



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE SALUD EN POBLACIONES PREHISTÓRICAS DEL COMPLEJO ARQUEOLÓGICO DE VICHAMA, COSTA NOR-CENTRAL DEL PERÚ

ANALYSIS OF HEALTH CONDITIONS IN PREHISTORIC POPULATIONS FROM THE VICHAMA ARCHAEOLOGICAL COMPLEX NORTH-CENTRAL COAST OF PERU

Luis Pezo-Lanfranco^{1,2,*}, Aldemar Crispin², Alonso Prado², Tatiana Abad², Rodolfo Peralta², Pedro Novoa^{2,3}, Roxana Paucar², Gustavo Aliaga-Rodriguez⁴ y Ruth Shady^{2,3}

La influencia de las oscilaciones climáticas sobre el modo de vida y salud es un tópico capital para entender la trayectoria del proceso de complejización de las sociedades prehistóricas de los Andes Centrales. Este estudio evalúa el estado de salud de 59 individuos humanos de Vichama, un asentamiento con arquitectura monumental ubicado en el valle bajo de Huaura de la Costa Nor-Central del Perú, pertenecientes a dos períodos caracterizados por distintas condiciones climáticas y regímenes sociopolíticos: el Formativo Temprano 1 (FT-1, 1800-1500 AC) y el periodo Intermedio Tardío (PIT, 1000-1300 DC). En general, los indicadores asociados con nutrición y actividad física exhiben un relativo conservadurismo entre periodos, mientras los indicadores de estrés inespecífico y violencia muestran algunas diferencias. La morbilidad en preadultos está principalmente relacionada con anemia y otras amenazas inespecíficas posiblemente vinculadas a falta de saneamiento y desnutrición. Los adultos muestran indicadores de morbilidad recurrentes, asociados a la carga de trabajo, la naturaleza de su dieta y agentes infecciosos, posiblemente enfermedades treponémicas, que pueden asociarse con hacinamiento. Los datos indican condiciones de vida relativamente más precarias durante el FT-1, compatibles con una mayor presión poblacional en esta primera etapa de complejidad, probablemente bajo un sistema socioeconómico más centralizado y dependiente de la agricultura. Por otro lado, la población del PIT muestra adaptaciones físicas a una economía mixta un poco más dependiente de la pesca, en consonancia con un período de mayor productividad marina. Estos hallazgos revelan una compleja relación entre las alternancias climáticas, cambios en la dieta e indicadores de salud en los Andes Centrales prehistóricos.

Palabras claves: periodo Formativo Andino, análisis osteológico, marcadores inespecíficos de estrés fisiológico, enfermedades infecciosas, treponematosi.

The influence of climatic oscillations on lifeways and health is a key topic for understanding the trajectory of increasing social complexity in prehistoric societies of the Central Andes. This study evaluates the health status of 59 human individuals from Vichama, a settlement with monumental architecture located in the lower Huaura Valley on the north-central coast of Peru, dating to two periods characterized by contrasting climatic conditions and sociopolitical regimes: the Early Formative 1 (EF-1, 1800–1500 BC) and the Late Intermediate Period (LIP, AD 1000–1300). Overall, indicators associated with nutrition and physical activity display relative stability between periods, whereas markers of nonspecific stress and violence exhibit some variation. Morbidity among preadults is primarily associated with anaemia and other nonspecific stressors, possibly linked to inadequate sanitation and malnutrition. Adults present recurrent morbidity indicators related to workload, dietary composition, and infectious agents—possibly treponemal diseases—which may be associated with crowding. The data suggest relatively more precarious living conditions during EF-1, consistent with greater population pressure during this early stage of social complexity, likely under a more centralized socioeconomic system with greater dependence on agriculture. In contrast, the LIP population shows physical adaptations consistent with a mixed economy with greater reliance on marine resources, in line with a period of increased marine productivity. These findings reveal a complex relationship between climatic fluctuations, dietary change, and health indicators in the prehistoric Central Andes.

Key words: Andean Formative Period, osteological analysis, nonspecific markers of physiological stress, infectious, diseases, treponematosi.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales (ICTA), Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España.

*Autor correspondiente: Luis.Pezo@uab.cat, ORCID: 0000-0003-3163-5984

² Zona Arqueológica Caral, Ministerio de Cultura, Lima, Perú. acrispin@zonacarl.gob.pe, ORCID: 0000-0001-7718-4862; gprado@zonacarl.gob.pe, ORCID: 0009-0000-4397-0814; tabad@zonacarl.gob.pe, ORCID: 0000-0002-4517-2231; rperalta@zonacarl.gob.pe, ORCID: 0000-0001-8595-2366; pnovoa@zonacarl.gob.pe, ORCID: 0000-0002-7302-2329; rpaucar@zonacarl.gob.pe; rshady@zonacarl.gob.pe, ORCID: 0000-0002-1151-941X

³ Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

⁴ Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, México. gualro@yahoo.es, ORCID: 0000-0001-5700-5564

Recibido: junio 2025. Aceptado: enero 2026.

DOI: 10.4067/s0717-73562026000100406. Publicado en línea: 14-abril-2026.



En las últimas décadas, la bioarqueología, a través de la evaluación de restos óseos de poblaciones del pasado en su contexto arqueológico, ha hecho grandes aportes teóricos sobre las variaciones en el modo de vida y estado de salud de las poblaciones que vivenciaron las grandes transiciones demográficas, climáticas y sociopolíticas de la historia de la humanidad. Los análisis comparativos sugieren que una mayor morbilidad y condiciones de vida deficientes están más comúnmente asociadas con el sedentarismo, el aumento poblacional y la estratificación social, especialmente en comunidades agrícolas de entornos medioambientales adversos (Cohen y Armelagos 1984; Cohen y Crane-Cramer 2007; Larsen 2015).

