama* y *S. limbatus*), la iridiscente madreperla (*Pinctada mazatlanica*) y el caracol blanco (*Titanostrombus galeatus*) (Cooke et al. 1998; Mayo y Cooke 2005; Smith-Guzmán y Cooke 2019a; Smith-Guzmán, Sanchez Herrera, Cooke, Bray et al. 2021). Un estudio reciente registró la presencia de la exostosis del oído externo en ocho de los 125 individuos analizados en nueve yacimientos costeros precolombinos del Golfo de Panamá (Smith-Guzmán y Cooke 2019a). El sitio con la mayor frecuencia de la exostosis fue el Cerro Juan Díaz (también conocido por su código: LS-3), donde la lesión se reportó en cuatro de los 19 individuos analizados (21,1%), los cuales provienen de los contextos más antiguos del yacimiento que datan entre el 30 y el 650 cal. DC (Smith-Guzmán, Sánchez-Herrera y Cooke 2021). Basándose en la documentada explotación extensiva e intensiva de recursos marinos por los habitantes precolombinos de Panamá, Smith-Guzmán y sus colegas proponen que los pocos individuos, mayormente masculinos, que desarrollaron la exostosis auditiva pertenecían a un grupo especializado dedicado a bucear de manera habitual e intensiva en busca de las conchas marinas ya mencionadas (Smith-Guzmán et al 2019a; Smith-Guzmán, Sánchez-Herrera y Cooke 2021). Esta interpretación asociada a especialistas en actividades acuáticas concuerda con las de otras regiones de América donde se han reportado prevalencias comparables de la lesión mayormente en individuos masculinos (Pezo-Lanfranco y Eggers 2013; Ubelaker et al. 2022).

Estudios malacológicos de los restos de los tres géneros de conchas marinas halladas en los basureros del Cerro Juan Díaz indican que su uso fue exclusivamente para fines industriales y no alimenticios en el sitio (Carvajal Contreras 1998; Mayo Torné 2004:236). El apogeo de la utilización de las tres especies de moluscos ya indicados, así como el comercio de los artículos hechos con estas conchas, se alcanzó cuando los estilos cerámicos Tonosí y Cubitá estaban en boga entre el 250 y el 700 cal. DC (Bray et al. 2021; Cooke 1998; Cooke et al. 1998; Cooke y Sánchez Herrera 2001; Smith-Guzmán, Sánchez Herrera y Cooke 2021; Smith-Guzmán, Sánchez Herrera, Cooke, Bray et al. 2021). Durante el mismo lapso, hay una abundante evidencia que apunta a una extensa red de intercambio marítimo a lo largo del Golfo de Panamá, conectando yacimientos costeros de tierra firme de la Península de Azuero con los del

norte de la Provincia de Panamá al oeste, con el Darién al este y con las islas del archipiélago de Las Perlas a unos 48 km de distancia del istmo (Martín et al. 2016; Martín-Rincón y Sánchez 2007; Mendizábal et al. 2021; Núñez Cortés 2015). Así, tanto el buceo en busca de conchas marinas como los viajes en bote por mar abierto habrían sido actividades de importancia regional durante el periodo de 250-700 DC.

Aunque nunca se dejaron de usar estas conchas en tiempos prehispánicos, hay un claro declive en la cantidad y la complejidad de diseños de los ornamentos de este material presentes en los rasgos funerarios de yacimientos costeros después del año 750 DC (Bray et al. 2021:563). Al mismo tiempo, el uso de oro para la manufactura de ornamentos suntuosos se disparó en la Región Central, evidenciado por las enormes acumulaciones funerarias en las necrópolis de El Caño y Sitio Conte (ca. 700-1000 DC) que señalan un aumento en la complejidad social entre las comunidades de la Región Central de Panamá (Mayo y Mayo 2013; Lothrop 1937). Las rutas de intercambio marítimo también se contrajeron a partir del 800 DC, evidenciando el ingreso de nuevas poblaciones o ideas provenientes del este, cuyas extensiones geográficas corresponden a comunidades que hablaban la lengua “Cueva”, documentada por los españoles en el siglo XVI (Cooke 2011; Martín et al. 2016; Mendizábal et al. 2021). A la luz de estos cambios culturales, el

objetivo del presente estudio es evaluar la hipótesis de que la prevalencia de la exostosis en individuos enterrados antes del 800 DC en el Cerro Juan Díaz debe ser mayor en comparación con la prevalencia en individuos de contextos más tardíos del yacimiento.

### El Yacimiento

El Cerro Juan Díaz (LS-3) es un extenso yacimiento precolombino que se utilizó como aldea y cementerio entre el 300 AC hasta el 1600 DC (Figura 1). Según recorridos efectuados por Isaza (2007), el sitio cubre aproximadamente 200 ha en ambas riberas del Río La Villa, el cual desemboca en la Bahía de Parita, 5 km al sur. Por el lado sur, se encuentra propiamente el cerro con 42 msm (Carvajal et al. 2006; Cooke et al. 1998; Cooke y Sánchez Herrera 1997). En los años 1968 y 1972, el arqueólogo francés Alain Ichon realizó las primeras exploraciones arqueológicas al sur de la Península de Azuero, y evaluó el potencial arqueológico del yacimiento Cerro Juan Díaz. Posteriormente, el Proyecto Arqueológico de Cerro Juan Díaz (1992-2001), a cargo del arqueólogo Richard Cooke, logró establecer que el uso del sitio se dio de manera prolongada desde el 300 AC hasta el 1600 DC. Se estima que aproximadamente 400 esqueletos humanos fueron extraídos en las excavaciones de este proyecto,



Figura 1. Mapa de Panamá que muestra la ubicación del Cerro Juan Díaz.

*Map of Panama showing the location of Cerro Juan Díaz.*

realizadas en nueve áreas de excavación que fueron denominadas “operaciones”.

Es importante destacar que el Cerro Juan Díaz es único en la región en haber sido excavado intensivamente durante 10 años (por lo general, las excavaciones en otros yacimientos de la región no sobrepasan los dos años en campo y solo se realizan excavaciones superficiales a pequeña escala). Además, el yacimiento es excepcional por su ocupación prolongada (~2000 años) y por la diversidad en los tipos de depósitos recuperados, los cuales incluyen sepulturas, contextos domésticos y rituales, talleres de artesanías (específicamente para la elaboración de adornos de concha), entre otros (Carvajal et al. 2006; Cooke et al. 1998; Díaz 1999; Mayo y Cooke 2005; Smith-Guzmán, Sánchez-Herrera y Cooke 2021). Un detalle llamativo es que el sitio ubicado a 5 km del mar tuvo habitantes con mucha conexión y conocimiento marino, evidenciado por la enorme cantidad de recursos marinos en los basureros domésticos, además de la

alta frecuencia de la exostosis en los individuos de los contextos más tempranos del yacimiento (Smith-Guzmán y Cooke 2019a).