En los Andes Centrales, las poblaciones humanas tuvieron que enfrentar ambientes enormemente desafiantes desde su poblamiento inicial (León 2013). Los datos disponibles indican que el proceso de domesticación y adopción de plantas cultivadas fue bastante largo, pero alrededor de 4500 AC ya se utilizaba tecnología de irrigación (Dillehay et al. 2005; Dillehay et al. 2007; Piperno y Dillehay 2008) y la agricultura ya era la actividad económica más importante hacia 3000 AC (Grobman et al. 2012; Haas et al. 2013; Shoji et al. 2023; Tung et al. 2021; Yseki et al. 2023). El crecimiento poblacional exponencial observado durante el Periodo Formativo (3000-1 AC) estaría asociado con cambios ambientales que promovieron la expansión de los regímenes agrícolas en la región (Goldberg et al. 2016; Pezo-Lanfranco y Colonese 2024; Wilson et al. 2022).

El surgimiento de la civilización andina se remonta, por lo menos, al tercer milenio antes de la era común, con epicentro en la Costa Nor-Central del Perú (CNCP) (Haas y Creamer 2006; Shady 2018; Shady et al. 2001). A este periodo crítico de desarrollo sociopolítico se le ha denominado Formativo Inicial (3000-1800 AC) e involucra un proceso de urbanización caracterizado por la concentración del trabajo especializado para la construcción de arquitectura pública monumental y el nucleamiento e interacción de grandes grupos poblacionales (Shady 2014, 2018).

Para la CNCP, hasta hace poco se discutía la importancia de los recursos marinos como gatillo económico de este proceso (Moseley 1975), sin embargo, nuevos hallazgos sobre el consumo de plantas en sitios monumentales del litoral y valle medio de Supe indican, consistentemente, que, a pesar de la abundancia de recursos de uno de los ecosistemas marinos más ricos del mundo y de la

limitada capacidad de carga del valle, el surgimiento y desarrollo de los centros urbanos del área, entre ellos Caral, estuvo sustentado en prácticas de cultivo de plantas y sistemas de interacción con poblaciones del litoral vecino (Pezo-Lanfranco et al. 2022; Shady 2014, 2018).

Notoriamente, la construcción de edificios monumentales en el Valle de Supe se restringió de manera considerable entre 2200-1800 AC, es posible que como consecuencia de una menor disponibilidad de excedentes y fuerza laboral, con excepción de Era de Pando, sitio arqueológico ubicado en la cuenca baja, que parece haber reemplazado a Caral como el centro más prestigioso del valle (Shady 2018). Poco tiempo después, otro sitio costero del vecino Valle de Huaura, Vichama (1800-1500 AC), se tornó el mayor centro de poder regional (Shady et al. 2015).

¿Por qué ocurrió este cambio radical en el proceso urbano de la Costa Nor-Central? ¿Qué habría llevado a estos sitios del litoral a convertirse en los asentamientos más importantes de la región en desmedro de aquellos del valle medio? Hay varias posibles explicaciones, la expansión de un sistema de subsistencia agrícola cada vez más demandante y la limitada capacidad de carga del Valle de Supe podrían haber sido causas principales o complementarias de este fenómeno (Engel 1987). Además, amenazas medioambientales recurrentes como la actividad tectónica o los efectos del fenómeno ENSO en la región pudieron haber propiciado este desenlace. Estudios previos han sugerido que modificaciones geomorfológicas en el litoral, como la colmatación de paleolagunas costeras y la pérdida de tierras cultivables por la invasión de dunas en el valle medio, habrían contribuido al colapso de los centros urbanos tempranos del área (Orloff y Moseley 2012; Sandweiss et al. 2009).

Otros factores ambientales complejos, como la intensidad de la circulación Walker, el desplazamiento meridional de la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ) y la Alta Subtropical del Pacífico Sur (SPSH), podrían estar relacionados con cambios en los regímenes de precipitación en los valles, así como con oscilaciones en la temperatura superficial del mar (SST) y las condiciones de afloramiento en el Sistema de la Corriente de Humboldt (Contreras 2010; Leclerc 2023; Mächtle y Eitel 2013; Salvatelli et al. 2014, 2016, 2019), factores que podrían haber condicionado significativamente la disponibilidad de ciertos recursos marinos, modulando el desarrollo, auge y declive de las comunidades de la región en diferentes épocas, no apenas durante el Formativo

(Pezo-Lanfranco y Colonese 2024; Pezo-Lanfranco, Crispín et al. 2025; Wilson et al. 2022). Por último, la época en que Caral vio menoscabada su hegemonía coincide con el Evento 4.2 ka, una alteración climática de probables efectos globales que produjo migraciones masivas y colapso social en las civilizaciones antiguas de Egipto, Mesopotamia, India y China (Liu y Feng 2012; Ran y Chen 2019; Weiss et al. 1993; pero ver McKay et al. 2024, que cuestionan su alcance global).

El registro bioarqueológico podría ofrecernos valiosas informaciones sobre los efectos de estas oscilaciones en las comunidades de la región. Sin embargo, para someter a escrutinio hipótesis sobre la influencia de estos cambios climáticos en el proceso de desarrollo social, es de capital importancia poder construir un corpus de datos que permita apreciar el estado de salud de estas poblaciones desde una perspectiva diacrónica. Actualmente, los datos bioarqueológicos de los Andes Centrales corresponden en su mayoría a periodos más tardíos y no hay mucha información para los periodos asociados a arquitectura monumental temprana.

Por otro lado, el impacto del medio ambiente sobre el estado de salud de las poblaciones es difícil de evaluar. La relación entre las variaciones climáticas, los cambios en la dieta derivados de readaptaciones en los sistemas de subsistencia y su impacto en la morbilidad y mortalidad de los individuos, además de intrínsecamente compleja, está fuertemente influenciada por la cultura (Larsen 2015), por lo que es importante hacer estas evaluaciones desde una perspectiva comparativa. Con esto en mente, en este trabajo se reportan los datos bioarqueológicos del sitio Vichama, que nos proporciona un importante punto de comparación para futuras investigaciones en la costa peruana.

El sitio arqueológico Vichama

Vichama es un complejo arqueológico multicomponente ubicado en la ciudad moderna de Végueta, a 130 km al norte de Lima (WGS84 N8779900/E212200), en la intercuenca Huaura-Supe, a 1,5 km del Océano Pacífico y a 6,5 km al noroeste de la desembocadura del Río Huaura. El sitio abarca nueve sectores distribuidos en 136 ha en las faldas del Cerro Halconcillo, una elevación rocosa de 95 msm, situada en medio de un oasis desértico de 305 ha (Figura 1). Aunque el valle bajo del Huaura fue objeto de prospecciones arqueológicas

desde mediados del siglo XX (Engel 1987; Tello 2004 [1942]), Vichama no fue estudiado de manera sistemática sino hasta la década de 1970 (Aguilar 2006). Desde 2007, la Zona Arqueológica Caral ha excavado y conservado intensivamente el sitio (Prado 2025; Shady et al. 2015).

Datos estratigráficos y dataciones radiocarbónicas (Material Suplementario <https://zenodo.org/records/19115432> S1) indican que el sitio fue ocupado durante el Formativo Temprano - 1 (FT-1, 1800-1500 AC), cuando Vichama surge como nuevo centro regional tras el declive de Caral, y también en periodos más recientes, en particular durante el periodo Intermedio Tardío (PIT, 1000-1300 DC), cuando el sitio, coincidiendo con un periodo de alta productividad marina, parece haber sido un asentamiento pesquero periférico de una estructura política mayor, sin la importancia de su pasado.

Durante el FT-1 Vichama formó parte de una entidad política compleja compuesta por no menos de 20 asentamientos con arquitectura monumental (Aguilar 2006). El área nuclear de Vichama en este periodo comprendía 29 edificaciones construidas a lo largo de seis periodos arquitectónicos (P1 a P6), incluyendo arquitectura pública con un patrón de plataformas escalonadas, plazas circulares hundidas, rellenos arquitectónicos con *shicras* (bolsas de fibra vegetal llenas de piedras), paredes de piedra decoradas con relieves murales y arquitectura doméstica de diseño ortogonal, distribuidas en 25 ha. Este núcleo se divide en dos mitades, alta y baja, siguiendo la división espacial bipartita común en los asentamientos andinos (Prado 2025; Shady 2018; Shady et al. 2015).

Los cambios en la arquitectura ceremonial observados en Vichama durante el FT-1 sugieren transformaciones ideológicas respecto a Caral. Hay una significativa ausencia de recintos con fogones en la arquitectura de Vichama, que contrasta con su uso recurrente en Caral. Otro cambio importante es la incorporación de relieves murales con iconografía figurativa en los edificios públicos de Vichama (Prado 2025).

Una evidencia de continuidad cultural aún más clara es el patrón constructivo de los edificios públicos. También se nota una continuidad del diseño de las estatuillas antropomorfas de Caral en las imágenes de los relieves murales de Vichama, aunque en estas últimas las escenas son más complejas y el repertorio de imágenes antropomorfas se amplía, lo que sugiere influencia cultural y hasta la posibilidad de un traslado poblacional de ciertos grupos de líderes y

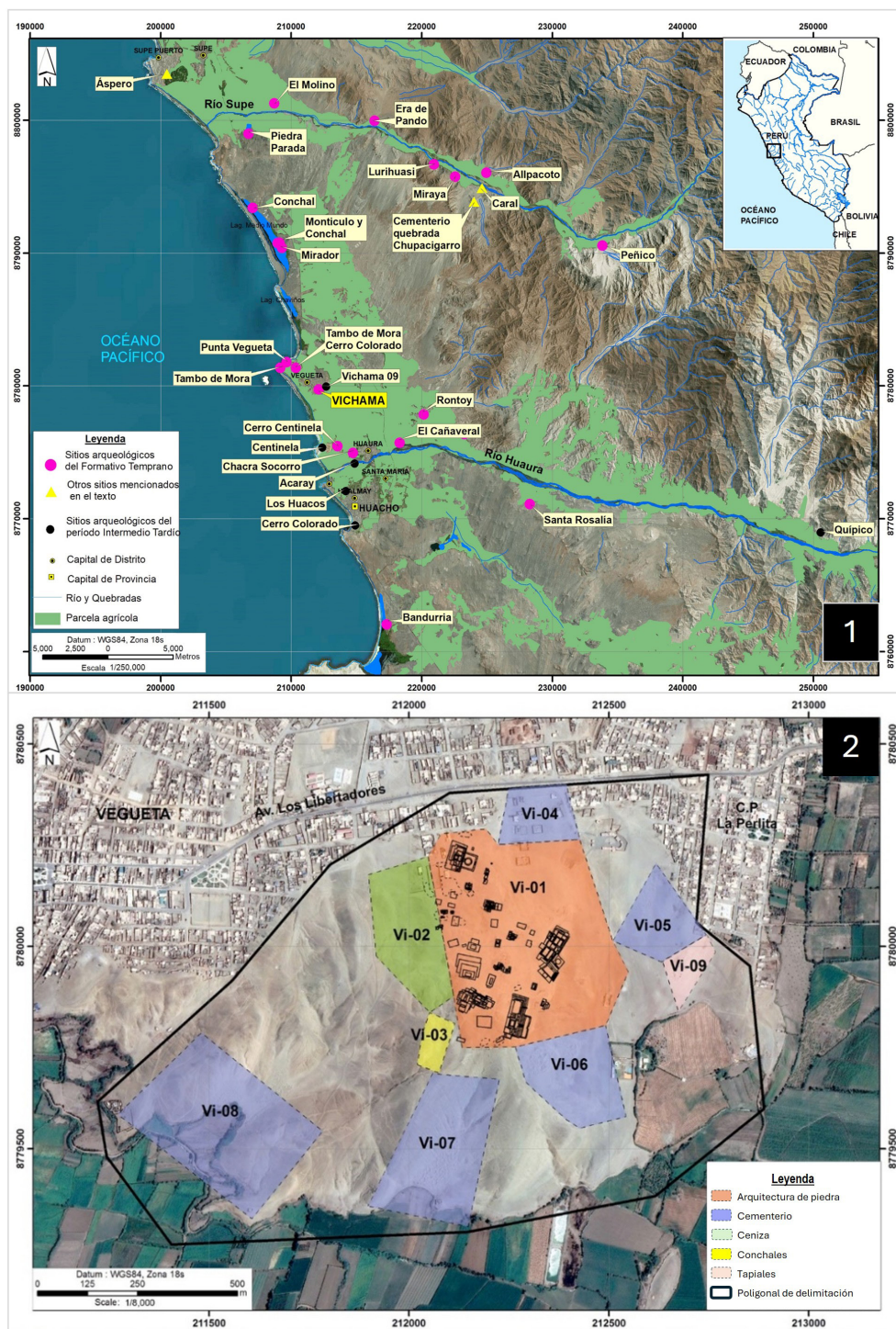


Figura 1. (1) Localización de Vichama y otros asentamientos mayores del Formativo Temprano 1 (1800-1500 AC) en la Costa Nor-Central dael Perú; (2) Localización de Vichama en la moderna ciudad de Végueta, sectorización y planta de algunos edificios monumentales del sitio.