Durante las excavaciones se hallaron diferentes tipos de entierros, entre primarios y secundarios, los cuales estaban en varias posiciones: extendidos, flexionados, en paquetes y urnas (Figura 2). Es significativa la diversidad de rasgos funerarios en el yacimiento, ya que nos permitirá determinar cómo se encontraban los esqueletos con exostosis en relación con los demás individuos, observando patrones que podrían corresponder a la organización social de esta población. Por ejemplo, de los incluidos en el estudio de Smith-Guzmán y Cooke (2019a), tres de los cuatro individuos de Cerro Juan Díaz con exostosis procedieron de la misma tumba Rasgo 2 de la Operación 3, lo que podría sugerir que estaban relacionados de alguna manera (grupo social o familiar, por ejemplo; Figura 3). La presente investigación busca entender más sobre las implicaciones socioculturales



Figura 2. Ejemplos representativos de la diversidad de los tipos de entierros hallados en el Cerro Juan Díaz: (a) entierros primarios extendidos; (b) entierros primarios flexionados; (c) entierros secundarios en urnas, y (d) entierros secundarios en paquetes. Fotos Ilean Isaza, Richard Cooke y Luis Sánchez.

*Representative examples of the diversity of burial types found at Cerro Juan Díaz: (a) primary extended burials; (b) primary flexed burials; (c) secondary urn burials; and (d) secondary bundle burials. Photos by Ilean Isaza, Richard Cooke, and Luis Sánchez.*

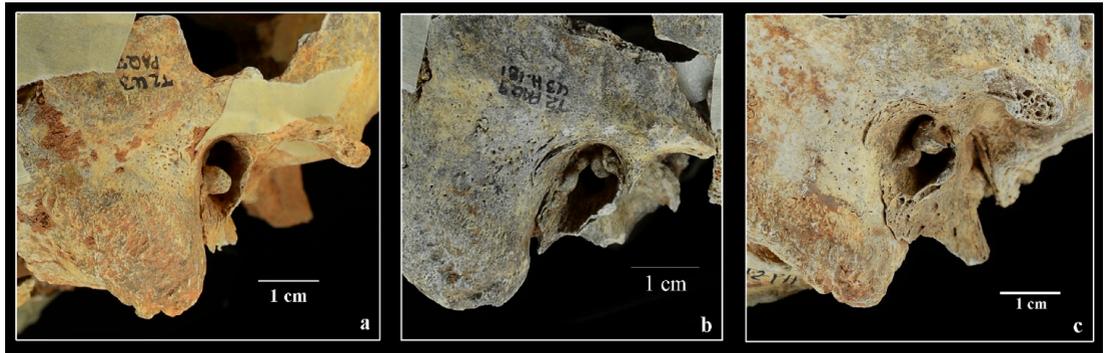


Figura 3. Exostosis auditivas externas presentes en el conducto auditivo derecho de tres individuos de Cerro Juan Díaz, Operación 3, Rasgo 2: (a) Paquete 7, Cráneo 1; (b) Paquete 10; y (c) Paquete 11. Fotos Nicole Smith-Guzmán.

*External auditory exostoses present in the right auditory canals of three individuals from Cerro Juan Díaz, Operation 3, Feature 2: (a) Bundle 7, Cranium 1; (b) Bundle 10; and (c) Bundle 11. Photos by Nicole Smith-Guzmán.*

de los individuos de Cerro Juan Díaz que participaron en las actividades acuáticas especializadas.

### Materiales y Métodos

Se analizaron un total de 135 individuos recuperados del Cerro Juan Díaz, los cuales fueron divididos en dos periodos según las fechas radiocarbónicas directas e indirectas y las fechas relativas a partir de los estilos de cerámica asociados a los contextos mortuorios de cada individuo. Se marcó como hito el año 800 DC, cuando hay evidencia de la creciente manufactura de los ornamentos de oro y un declive respecto de la producción de los adornos de concha marina (Martín-Rincón y Sánchez 2007; Martín et al. 2016; Sánchez Herrera y Cooke 2000). Así pues, se conformaron dos grupos: 27 individuos asociados al periodo Temprano (antes del 800 DC) y 108 individuos correspondientes al periodo Tardío (después del 800 DC). Datos sobre 19 de los 27 individuos del grupo del periodo Temprano fueron publicados previamente (Smith-Guzmán y Cooke 2019a). De esta manera, los datos de las frecuencias de la exostosis fueron organizados para identificar patrones a través del tiempo en el yacimiento.

Se inspeccionó de manera macroscópica el hueso temporal, específicamente el conducto auditivo externo, para registrar la presencia o ausencia de crecimientos anormales de hueso (la exostosis del oído externo). Para fines de este estudio, el conducto auditivo externo tuvo que estar intacto para considerarse observable. Se excluyeron del análisis los jóvenes menores de

15 años debido a la poca evidencia del desarrollo de la anomalía antes de esta edad (Hrdlička 1935; Standen et al. 1997). La muestra se redujo a 55 individuos, por el estado de conservación y por los criterios de exclusión planteados para efectos de la investigación. Las exostosis se diferenciaron de los osteomas por ser usualmente bilaterales y con una base amplia, mientras que los osteomas tienden a ser unilaterales y con una base pedunculada (Graham 1979; Koch et al. 2016; Sheehy 1958; Smith-Guzmán y Cooke 2019b). Una vez identificada la exostosis, se evaluaron cuatro variables: (1) el grado de estenosis, es decir, la obstrucción del conducto auditivo, -como leve (bloqueo de menos de un tercio del canal), moderado (bloqueo de uno a dos tercios) o severo (bloqueo de más de dos tercios)-; (2) la ubicación de la exostosis dentro del conducto auditivo externo (superior, inferior, anterior o posterior); (3) la forma de la exostosis (esferoide u ovoide), y (4) la lateralidad (unilateral o bilateral) (Standen et al. 1997).