(1) Location of Vichama and other major Early Formative 1 (1800–1500 AC) settlements on the north-central coast of Peru, (2) Location of Vichama within the modern city of Végueta, sectorization, and plan view of selected monumental structures from the site.

especialistas, desde el valle medio de Supe hacia al valle bajo de Huaura.

Posible evidencia de presión poblacional en Vichama

La presión poblacional puede definirse como la situación en la que las demandas sobre el entorno superan su capacidad para dar cuenta, de manera sostenible, de las necesidades nutricionales de una población en aumento (sensu Cohen 1977). Varios estudios han demostrado que los marcadores osteológicos de violencia y estrés nutricional pueden estar relacionados con periodos o eventos de presión poblacional, especialmente en contextos de escasez de recursos y colapso de sistemas productivos vinculados a cambios ambientales o crisis políticas (Cohen y Armelagos 1984; Cohen y Crane-Cramer 2007).

Según datos paleoclimáticos, un aumento relativo en la productividad marina entre 1800 y 1500 AC respecto a lo observado entre 2200-1800 AC coincidió con el florecimiento de centros ceremoniales como Vichama y Bandurria (Chu 2011), ubicados respectivamente en la costa de las intercuenas norte y sur del Valle de Huaura. Durante este interín, se observa una menor productividad entre 1800-1600 AC, con sus valores más bajos alrededor de 1700 AC, y una productividad creciente entre 1600 y 1500 AC (Salvatteci et al. 2014, 2019). Aunque estas variaciones pudieron influir en la composición dietética, posibilitando un mayor consumo de productos marinos en Vichama, el registro de 17 taxones de plantas domesticadas (p.ej., frutas, anuales, leguminosas, tubérculos y rizomas: Yseki et al. 2025) y la evidencia isotópica indican que la agricultura acompañó el florecimiento de la arquitectura monumental (Pezo-Lanfranco et al. 2022, Pezo-Lanfranco, Crispín et al. 2025).

Entre las imágenes de la iconografía ritual de Vichama aparecen algunas que evocan muerte y hambruna. Estas son representaciones de esqueletos humanos o individuos con estómagos vacíos o famélicos que han sido interpretadas como evocaciones de situaciones de presión poblacional, probablemente falta de alimentos, asociados a factores climáticos o sociopolíticos (Shady et al. 2015:24). Esta preocupación por el clima también se hace evidente con la presencia de deidades vinculadas a recursos hídricos en el panteón de Vichama (Figura 2). Estas representaciones, elaboradas desde el tercer periodo constructivo del sitio (1700-1650 AC), entre ellas

un “sapo humanizado” (Periodo 4, 1650-1600 AC), serían alusivas a oscilaciones climáticas.

Aunque se recuperaron contextos arqueológicos correspondientes a ocupaciones esporádicas durante los siglos intermedios, la siguiente ocupación más importante se dio durante el periodo Intermedio Tardío (PIT, 1000-1300 DC), cuando el clima enfrió y la temperatura del mar disminuyó aún más, alcanzando una máxima de productividad alrededor de 1000-1100 DC (Salvatteci et al. 2014, 2019). La información sobre cómo las fluctuaciones políticas y climáticas de nivel regional contribuyeron con la historia del asentamiento hasta el Período Intermedio Tardío es aún muy incompleta.

Durante el PIT, Vichama era un asentamiento de pescadores, probablemente parte de una red mayor de intercambio y especialización en el valle. Los depósitos arqueológicos están llenos de huesos de peces y valvas, redes de pesca y artefactos para la explotación marina. El registro arqueozoológico de Vichama incluye un total de 91 especies marinas (23 peces, 61 moluscos, tres mamíferos marinos y cuatro aves marinas), recuperadas de contextos primarios. Diferencias en los inventarios de especies marinas entre periodos también sugieren fluctuaciones en las condiciones productivas del mar, relacionadas con las condiciones de afloramiento de aguas marinas del periodo (Miranda 2025; Pezo-Lanfranco, Crispín et al. 2025). A pesar de que el PIT ha sido reconocido como el período de mayor desarrollo de la agricultura en los Andes Centrales, una mayor contribución de fuentes marinas a la dieta ha sido confirmada con isótopos estables en Vichama (Pezo-Lanfranco, Crispín et al. 2025).

Modo de vida y salud en Vichama: hipótesis de trabajo y expectativas arqueológicas

Vichama ofrece una oportunidad única para estudiar la influencia de las oscilaciones climáticas sobre la dieta y su impacto sobre la salud de los individuos en un contexto de creciente complejidad social y probable presión poblacional. A través de un detallado análisis de marcadores osteológicos, evaluamos el estado de salud de los dos periodos ocupacionales más importantes de Vichama, con el objetivo de: (1) documentar la prevalencia de los principales indicadores de morbilidad en Vichama; (2) identificar variaciones entre periodos; y (3) determinar sus posibles etiologías y factores subyacentes.