Adicionalmente, los datos obtenidos fueron cruzados con la información demográfica; específicamente, la edad y el sexo estimados de cada individuo. Los individuos se clasificaron con una escala etaria utilizada comúnmente en estudios de bioarqueología: adolescente (15-19 años), adulto joven (20-34 años), adulto medio (35-49 años), adulto mayor (sobre 50 años) y adulto indeterminado (mayor de 18 años). Para estimar la edad en los adolescentes, se utilizó el método de AlQahtani y colegas (2010), el cual se basa en el desarrollo dentario y el estado de erupción de los dientes. En el caso de que un

adolescente no tuviera piezas dentales, se evaluó el grado de obliteración de los centros secundarios de osificación y la longitud de los huesos largos en comparación con los datos de referencia compilados por Cunningham et al. (2016). En adultos, la edad se estimó a través de la evaluación de los cambios morfológicos en la sínfisis pública (Brooks y Suchey 1990) y la superficie auricular del ilion (Lovejoy et al. 1985). Junto con ello, se evaluó el grado de cierre de las suturas del cráneo (Meindl y Lovejoy 1985). La estimación del sexo biológico se llevó a cabo en individuos mayores de 15 años al momento de la muerte, para lo cual se evaluó la morfología de la pelvis o, en su defecto, del cráneo (Acsadi y Nemeskeri 1970; Buikstra y Ubelaker 1994; Phenice 1969).

De los 55 individuos en total, 14 fueron fechados directamente (por fechas radiocarbónicas de muestras de hueso o diente humano), dos fueron fechados indirectamente (por fechas radiocarbónicas de carbón), y el resto de los individuos relativamente de acuerdo con los estilos cerámicos asociados a su contexto funerario (Cooke 2011:133). En cuanto a la distribución cronológica de la muestra osteológica observable (Tabla 1), la mayoría de los individuos se encuentran asociados a las fases Tonosí (250-500 DC), Conte Tardío (800-1000) y Parita (1150-1400 DC). En esta distribución cronológica, se observa que la mayoría de los individuos masculinos en la muestra observable

corresponden al periodo Temprano (76,5%), mientras que los individuos femeninos están más uniformemente distribuidos entre los periodos Temprano y Tardío.

La Tabla 2 describe la distribución de la muestra observable a través de las variables de sexo y edad. Destaca la baja proporción de adultos mayores en la muestra (9,1%) en comparación con los adultos medios (18,2%). Los individuos adolescentes corresponden al 7,3% de la muestra y los adultos jóvenes al 12,7%, siendo llamativo que haya una alta proporción de individuos en el rango de edad entre los 15 y 35 años. El 53% de los casos corresponde a adultos, en los que, debido a la ausencia de estructuras diagnósticas, no se logró estimar a qué grupo etario pertenecían. La estimación de sexo indica que la muestra está conformada por un total de 43,6% individuos femeninos y de 30,9% individuos masculinos (Tabla 3). El resto de la muestra (25,5%) corresponde a individuos de sexo indeterminado, debido a la ausencia de estructuras diagnósticas, la mala conservación de la muestra, y la presencia de rasgos tanto masculinos como femeninos.

Los datos del presente análisis fueron registrados en una tabla en Excel 2011. Se elaboraron tablas de contingencia para el análisis de las variables correspondientes y se aplicó la prueba exacta de Fisher para evaluar la significancia estadística de la diferencia en la frecuencia de la exostosis en relación con las variables

Tabla 1. Distribución de la muestra observable según cronología y sexo.  
*Distribution of the observable sample by chronology and sex.*

Fecha	Fase cerámica*	Individuos observables		Masculino		Femenino		Indeterminado	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1400–1520 DC	El Hatillo	1	1,8	0	0,0	0	0,0	1	7,1
1150–1400 DC	Parita	10	18,2	1	5,9	5	20,8	4	28,6
1000–1150 DC	Macaracas	6	10,9	1	5,9	3	12,5	2	14,3
800–1000 DC	Conte Tardío	11	20,0	2	11,8	5	20,8	4	28,6
700–800 DC	Conte Temprano	7	12,7	2	11,8	2	8,3	3	21,4
500–700 DC	Cubitá	1	1,8	1	5,9	0	0,0	0	0,0
250–500 DC	Tonosí	16	29,1	8	47,1	8	33,3	0	0,0
200 AC–250 DC	La Mula	3	5,5	2	11,8	1	4,2	0	0,0
TOTAL		55	100,0	17	100,0	24	100,0	14	100,0

\* En esta tabla se utiliza la periodización según Cooke (2011:133) para las fases cerámicas de la tradición Gran Coclé de Panamá Central, la cual fue basada en fechas radiocarbónicas asociadas con vasijas cerámica de los contextos funerarios del mismo yacimiento de Cerro Juan Díaz.

Tabla 2. Caracterización biodemográfica de la muestra.  
*Biodemographical characterization of the sample.*

Grupos etarios	Edad		Sexo						
	Rango (años)	Individuos		Masculino		Femenino		Indeterminado	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Adolescente	15-19	4	7,3	1	25,0	3	75,0	0	0,0
Adulto joven	20-34	7	12,7	3	42,9	3	42,9	1	14,3
Adulto medio	35-49	10	18,2	6	60,0	4	40,0	0	0,0
Adulto mayor	50+	5	9,1	2	40,0	3	60,0	0	0,0
Adulto de edad indeterminado	18+	29	52,7	5	17,2	11	37,9	13	44,8
TOTAL		55	100	17	30,9	24	43,6	14	25,5

Tabla 3. Presencia de exostosis auditiva externa según lateralidad por periodo.  
*Presence of external auditory exostosis by side for each time period.*

Periodo	Exostosis	Individuos observados	Oído Derecho	Oído Izquierdo
Temprano (antes del año 800 DC)	Ausente	23	22	18
	Presente	4	3	3
	Total	27	25	21
Tardío (después del año 800 DC)	Ausente	28	23	20
	Presente	0	0	0
	Total	28	23	20

categorías de edad y sexo del individuo, además del periodo. En vista del escaso número de individuos cuando fueron separados en grupos etarios para el periodo Temprano, se decidió agrupar los adolescentes y los adultos jóvenes ( $n=7$ ) y los adultos medios y los adultos mayores ( $n=11$ ) para evaluar si existe una asociación estadística entre la presencia de la lesión y la edad de los individuos de Cerro Juan Díaz.

## Resultados

De la muestra total de 55 individuos observables, 27 corresponden al periodo Temprano y 28 al periodo

Tardío. De los 27 individuos en el grupo del periodo Temprano, fue posible evaluar 22 oídos del lado derecho y 18 del lado izquierdo. La expresión de la exostosis auditiva externa fue positiva para cuatro individuos en este grupo (14,8%), documentado en tres oídos derechos y tres oídos izquierdos (Tabla 3). De estos cuatro casos, la condición fue bilateral en dos de ellos, unilateral en un individuo y un cuarto individuo solo tuvo un oído observable. En cuanto al grupo del periodo Tardío, se evaluaron 28 individuos, en los cuales las observaciones se hicieron en 23 oídos derechos y 20 oídos izquierdos, los que revelaron la ausencia de esta lesión.