Figura 2. Detalle de relieves murales de Vichama. (1) Figura ictiomorfa (rectángulo de línea discontinua) junto a ocho figuras antropomorfas, posiblemente representaciones de niños, Edificio Principal de la Mitad Baja (Sector A); (2) Seres antropomorfos, posiblemente adultos, en proceso de esqueletización del Periodo 3 (1700–1650 AC) (Shady et al. 2015:24-29); (3) Detalle del relieve del “sapo humanizado” con una especie de rayo cayendo sobre su cabeza, Salón Ceremonial del Edificio Principal de la Mitad Baja, Periodo 6 (1550-1500 AC); (4) Detalle del “sapo humanizado” posado sobre la cabeza de un individuo masculino, interpretado como una representación del anuncio de la llegada del agua, Periodo 4 (1650-1600 AC). Estos dos últimos posiblemente tienen relación con eventos de sequía, con probable hambruna (Fotos: ZAC 2025).

Details of wall reliefs from Vichama. (1) Ichthyomorphic figure (dashed-line rectangle) alongside eight anthropomorphic figures, possibly representing children, Main Building of the Lower Sector (Sector A); (2) Anthropomorphic beings, possibly adults, in the process of skeletal transformation, Period 3 (1700–1650 BC) (Shady et al. 2015:24-29); (3) Detail of the relief of the “humanized frog” with a lightning-like element striking its head, Ceremonial Hall, Main Building of the Lower Sector, Period 6 (1550–1500 BC); (4) Detail of the “humanized frog” perched on the head of a male individual, interpreted as representing the announcement of the arrival of water, Period 4 (1650–1600 BC). The latter two scenes are possibly associated with drought events likely accompanied by famine (Photos: ZAC 2025).

En contextos de presión demográfica, podemos esperar altas frecuencias de marcadores de estrés fisiológico inespecífico vinculados a desnutrición y acceso limitado a recursos, así como una alta prevalencia de enfermedades infecciosas transmisibles relacionadas con el hacinamiento.

Hipotetizamos una mayor morbilidad en los individuos de Vichama durante el FT-1, compatible con un escenario de mayor presión demográfica y niveles tecnológicos más bajos. El crecimiento poblacional junto con nuevas condiciones climáticas podrían haber desempeñado un papel crítico en la vida diaria de las personas de este periodo, modulando estrategias relacionadas con la producción y distribución de

alimentos, con un impacto negativo predecible en la salud de los individuos, como sugiere la iconografía.

También examinamos aquí la hipótesis de que los cambios en la productividad marina influyeron en la dieta y la salud de los individuos durante el PIT. Los datos de isótopos estables son compatibles con una dieta basada en plantas durante el Formativo Temprano-1 y una dieta mixta con mayor contribución de fuentes marinas durante el PIT. Si los individuos del PIT ingerían cantidades suficientes de proteína, podemos esperar un mejor estado nutricional y de salud, con estaturas más altas, menos marcadores de estrés fisiológico inespecífico y probablemente más marcadores de estrés funcional, en consonancia

con mayores cargas de trabajo, considerando que se trata de un asentamiento secundario especializado. La expresión de los indicadores osteológicos podría desentrañar ciertas diferencias según el modo de vida de ambas épocas.

Respecto a indicadores de eventos de violencia interpersonal asociada a conflictos por recursos, este estudio es totalmente exploratorio. Sin embargo, considerando el contexto hipotético de “crisis” durante la transición entre el Formativo Inicial y el Formativo Temprano y niveles mayores de estratificación social a nivel regional durante el periodo Intermedio Tardío, podemos esperar encontrar evidencia bioarqueológica de violencia, como reflejo de presión poblacional, en ambos periodos.

Una limitación de este trabajo es que, aunque los individuos corresponden a los periodos mencionados, no existe certeza de que fueran contemporáneos en términos generacionales, y una cronología más detallada está pendiente. Esto, sin embargo, no impide obtener inferencias valiosas sobre el estado de salud y modo de vida de poblaciones que habitaron un mismo sitio en condiciones climáticas y socioeconómicas distintas.

Materiales y Métodos

De alrededor de 150 contextos funerarios de varios periodos recuperados en Vichama, fueron seleccionados 59 individuos, aquellos mejor preservados y con clasificación cronológica confiable. De entre ellos, 40 corresponden al FT-1 y 19 al PIT. El estado de preservación de los contextos funerarios es particularmente bueno. Se trata de contextos primarios, individuales e intactos. Excepto por cuatro cráneos aislados, la mayoría de los individuos exhiben esqueletos relativamente completos o con discreto daño tafonómico. Algunos, inclusive, se hallan semimomificados.

Los individuos del FT-1 fueron hallados en tumbas de planta ovalada, en posición flexionada, recostados indistintamente sobre el lado derecho o izquierdo, envueltos con textiles de algodón, ya sea torzal y/o llano, y en algunos casos cubiertos por esteras. Entre los acompañamientos funerarios se identificaron cestas de junco, restos de alimentos, collares de cuentas de moluscos o vértebras de peces, recipientes o botellas de mate, plumas de aves, cantos rodados y fragmentos de cuarzo. En ciertos contextos, grandes piedras fueron colocadas como marcadores de las fosas (Prado 2025:56).

En el caso del PIT, el patrón funerario es bastante semejante, aunque también se registraron individuos en posición sedente y otros en decúbito dorsal extendido. Durante el PIT los cuerpos eran envueltos en textiles de algodón llano y, en algunos casos, se empleó cabello humano como parte del envoltorio. El ajuar funerario incluye cestas de junco, recipientes de mate, moluscos y, en ciertos casos, fragmentos de cerámica no diagnóstica. Algunos entierros de ambos periodos no presentaron ofrendas y los envoltorios generalmente exhibían muy mal estado de conservación. La periodización, descripción sumaria del contexto y datos bioarqueológicos de los individuos analizados aparecen en el Material Suplementario: S2).

Indicadores osteológicos de modo de vida y salud

Estimación de sexo, edad al momento de la muerte, estatura y modificación intencional del cráneo

La estimación del sexo en adultos se basó en características morfológicas de cráneo y pelvis (Buikstra y Ubelaker 1994). Debido a las dificultades en la determinación del sexo en preadultos, todos ellos fueron clasificados como “indeterminados” (Scheuer y Black 2000). En adultos, la edad al momento de la muerte se determinó utilizando múltiples marcadores morfológicos (sínfisis púbica; extremo esternal de la 4ª costilla; 1ª costilla; superficie auricular de la pelvis; Brooks y Suchey 1990; Buckberry y Chamberlain 2002; DiGangi et al. 2009; Iscan y Loth 1986). En preadultos, la edad se estimó utilizando la cronología de erupción dental de Gaither (Gaither 2004), desarrollada para poblaciones indígenas de los Andes Centrales. Se registró el desarrollo vertebral y la fusión epifisaria para corroborar nuestras estimaciones (Scheuer y Black 2000). Para comparaciones intragrupalas, los individuos fueron clasificados en categorías amplias: Infante: 0-5 años; Niño: 6-11 años; Adolescente: 12-20 años, y Adulto: >20 años (rangos etarios más detallados aparecen en el Material Suplementario <https://zenodo.org/records/19115432> S2).

La estatura en adultos fue estimada a partir de la longitud de los huesos largos y fórmulas de Pomeroy y Stock (2012). Finalmente, previa reconstrucción del cráneo en los casos en que fue posible, se observó la ocurrencia de modificaciones intencionales de cráneo (MIC) siguiendo los criterios de Gómez (2016), quien sintetiza la clasificación de las MIC de la costa central

andina en cuatro categorías morfológicas de fácil reconocimiento a partir de clasificaciones previas (Torres-Rouff 2020; Velasco 2016; Weiss 2000).

Marcadores inespecíficos de estrés fisiológico

El análisis de indicadores inespecíficos de estrés fisiológico permite evaluar la exposición del individuo a la desnutrición, trastornos de salud o amenazas ambientales a ciertas edades y hace posible abordar la morbimortalidad desde una perspectiva poblacional (Larsen 2015). En esta investigación comparamos la prevalencia de cuatro marcadores de estrés fisiológico inespecífico: cribra orbitalia, hiperostosis porótica, hipoplasias lineales del esmalte, reacciones periósticas, así como la prevalencia de enfermedades infecciosas (Pezo-Lanfranco et al. 2020:4-5).

Cribra orbitalia (CO) e hiperostosis porótica (HP): CO e HP son lesiones poróticas anormales localizadas en el techo orbital y la bóveda craneana, respectivamente. Estas lesiones varían desde pequeñas cribas hasta lesiones esponjosas que han sido atribuidas a expansiones de la médula ósea relacionadas con un incremento en la producción de células sanguíneas como respuesta a una mayor demanda fisiológica. Tradicionalmente, ambas lesiones se han asociado con anemia inespecífica (Brickley 2018; Stuart-Macadam 1989; Walker et al. 2009), aunque estudios recientes han propuesto diversas etiologías, incluyendo diferentes tipos de anemia, inflamación local, escorbuto y raquitismo (Rivera y Lahr 2017). Estas lesiones son más frecuentes en asentamientos densamente poblados con malas condiciones sanitarias (Larsen 2015). En este estudio, se registró CO e HP en términos de presencia/ausencia en los individuos (Buikstra y Ubelaker 1994).

Hipoplasia lineal del esmalte (HLE): Las hipoplasias de esmalte son defectos horizontales visibles en la superficie labial de la corona dental (Larsen 2015). Las HLE están asociadas con interrupciones en la formación de las periquimatas, líneas finas y onduladas de crecimiento incremental del esmalte que aparecen en la superficie de la corona. La ubicación de las HLE en la corona proporciona información sobre el momento, duración y severidad de eventos de estrés no letales durante el desarrollo dental (Goodman y Rose 1991; Guatelli-Steinberg 2008; Hillson 2014). Las HLE han sido relacionadas a enfermedades infecciosas infantiles, desnutrición, retraso en el crecimiento, inmunodeficiencia, bajo peso al nacer y deficiente

salud materna (Larsen 2015). Para su observación, se utilizó luz natural y artificial, un explorador dental angulado y una lupa de 10x. Se registró la presencia o ausencia de HLE, así como la cantidad de dientes afectados por individuo (Buikstra y Ubelaker 1994). La edad aproximada de aparición de LEH se estimó siguiendo el método de Reid y Dean (2006), incluyendo apenas dientes afectados por desgaste dental con más del 70% de altura coronal.

Reacciones periósticas (PR): Las reacciones periósticas corresponden a la formación de nuevo tejido óseo en respuesta a estímulos sobre el periostio (fina membrana reparadora que cubre el hueso cortical). Las lesiones activas presentan hueso inmaduro (hueso estriado o no remodelado), que evoluciona a hueso lamelar (esclerótico o remodelado) en RP crónicas o cicatrizadas (Chen et al. 2012; DeWitte 2014; Weston 2008). Estas RP pueden ser causadas por traumatismos, inflamaciones locales, infecciones sistémicas, neoplasias, enfermedades metabólicas o deficiencias nutricionales (Chen et al. 2012; DeWitte 2014; Klaus 2017; Weston 2008). La alta prevalencia de RP se ha relacionado con el sedentarismo y el hacinamiento (Larsen 2015). En este estudio, se registró la presencia o ausencia de RP en todos los huesos disponibles.

Infecciones óseas (INF): En esta categoría se incluyeron signos de osteomielitis, como afectación de la cavidad medular, remodelación ósea (*involucrum*) y fístulas (*cloaca*), además de lesiones periósticas múltiples, que por su distribución y características particulares pueden ser diagnósticas de infecciones sistémicas. Los diagnósticos diferenciales de infecciones sistémicas como treponematosi y tuberculosis fueron establecidos a partir de los aspectos morfológicos, número y patrones de distribución de las lesiones, siguiendo criterios convencionales (Buikstra y Ubelaker 1994; Cotran et al. 2000; Filippini et al. 2019; Roberts y Buikstra 2019; Rothschild y Rothschild 1995; Steinbock 1976).

Marcadores de estrés funcional (MEF)

En comunidades con división social del trabajo se espera la existencia de grupos dedicados a labores específicas que mostrarán alteraciones morfológicas en huesos y articulaciones asociadas a diferentes demandas mecánico-funcionales, permitiendo inferir diferentes patrones y niveles de intensidad del trabajo cotidiano. Los MEF considerados aquí son la exostosis auditiva,

una condición que afecta a individuos que nadan o se sumergen en aguas frías (Pezo-Lanfranco et al. 2009), así como enfermedades articulares degenerativas (EAD) u osteoartritis, entesis y entesopatías, localizadas o múltiples, que están relacionadas con sobrecarga articular derivada de movimientos repetitivos (Kennedy 1989; Rogers y Waldron 1995). Estos indicadores fueron registrados en la columna vertebral y los miembros superiores e inferiores.