Estadísticamente, no hay una diferencia significativa entre la presencia o ausencia de la lesión y el periodo cronológico, es decir, Temprano o Tardío ( $p=0,051$ ). A pesar de que se considera independiente la presencia de la lesión con respecto al grupo cronológico, el valor "p" es muy cercano al nivel de significancia empleado ( $p=0,05$ ), lo que es bastante sugerente. Por lo tanto, el análisis de una muestra más amplia en el futuro podría verificar esta tendencia.

## Análisis de la frecuencia de la exostosis por grupos biodemográficos y periodos

En la Tabla 4 se observa la distribución de los individuos por grupo etario según el periodo asociado. La mayoría de los individuos del periodo Temprano corresponde a adultos indeterminados y adultos medios (33,3% y 18,5% respectivamente). Los adolescentes se presentaron en menor proporción (11,1%) y los adultos jóvenes y adultos mayores tienen una representatividad

Tabla 4. Frecuencia de exostosis por grupo etario y periodo.  
*Frequency of exostosis by age group for each time period.*

Periodo	Edad por grupo etario	Exostosis				Total	
		Presente		Ausente		n	%
		n	%	n	%		
Temprano (antes del año 800 DC)	Adolescente (15-20 años)	0	0,0	3	100,0	3	11,1
	Adulto joven (21-35 años)	0	0,0	4	100,0	4	14,8
	Adulto medio (36-49 años)	1	16,7	5	83,3	6	18,5
	Adulto mayor (50+ años)	3	60,0	2	40,0	5	14,8
	Adulto Indeterminado (18+ años)	0	0,0	9	100,0	9	33,3
Total		4	14,8	23	85,2	27	100,0
Tardío (después del año 800 DC)	Adolescente (15-20 años)	0	0,0	1	100,0	1	3,6
	Adulto joven (21-35 años)	0	0,0	3	100,0	3	10,7
	Adulto medio (36-49 años)	0	0,0	4	100,0	4	14,3
	Adulto mayor (50+ años)	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Adulto Indeterminado (18+ años)	0	0,0	20	100,0	20	71,4
Total		0	0,0	28	100,0	28	100,0

de 14,8%. En el periodo Tardío, se presentó una mayor proporción de los adultos indeterminados (71,4%), seguido de los adultos medios y adultos jóvenes (14,3% y 10,7% respectivamente). En contraste, los adolescentes mostraron una menor proporción (3,6%). Es importante resaltar la ausencia total de los adultos mayores en el periodo Tardío. Los resultados de la prueba Fisher muestran que no hay relación entre los individuos con exostosis y los grupos etarios ( $p=0,119$ ).

El análisis de la frecuencia de la presencia de la exostosis por sexo a través del tiempo de ocupación de Cerro Juan Díaz, diferenciado en los dos periodos (Tabla 5), permitió determinar que en el periodo Temprano hay presencia de exostosis del 9,1% en individuos femeninos, mientras que los individuos masculinos del periodo Temprano tenían una presencia de exostosis de un 23,1%. Por otra parte, la muestra evaluada y asociada al periodo Tardío demostró que la lesión estuvo ausente en todos los casos. Es

evidente que existe una diferencia entre los grupos Temprano y Tardío con respecto al sexo, sin embargo, el bajo porcentaje de adultos masculinos en el grupo Tardío condiciona los resultados de este estudio. Estadísticamente, no hay una asociación entre la presencia de exostosis y el sexo del individuo en la muestra analizada para el periodo Temprano ( $p=0,596$ ).

### Discusión

El objetivo principal de este estudio es comparar la prevalencia de la exostosis auditiva en los individuos del Cerro Juan Díaz durante dos etapas cronológicas. Se estableció el año 800 DC como hito entre estas dos etapas, ya que hay evidencia arqueológica de que a partir de esta fecha hubo cambios culturales que incluyeron un aumento del uso de los objetos de oro y un declive en la producción de los adornos de concha marina (Martín-Rincón y Sánchez 2007; Martín et al. 2016; Sánchez

Tabla 5. Frecuencia de exostosis por sexo y período.  
*Frequency of exostosis by sex for each time period.*

Periodo	Sexo	Exostosis				Total	
		Presente		Ausente		n	%
		n	%	n	%		
Temprano (antes del año 800 DC)	Femenino	1	9,1	10	90,9	11	40,7
	Masculino	3	23,1	10	76,9	13	48,1
	Indeterminado	0	0,0	3	100,0	3	11,1
Total		4	14,8	23	85,2	27	100,0
Tardío (después del año 800 DC)	Femenino	0	0,0	13	100,0	13	46,4
	Masculino	0	0,0	4	100,0	4	14,3
	Indeterminado	0	0,0	11	100,0	11	39,3
Total		0	0,0	28	100,0	28	100,0

Herrera y Cooke 2000). Con el análisis de la muestra completa de los individuos enterrados en el Cerro Juan Díaz, caracterizado por un largo periodo de ocupación y de uso ininterrumpido, se esperaba ver una diferencia marcada en la presencia de exostosis entre los dos periodos, ya que las actividades acuáticas practicadas por la población cambiaron, con una reducción de intensidad en la búsqueda de concha y también una reducción en las rutas del intercambio marítimo en el periodo Tardío.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran una prevalencia de la exostosis auditiva externa del 14,8% en individuos del periodo Temprano, que vivieron cuando la cerámica del estilo Tonosí estaba en boga (200–500 DC). Este dato refina los resultados de Smith-Guzmán y Cooke (2019a) e infiere que algunos de los individuos enterrados en este cementerio durante esta etapa participaron de manera habitual en actividades acuáticas que probablemente involucraban la sumersión en el agua fría. Además, el presente estudio evidenció una ausencia total de la exostosis en individuos enterrados en el periodo Tardío, cuando se estima que habían disminuido las actividades acuáticas culturales asociadas con la industria regional de ornamentos de concha. Si estos individuos con exostosis pertenecieron a un grupo de buzos especializados, como postulan Smith-Guzmán y Cooke (2019a), los resultados del presente estudio sugerirían que disminuyó considerablemente la práctica de bucear, coincidiendo con la reducción en la demanda de ornamentos de concha marina a

nivel local y regional. Sin embargo, aunque los datos apuntan a que hay una correlación entre los periodos y la presencia de la exostosis dentro de la muestra de individuos de Cerro Juan Díaz, esta tendencia no es significativa. Por tal razón, se deben interpretar estos resultados de una manera cautelosa, tomando en cuenta los sesgos de la muestra que se exponen más adelante en la sección de limitaciones.

Del mismo modo, al considerar los datos biodemográficos de la muestra completa de Cerro Juan Díaz, se esperaba ver en la población más evidencia de exostosis en individuos masculinos que femeninos, debido a los datos etnohistóricos y bioarqueológicos presentados por Smith-Guzmán y Cooke (2019a), que sugieren que el buceo era una actividad dominada por los hombres en las comunidades prehispánicas de Panamá. Aunque, nuevamente, se encontró una tendencia de más individuos masculinos (23,1%) que femeninos (9,1%) afectados por exostosis en el presente estudio, esta tendencia no fue significativa.