Traumatismos

La recurrencia de ciertos patrones de traumatismos puede indicar violencia intra o intergrupala y/o accidentes derivados de actividades riesgosas. Los indicadores óseos de traumatismos son fracturas y ciertas huellas de corte (considerando que las huellas de corte en los Andes a menudo indican prácticas de entierro secundario (Verano 1995, 2001), así como sus procesos intermedios de cicatrización o degeneración, y fueron registrados siguiendo criterios de presencia/ausencia, tipo (accidental, infligido), localización y temporalidad (antemortem, perimortem) (Galloway et al. 2014; Lovell 1997; Pezo-Lanfranco et al. 2024).

Análisis estadístico

Dado que los individuos analizados provienen de contextos funerarios asociados a estructuras arquitectónicas ceremoniales y domésticas y no de un cementerio común, las muestras no pueden analizarse

como si fueran originarias de dos poblaciones discretas. Nuestro abordaje apenas permite evaluar diferencias de prevalencia de los marcadores osteológicos entre periodos ocupacionales amplios y una aproximación tentativa a los factores que las originaron. Por ello, se dio especial énfasis al análisis cualitativo de las condiciones presentes en los individuos desde una perspectiva osteobiográfica.

Para comparar la prevalencia de marcadores de morbilidad intra (p.ej., entre sexos y grupos etarios dentro de cada periodo) e interperiodo (p.ej., entre grupos del mismo sexo o categoría etaria de ambos periodos), se aplicaron las pruebas de Chi-cuadrado y Odds Ratio (OR, razón de chances), calculadas con el paquete Epi Info™ 7.2.5.0. Para comparar los promedios de estatura se aplicó la Prueba t de Student, calculada con SPSS 21. En todos los casos se usó un nivel de significancia de $p < 0,05$ (Klaus 2014; Pezo-Lanfranco 2019, Pezo-Lanfranco, Barreto et al. 2025).

Resultados

Estructura de la muestra

La muestra de Vichama (Tabla 1) tiene una mayor proporción de individuos adultos (61% [36/59]) en comparación con preadultos (39% [23/59]), tanto durante el FT-1 (65% [26/40] de adultos vs. 35% [14/40] de preadultos) como durante el PIT (53% [10/19] de adultos vs. 47% [9/19] de preadultos). En ambos periodos predominan los Adultos Jóvenes y

Tabla 1. Estructura de la muestra osteológica de Vichama (n=59).
Composition of the osteological sample from Vichama (n=59).

Periodo	Categoría etaria	n	%	Sexo		
				M	F	Ind
Formativo Temprano I (n=40)	Infante	7	17,5			7
	Niño	5	12,5			5
	Adolescente	2	5,0	1		1
	Adulto	26	65,0	16	10	
	Total	40	100,0	17	10	13
Intermedio Tardío (n=19)	Infante	7	36,8			7
	Niño	1	5,3			1
	Adolescente	1	5,3	1		
	Adulto	10	52,6	5	4	1
	Total	19	100,0	6	4	9

Categorías etarias: Infante: 0-5 años; Niño: 6-11 años; Adolescente: 12-20 años; Adulto: >20 años. M: masculino; F: femenino; Ind: indeterminado.

Adultos Medios entre los Adultos y los Infantes entre los preadultos. Además de pequeña, la muestra es asimétrica por sexo, predominando los individuos masculinos. Estos factores deben ser cuidadosamente considerados al interpretar los resultados, pues nuestra muestra no tiene la estructura esperada para una población “normal” desde el punto de vista paleodemográfico.

Estatura adulta en Vichama

La estatura adulta en Vichama, en general, presenta poca variabilidad entre periodos (Tabla 2). En el FT-1 la estatura media en individuos masculinos fue de 156,2 cm ($\sigma=2,6$; $n=11$) y de 144,3 cm ($\sigma=2,3$; $n=6$) en femeninos. Durante el PIT la estatura media masculina fue 156,8 cm ($\sigma=3,0$; $n=5$), mientras que la

Tabla 2. Estatura individual y promedios según sexo en adultos de Vichama (n=25).

Individual and average heights by sex in adults from Vichama (n=25).

Código	Edad	Sexo	Hueso	Longitud (mm)	Pomeroy y Stock 2012
					Estatura \pm DS (cm)
ZAC 7076	Ad	M	fémur	410,0	157,1 \pm 2,6
ZAC 7065	AJ	M	fémur	407,0	156,2 \pm 2,6
ZAC 7069	AJ	M	fémur	420,0	159,8 \pm 2,6
ZAC 7064	AJ	M	fémur	421,0	160,1 \pm 2,6
ZAC 5905	AJ	M	fémur	402,0	154,9 \pm 2,6
ZAC 7071	Adulto	M	fémur	418,0	159,3 \pm 2,6
ZAC 7077	AM	M	fémur	398,0	153,8 \pm 2,6
ZAC 7083	AM	M	fémur	373,0	146,9 \pm 2,6
ZAC 7074	AM	M	fémur	405,0	155,7 \pm 2,6
ZAC 7086	AJ	M	fémur	398,0	153,8 \pm 2,6
ZAC 7062	Adulto	M	fémur	422,0	160,4 \pm 2,6
Promedio Masculino FT-1					156,2 \pm 2,6
ZAC 7059	Ad	M	radio	233,0	156,8 \pm 3,5
ZAC 7061	AJ	M	fémur	415,0	158,4 \pm 2,6
ZAC 7079	AM	M	húmero	300,0	158,3 \pm 3,5
PEACS 4328	AV	M	fémur	390,0	151,6 \pm 2,6
ZAC 7060	AV	M	fémur	416,0	158,7 \pm 2,6
Promedio Masculino PIT					156,8 \pm 3,0
ZAC 7080	AJ	F	fémur	376,0	145,8 \pm 2,3
ZAC 7645	AJ	F	húmero	263,0	144,2 \pm 2,3
ZAC 7070	AJ	F	fémur	367,0	143,5 \pm 2,3
ZAC 7068	AJ	F	fémur	380,0	146,9 \pm 2,3
ZAC 7082	AV	F	fémur	349,0	138,8 \pm 2,3
ZAC 6645	Adulto	F	fémur	378,0	146,4 \pm 2,3
Promedio Femenino FT-1					144,3 \pm 2,3
Vi 21576	AJ	Ind	fémur	380,0	147,9 \pm 2,6
ZAC 7055	AM	F?	tibia	350,0	154,8 \pm 2,0
Promedio Femenino + Indeterminado PIT					151,4 \pm 2,3