Finalmente, la asociación positiva de la exostosis y la edad también fue un resultado esperado, ya que las personas mayores pudieron tener más tiempo de exposición y, por ende, una mayor posibilidad de desarrollar una respuesta ósea en comparación con las personas más jóvenes. Aunque tampoco fue una tendencia significativa, este resultado nos indica que el desarrollo de la lesión probablemente no fue un proceso rápido para los habitantes prehispánicos de esta región. Tomando en cuenta que en tiempos modernos solo durante dos meses del año los promedios

de las temperaturas mínimas diarias del agua en el Golfo de Panamá, a 12 m de profundidad, bajan a cifras inferiores a 19° C (Smith-Guzmán y Cooke 2019a:fig. 2), es razonable asumir que la exostosis se desarrollaría más lentamente si se compara con áreas donde el agua permanece bajo este límite durante todo el año.

Es posible que los antiguos panameños bucearan hasta los 15 m de profundidad para extraer los dos géneros de ostras, exponiéndose así a aguas más frías (Carter 2022:431; Smith-Guzmán y Cooke 2019a:454). Debemos considerar también que, en escenarios de sobrepesca, las profundidades de buceo habrían aumentado junto con las profundidades del hábitat de las conchas. Al presente, se desconoce si había sobrepesca de los géneros de concha utilizados por poblaciones prehispánicas en la manufactura de ornamentos durante algunos lapsos en el Golfo de Panamá. Sin embargo, un estudio interdisciplinario sobre caracoles marinos del Caribe panameño (*Strombus pugilis*), utilizados como alimento en Bocas del Toro, señaló que existía una reducción de los tamaños de individuos de esta especie a través del tiempo debido a la cosecha intensiva humana tanto en tiempos prehispánicos como contemporáneos (O’Dea et al. 2014). Un estudio similar con conchas utilizadas para adornos en el Pacífico podría aportar una mejor comprensión del potencial de sobrepesca en el pasado.

La presencia de exostosis en varios individuos y la cantidad de ornamentos de concha hallados en el yacimiento sugieren que el buceo era una de las actividades realizadas por los ocupantes precolombinos del Cerro Juan Díaz, igual que los de otros yacimientos costeros en el Golfo del Pacífico. Según los cronistas españoles, el buceo era una actividad recurrente en aguas profundas del Pacífico en búsqueda de conchas marinas. Así lo reportó Martyr D’Anghera (1912:295):

*The caciques have skilful divers trained from infancy to this profession, and who dive for these oysters as though in fish-ponds, but they only do so when the sea is calm and the water low, which renders diving easier. The larger the shells the more deeply are they embedded... It is necessary to dive three and sometimes even four times a man’s height to find the more deeply embedded shells.*

Esta cita sugiere que había un grupo selecto de buzos. Las actividades cotidianas, como la pesca, se

descartaron en estudios previos como probable causa del desarrollo de la exostosis auditiva externa, ya que si ese fuese el caso se reportaría mayor frecuencia de la lesión en la población. Es más razonable pensar en el buceo como agente estimulador, en vista de las características de esta actividad, siendo la inmersión la que resulta más favorable para el desarrollo de la exostosis (Smith-Guzmán y Cooke 2019a). Actualmente, la exostosis auditiva externa es conocida como oído de surfista, pues esta práctica incluye la inmersión en el agua de estos deportistas, lo que, dependiendo del ambiente, aumenta el riesgo de que desarrollen la lesión (Alexander et al. 2015; Wong et al. 1999).

A pesar del clima tropical, el afloramiento costero que se produce en el Golfo de Panamá crea condiciones ambientales específicas que facilitan el desarrollo de la exostosis del oído externo (Smith-Guzmán y Cooke 2019a). La muestra estudiada provino de un yacimiento próximo a la costa del Golfo de Panamá, por lo tanto, los datos presentados fundamentan que la exostosis resulta del efecto conjunto de la actividad acuática y las bajas temperaturas del agua, tal como lo indica la hipótesis hidrotérmica propuesta por la comunidad médica (Kennedy 1986; Okumura et al. 2007; Standen et al. 1995; Velasco-Vazquez et al. 2000). Destaca también la importancia de tomar en cuenta los datos interdisciplinarios como las condiciones ambientales y paleoecológicas, así como los datos arqueológicos arrojados a través de métodos analíticos como la zooarqueología y la bioquímica (Evans 2014; Okumura et al. 2007).

El análisis de la muestra de los restos óseos humanos de Cerro Juan Díaz para la búsqueda de la exostosis del oído externo en el presente estudio, en conjunto con la investigación de Smith-Guzmán y Cooke (2019a), completa la inspección de este marcador biocultural en todas las muestras de restos humanos prehispánicos disponibles para estudio dentro de Panamá. En particular, la muestra completa excavada en el Cerro Juan Díaz comprende rangos de tiempo considerables, que permitieron identificar la frecuencia de la lesión en el yacimiento durante periodos culturales específicos. En este sentido, se logró determinar que los únicos individuos del sitio que fueron afectados por exostosis corresponden al rango de tiempo de la fase cerámica Tonosí de la tradición Gran Coclé.

Tomando en cuenta todos los ejemplares de la exostosis del oído externo reportados de restos prehispánicos de Panamá, ninguno tiene un fechado

posterior al 800 DC (Smith-Guzmán y Cooke 2019a). De esta manera, los datos bioarqueológicos sustentan las interpretaciones hechas previamente por varios autores sobre la reducción de la explotación de conchas marinas para la elaboración de adornos después del año 800 DC, lo cual está relacionado con cambios en el valor asignado a los materiales empleados y a las rutas de intercambio utilizadas por los antiguos habitantes del Golfo de Panamá (Martín-Rincón y Sánchez 2007; Mendizábal et al. 2021). En las crónicas españolas, se documenta que los grupos indígenas de Panamá continuaron con la práctica de bucear en el Golfo después del año 800 DC. Sin embargo, los datos bioarqueológicos y arqueológicos nos indican que esta práctica no fue tan intensa como durante la primera mitad del primer milenio DC.

### Limitaciones

La limitación más obvia del presente estudio corresponde al tamaño de la muestra que, por los procesos de fragmentación de los restos óseos estudiados y la exclusión de individuos menores a 15, se redujo a solo 55 individuos, lo que condiciona el tipo de análisis estadístico que se pueda hacer sobre los resultados. Además, la considerable cantidad de mujeres adultas en la muestra, particularmente tomando en cuenta los individuos del periodo Tardío, representa un sesgo. Diversos estudios apuntan a que los hombres son los que principalmente practicaban actividades acuáticas, pues son los que por lo general presentan mayor prevalencia de la lesión (Manzi et al. 1991; Smith-Guzmán y Cooke 2019a; Standen et al. 1995). Asimismo, el alto porcentaje de hombres adultos entre 15 y 34 años por lo general condicionan los resultados, debido a que múltiples investigaciones coinciden en que existe una relación entre el tiempo invertido en la práctica acuática y la severidad de la lesión (Manzi et al. 1991; Wong et al. 1999). Por lo tanto, este grupo de hombres jóvenes probablemente no tuvieron tiempo para desarrollar la lesión. Finalmente, la ausencia de adultos mayores en la muestra del periodo Tardío podría haber sido un factor limitante, considerando que tres de los cuatro individuos con presencia de exostosis en el periodo Temprano fueron categorizados en este grupo.

Aunque se esperaba identificar patrones de afiliaciones sociales o familiares entre los individuos con exostosis del Cerro Juan Díaz, las características de la muestra limitaron estas posibilidades. La mayoría de los individuos observables del periodo

Temprano (18/27, o 70%) fueron enterrados en dos tumbas múltiples en el yacimiento, el Rasgo 2 y el Rasgo 16. Estos 18 individuos de la muestra del periodo Temprano también corresponden al 100% de los individuos que vivieron durante la fase Tonosí y al 67% de los de la fase La Mula. Como cada uno de los cuatro individuos con exostosis fueron enterrados en estas dos tumbas (tres en el Rasgo 2 y uno en el Rasgo 16), no se podía evaluar la posibilidad de que hubieran pertenecido al mismo grupo familiar u ocupacional (Smith-Guzmán, Sánchez Herrera y Cooke 2021:91). Se espera que futuros estudios genéticos y de biodistancia en esta población puedan revelar información adicional sobre la afiliación biológica de estos cuatro individuos.

### Conclusiones

Este estudio examinó por primera vez las diferencias en la presencia y ausencia de exostosis auditiva externa en poblaciones prehispánicas de Panamá a través de una escala temporal. Así, este estudio pudo integrar evidencia biocultural y arqueológica para identificar un cambio cultural en el que los individuos de Cerro Juan Díaz se habrían alejado de la búsqueda intensiva de recursos de conchas marinas en el Golfo de Panamá alrededor del año 800 DC. Específicamente, este estudio muestra que los individuos enterrados en el Cerro Juan Díaz después de esta fecha no fueron afectados por el crecimiento de hueso en el oído externo, a diferencia de los individuos enterrados en contextos del periodo Temprano. Este hallazgo destaca la necesidad de más investigaciones bioarqueológicas en Panamá para comprender las experiencias vividas y las actividades culturales practicadas por estas importantes y poco estudiadas poblaciones prehispánicas del istmo.

*Agradecimientos:* Este estudio fue financiado por una beca de corto plazo del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en el 2019 otorgada a la primera autora. Los autores desean reconocer el esfuerzo de los arqueólogos y equipos de excavación que trabajaron en el Proyecto Arqueológico Cerro Juan Díaz entre 1992 y 2001: Adrián Badilla Cambronero, Diana Carvajal, Benoit Desjardins, Claudia Díaz, Ilean Isaza Aizpurúa, Aguilaro Pérez, Luis Sánchez Herrera, Olman Solís y Koichi Udagawa. Las excavaciones en el Cerro Juan Díaz se realizaron con el permiso de la Dirección Nacional del Patrimonio Histórico del Instituto Nacional de Cultural de Panamá y con el

apoyo financiero de la National Geographic Society y la Institución Smithsonian (becas “Scholarly Studies” y “Latino Initiatives”). Los autores agradecen al

equipo editorial y a los tres revisores anónimos por sus sugerencias y comentarios en las versiones anteriores de este artículo.

### Referencias Citadas

- Acsadi, G. y J. Nemeskeri 1970. *History of Human Lifespan and Mortality*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Alexander, V., A. Lau, E. Beaumont y A. Hope 2015. The effects of surfing behaviour on the development of external auditory canal exostosis. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 272 (7):1643-1649.
- AlQahtani, S.J., M.P. Hector y H.M. Liversidge 2010. Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *American Journal of Physical Anthropology* 142 (3):481-490.
- Bray, W., R. G. Cooke y S. D. Redwood 2021. Early metalwork in Caribbean Colombia and Southern Central America. En *Pre-Columbian Art from Central America and Colombia at Dumbarton Oaks*, editado por C. McEwan y J. W. Hoopes, pp. 541-567. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- Brooks, S. y J. Suchey 1990. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution* 5 (3):227-238.
- Buikstra, J.E. y D.H. Ubelaker 1994. *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains: Proceedings of a Seminar at the Field Museum of Natural History*. Arkansas Archeological Survey, Fayetteville.
- Carter, B. 2022. Spondylus as a driver of interregional exchange: mapping recent ecological research on *Spondylus* to inform pre-Columbian extraction and use. En *Waves of Influence: Pacific Maritime Networks Connecting Mexico, Central America, and Northwestern South America*, editado por C.S. Beekman y C. McEwan, pp. 419-455. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- Carvajal, D.R., C.P. Díaz, L.A. Sánchez Herrera y R.G. Cooke 2006. ¿Fue Cerro Juan Díaz, una aldea precolombina en el valle del río La Villa, el pueblo de indios de Cubitá? En *Memorias del VI Congreso Centroamericano de Historia, Panamá, 22-26 de julio 2002*, editado por M. Camargo y Y. Marco, pp. 100-123. Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá.
- Carvajal, D.R. 1998. *Análisis de Cuatro Componentes en el Rasgo CH Excavado Mediante la Microestrategía: El Caso de Cerro Juan Díaz (Panamá Central)*. Trabajo de grado para obtener el título de antropóloga, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Cooke, R.G. 1998. Cupica (Chocó): A reassessment of Gerardo Reichel-Dalmatoff's fieldwork in a poorly studied region of the American tropics. En *Recent Advances in the Archaeology of the Northern Andes*, editado por A. Oyuela-Caicedo y J. Raymond, pp. 91-106. Cotsen Institute of Archaeology Press at UCLA, Los Angeles.
- Cooke, R.G. 2011. The Gilcrease Collection and the Gran Coclé culture area of Panama: An assessment of provenience and chronology with comments on the Iconography of pottery and metal-work. En *To Capture the Sun: Gold of Ancient Panama*, editado por R.G. Cooke, N.J. Saunders, J. Hoopes y J. Quilter, pp. 129-173. Gilcrease Museum, Tulsa.
- Cooke, R.G., M. Jiménez y A. Ranere 2008. Archaeozoology art documents and the life assemblage. En *Case Studies in Environmental Archaeology*, 2<sup>nd</sup> edition, editado por E.J. Reitz, C.M. Scarry y S.J. Scudder, pp. 95-121. Springer, New York.
- Cooke, R.G., L. Norr y D.R. Piperno 1996. Native Americans and the Panamanian landscape. En *Case Studies in Environmental Archaeology*, editado por E.J. Reitz, L.A. Newsom y S.J. Scudder, pp. 103-126. Plenum Press, New York.
- Cooke, R.G. y L.A. Sánchez Herrera 1997. Coetaneidad de metalurgia, artesanías de concha y cerámica pintada en cerro Juan Díaz, Panamá. *Boletín del Museo del Oro (Colombia)* 42:57-85.
- Cooke, R.G., L.A. Sánchez Herrera, I.I. Isaza Aizpurúa y A. Pérez Yancky 1998. Rasgos Mortuorios y Artefactos Inusitados de Cerro Juan Díaz, una Aldea Precolombina de Gran Coclé. *La Antigua* 53:127-196.
- Cooke, R.G. y L.A. Sánchez 2001. El papel del mar y de las costas en el Panamá pre-hispanico y del periodo del contacto: Redes locales y relaciones externas. *Revista de Historia* 43:15-60.
- Cunningham, C., L. Scheuer y S. Black 2016. *Developmental Juvenile Osteology*. Segunda ed. Academic Press, London.
- D’Croz, L. y A. O’Dea 2007. Variability in upwelling along the Pacific shelf of Panama and implications for the distribution of nutrients and chlorophyll. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 73 (1-2):325-340.
- Díaz, C.P. 1999. *Estudio Bioantropológico de Rasgos Mortuorios de la “Operación 4” del Sitio Arqueológico Cerro Juan Díaz, Panamá Central*. Monografía de Grado en Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de los Andes, Bogotá.
- Evans, S.R. 2014. *Auditory Exostosis: A Marker of Behavior in Pre-Contact Populations from the San Francisco Bay Region of California*. Tesis de Master of Art in Cultural Resource Management, Sonoma State University, Rohnert Park.
- Godde, K. 2010. An examination of proposed causes of auditory exostoses. *International Journal of Osteoarchaeology* 20 (4):486-490.
- Graham, M.D. 1979. Osteomas and exostoses of the external auditory canal: A clinical, histopathologic and scanning electron microscopic study. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology* 88 (4 Pt 1):566-572.
- Hrdlička, A. 1935. *Ear Exostoses*. Smithsonian Institution Press, Washington DC.
- Hutchinson, D.L., C.B. Denise, H.J. Daniel y G.W. Kalmus 1997. A reevaluation of the cold water etiology of external

- auditory exostoses. *American Journal of Physical Anthropology* 103 (3):417-422.
- Isaza Aizpurúa, I.I. 2007. *The Ancestors of Parita: Pre-Columbian Settlement Patterns in the lower La Villa River Valley, Azuero Peninsula, Panama*. Tesis de Doctorado, Departamento de Antropología, Boston University, Boston.
- Isaza Aizpurúa, I.I. 2022. El aprovechamiento de los espacios marítimos por los ancestros precolombinos de Coiba y Cabo en el Archipiélago de Coiba, Panamá. *Revista Contacto* 1 (3):38-77.
- Kennedy, G.E. 1986. The relationship between auditory exostoses and cold water: A latitudinal analysis. *American Journal of Physical Anthropology* 71 (4):401-415.
- King, J.F., A.C. Kinney, S.F.I. Iacobellis, T.H. Alexander, J.P. Harris, P.I. Torre, J.K. Doherty y Q.T. Nguyen 2010. Laterality of exostosis in surfers due to evaporative cooling effect. *Otology & Neurotology* 31 (2):345-351.
- Koch, B., B.E. Hamilton, P. Hudgins y H.R. Harnsberger 2016. *Diagnostic Imaging: Head and Neck*. 3rd ed. Elsevier, Philadelphia.
- Lothrop, S.K. 1937. *Coclé: An Archaeological Study of Central Panama, Part 1: Historical Background, Excavations at the Sitio Conte, Artifacts and Ornaments*. Peabody Museum Press, Cambridge.
- Lovejoy, C.O., R.S. Meindl, T.R. Pryzbeck y R.P. Mensforth 1985. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: A new method for the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology* 68 (1):15-28.
- Manzi, G., A. Sperduti y P. Passarello 1991. Behavior-induced auditory exostoses in imperial Roman society: Evidence from coeval urban and rural communities near Rome. *American Journal of Physical Anthropology* 85 (3):253-260.
- Martín, J.G., R.G. Cooke, F. Bustamante, I. Holst, A. Lara y S. Redwood 2016. Ocupaciones prehispánicas en Isla Pedro González, Archipiélago de Las Perlas, Panamá: Aproximación a una cronología con comentarios sobre las conexiones externas. *Latin American Antiquity* 27 (3):378-396.
- Martín-Rincón, J.G. y L.A. Sánchez 2007. El istmo mediterráneo: intercambio, simbolismo y filiación social en la bahía de Panamá durante el período 500-1000 DC. *Arqueología del Área Intermedia* 7:113-122.
- Martyr D'Anghera, P. 1912. *De Orbe Novo: The Eight Decades of Peter Martyr D'Anghera*. Editado por F.A. MacNutt. G.P. Putnam's Sons, New York.
- Mayo, J. y R. Cooke 2005. La industria prehispánica de conchas marinas en Gran Coclé, Panamá: Análisis tecnológico de los artefactos de concha del basurero-taller del Sitio Cerro Juan Díaz, Los Santos, Panamá. *Archaeofauna* 14:285-298.
- Mayo, J. y C. Mayo 2013. El descubrimiento de un cementerio de élite en El Caño: Indicios de un patrón funerario en el valle de Río Grande, Coclé, Panamá. *Arqueología Iberoamericana* 20:3-27.
- Mayo, J.C. 2004. *La Industria Prehispánica de Conchas Marinas en "Gran Coclé", Panamá*. Tesis de Doctorado, Departamento de Antropología de América, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Meindl, R.S. y C.O. Lovejoy 1985. Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. *American Journal of Physical Anthropology* 68 (1):57-66.
- Mendizábal, T., J.G. Martín y J.S. Pourcelot 2021. Síntesis y apuntes hacia la definición de una secuencia cerámica del Gran Darién. En *Mucho Más que un Puente Terrestre: Avances de la Arqueología en Panamá*, editado por J.G. Martín y T. Mendizábal, pp. 239-294. Editora Nova Art, Ciudad de Panamá.
- Moore, R.D., T.A. Schuman, T.A. Scott, S.E. Mann, M.A. Davidson y R.F. Labadie 2010. Exostoses of the external auditory canal in white-water kayakers. *The Laryngoscope* 120 (3):582-590.
- Norr, L. 1991. *Nutritional Consequences of Prehistoric Subsistence Strategies in Lower Central America*. Tesis de Doctorado, Departamento de Antropología, University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Norr, L. 1995. Interpreting dietary maize from bone stable isotopes in the American tropics: The state of the art. En *Archaeology in the Lowland American Tropics: Current Analytical Methods and Recent Applications*, editado por P.W. Stahl, pp. 198-223. Cambridge University Press, Cambridge.
- Núñez Cortés, Y. 2015. El sitio Punta Zancadilla (L-100): Primera evidencia de bienes de prestigio, asociados a un nuevo conjunto de cerámica, en el Archipiélago de Las Perlas (1700-1400 cal a.P.). *Canto Rodado* 10:39-55.
- O'Dea, A., N. Hoyos, F. Rodríguez, B. Degracia y C. De Gracia 2012. History of upwelling in the Tropical Eastern Pacific and the paleogeography of the Isthmus of Panama. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 348-349:59-66.
- O'Dea, A., M.L. Shaffer, D.R. Doughty, T.A. Wake y F.A. Rodríguez 2014. Evidence of size-selective evolution in the fighting conch from prehistoric subsistence harvesting. *Proceedings of the Royal Society B* 281 (1782):20140159. DOI: 10.1098/rspb.2014.0159
- Okumura, M.M.M., C.H.C. Boyadjian y S. Eggers 2007. Auditory exostoses as an aquatic activity marker: A comparison of coastal and inland skeletal remains from tropical and subtropical regions of Brazil. *American Journal of Physical Anthropology* 132 (4):558-567.
- Pezo-Lanfranco, L. y S. Eggers 2013. Modo de vida y expectativas de salud en poblaciones del periodo Formativo de la costa norte del Perú: Evidencias bioantropológicas del sitio Puémape. *Latin American Antiquity* 24 (2):191-221.
- Phenice, T.W. 1969. A newly developed visual method of sexing the os pubis. *American Journal of Physical Anthropology* 30 (2):297-301.
- Randall, C.J., L.T. Toth, J.J. Leichter, J.L. Maté y R.B. Aronson 2020. Upwelling buffers climate change impacts on coral reefs of the eastern tropical Pacific. *Ecology* 101 (2):e02918. DOI: 10.1002/ecy.2918
- Robertson, D.R., J.H. Christy, R. Collin, R.G. Cooke, L. D'Croze, K.W. Kaufmann, S.H. Moreno, J.L. Maté, A. O'Dea y M.E. Torchin 2009. The Smithsonian Tropical Research Institute: Marine Research, Education, and Conservation in Panama. En *Proceedings of the Smithsonian Marine Science Symposium*,

- editado por M.A. Lang, I.G. MacIntyre y K. Rützler, pp. 73-93. Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington, D.C.
- Sánchez Herrera, L.A. y R.G. Cooke 2000. Cubitá: un nuevo eslabón estilístico en la tradición cerámica del Gran Coclé. *Precolombart* 3:5-20.
- Sharpe, A.E., N. Smith-Guzmán, J. Curtis, I. Isaza-Aizpurúa, G.D. Kamenov, T.A. Wake y R.G. Cooke 2021. A preliminary multi-isotope assessment of human mobility and diet in pre-Columbian Panama. *Journal of Archaeological Science: Reports* 36:102876. DOI: 10.1016/j.jasrep.2021.102876.
- Sheehy, J.L. 1958. Osteomata of the external auditory canal. *The Laryngoscope* 68 (9):1667-1673.
- Smith-Guzmán, N.E. y R.G. Cooke 2019a. Cold-water diving in the tropics? External auditory exostoses among the pre-Columbian inhabitants of Panama. *American Journal of Physical Anthropology* 168 (3):448-458.
- Smith-Guzmán, N.E. y R.G. Cooke 2019b. Response to Todd and Graham's "Letter to the editor concerning external auditory bony growths in pre-Columbian inhabitants of Panama". *American Journal of Physical Anthropology* 168 (4): 810-811.
- Smith-Guzmán, N.E., L.A. Sánchez Herrera y R.G. Cooke 2021. Patterns of disease and culture in ancient Panama: A bioarchaeological analysis of the early graves at Cerro Juan Díaz. *Bioarchaeology International* 5 (1):78-95.
- Smith-Guzmán, N.E., L.A. Sánchez Herrera, R.G. Cooke, W. Bray, C.P. Díaz, M. Jiménez Acosta, S.D. Redwood y A. Ranere 2021. Resurrecting Playa Venado, a Pre-Columbian site in central Panama. En *Pre-Columbian Art from Central America and Colombia at Dumbarton Oaks*, editado por C. McEwan y J.W. Hoopes, pp. 279-329. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- Standen, V.G., B.T. Arriaza y C.M. Santoro 1995. Una hipótesis ambiental para un marcador óseo: la exostosis auditiva externa en las poblaciones humanas prehistóricas del desierto del norte de Chile. *Chungara Revista de Antropología Chilena* 27 (2):99-116.
- Standen, V.G., B.T. Arriaza y C.M. Santoro 1997. External auditory exostosis in prehistoric Chilean populations: A test of the cold water hypothesis. *American Journal of Physical Anthropology* 103 (1):119-129.
- Toth, L.T., R.B. Aronson, H. Cheng y R.L. Edwards 2015. Holocene variability in the intensity of wind-gap upwelling in the tropical eastern Pacific. *Paleoceanography* 30 (8):1113-1131.
- Ubelaker, D.H., Y. Wu y J.A. Zeidler 2022. Auditory exostoses and *Spondylus* diving in ancient Ecuador. En *Waves of Influence: Pacific Maritime Networks Connecting Mexico, Central America, and Northwestern South America*, editado por C.S. Beekman y C. McEwan, pp. 457-468. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- Velasco-Vazquez, J., A. Betancor-Rodríguez, M. Arnay-De-La Rosa y E. Gonzalez-Reimers 2000. Auricular exostoses in the prehistoric population of Gran Canaria. *American Journal of Physical Anthropology* 112 (1):49-55.
- Villotte, S. y C.J. Knüsel 2016. External auditory exostoses and prehistoric aquatic resource procurement. *Journal of Archaeological Science: Reports* 6:633-636.
- Wong, B.J.F., W. Cervantes, K.J. Doyle, A.M. Karamzadeh, P. Boys, G. Brauel y E. Mushtaq 1999. Prevalence of external auditory canal exostoses in surfers. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery* 125 (9):969-972.