Edad: Ad, Adolescente, 12-20 años; AJ, Adulto Joven, 21-35 años; AM, Adulto Medio, 36-50 años; AV, Adulto Viejo, >50 años; Adulto, Adulto de edad indeterminada. Sexo: M=masculino; F= femenino; Ind: Indeterminado. F?, Probablemente Femenino. M?, Probablemente Masculino.

estatura femenina no pudo ser determinada de modo confiable. No hay diferencias significativas en las comparaciones entre los individuos masculinos del FT-1 y el PIT ($t=-0,290$; $gl=14$; $p=0,538$).

Modificación intencional de cráneo (MIC)

Un 78,5% de individuos con cráneos observables (FT-1 86,2% [25/29]; PIT 61,5% [8/13]) presenta algún tipo de MIC. En Vichama fueron detectados dos tipos principales de MIC y algunas otras formas menos frecuentes (Figura 3.1 y Material Suplementario <https://zenodo.org/records/19115432> S2 y S3). El Tipo 1 (FT-1 62,1% [18/29]; PIT 38,5% [5/13]) corresponde a la modificación tabular erecta (con aplanamiento fronto-parietal), y su variación tabular oblicua (con mayor expansión transversal y tendencia al bilobulado). El Tipo 2 (FT-1 17,2% [5/29]; PIT 23,1% [3/13]) es también una modificación fronto-parietal, pero el aplanamiento frontal es muy sutil. Se observó también una variación un poco más “alta” del Tipo 1 y una forma más “baja” y alargada en el plano sagital, mucho más esporádica, ambas durante el FT-1.

Marcadores de estrés fisiológico inespecífico en Vichama durante el FT-1 y el PIT

La prevalencia de indicadores de estrés fisiológico inespecífico (CO, HP, RP e INF) según periodo (Tabla 3, Figura 3.2 y Material Suplementario <https://zenodo.org/records/19115432> S2) es de 72,5% (29/40 individuos observables) en el FT-1 y de 52,6% (10/19) durante el PIT. Las comparaciones intergrupales (Tabla 4 y Material Suplementario <https://zenodo.org/records/19115432> S3) sugieren una mayor morbilidad durante el FT-1 en comparación con el PIT.

Cribra orbitalia e hiperostosis porótica

La CO aparece en 37% de los individuos en FT-1 y a 25% en el PIT. La HP presenta una prevalencia de solo el 8% durante el FT-1 y de 17% en el PIT (Tabla 3). La prevalencia de indicadores relacionados con anemia, como era esperado, es mucho más alta en preadultos de ambos periodos, pero la diferencia entre preadultos y adultos es estadísticamente significativa apenas para el FT-1 (Tabla 4). Para la HP se observaron diferencias significativas entre los infantes de ambos periodos, esto porque aparece muy poco entre los preadultos (solo un niño de FT-1 y un infante del

PIT). Los otros dos únicos casos corresponden a individuos femeninos del FT-1.

En general, la prevalencia de CO es mucho más evidente que la de HP en ambos periodos y, por otro lado, solo se observa la concurrencia de CO e HP en dos casos del FT-1 (ZAC5584 y ZAC1890), algo que no es muy común en las poblaciones andinas, donde ambas condiciones suelen presentarse de manera concomitante. La MIC ha sido postulada como un posible factor etiológico asociado a la expresión de la HP (Blom et al. 2005), sin embargo, en Vichama, donde la MIC es muy frecuente, solo el 6,1% (2/33) de los individuos, entre adultos y preadultos, presenta HP concomitante.

Hipoplasia lineal del esmalte en Vichama

En Vichama, la HLE pudo ser observada apenas en seis individuos del FT-1 (40% [6/15]) y en dos individuos del PIT (33% [2/6]) con denticiones permanentes observables (Figura 4). Los otros casos no pudieron ser registrados debido al severo desgaste de la corona dental o la ausencia de cráneo o maxilares. Entre los seis adultos del FT-1, la HLE se presentó entre los 2,2 y 5,1 años, con una edad promedio de 3,8 años ($\sigma = 0,3$). La primera hipoplasia aparece a una edad promedio de 2,9 años ($\sigma = 0,6$), mientras que la última ocurrió alrededor de los 4,7 años ($\sigma = 0,2$). El tiempo de exposición a los factores etiológicos de HLE en los individuos del FT-1 varía entre 0,6 y 2,9 años. Los individuos del PIT disponibles para el análisis de este marcador, un adulto masculino (2,6 a 4,6 años) y uno femenino (2,9 a 4,6 años), están aproximadamente dentro de este mismo rango.

Así, en general, los eventos de estrés no-letal afectarían a los individuos alrededor de los 2,5 años o pocos meses después, que corresponde a una fase tardía del destete o posdestete (Pezo-Lanfranco et al. 2021). Entre los 15 preadultos con denticiones deciduas o mixtas observables, ninguno mostró hipoplasias en los dientes deciduos, lo que sugiere que los estímulos deletéreos intrauterinos no fueron comunes.

Reacciones periósticas e infecciones sistémicas

Las reacciones periósticas (PR) se detectaron en el 42,5% (17/40; no observable = 0) de los individuos de la muestra del FT-1 y en 21% (4/19; no observable = 0) del PIT (Tabla 3, Figura 3.2). Aunque el pequeño tamaño de la muestra deja dudas, la prevalencia de las periostitis entre los preadultos y adultos del FT-1

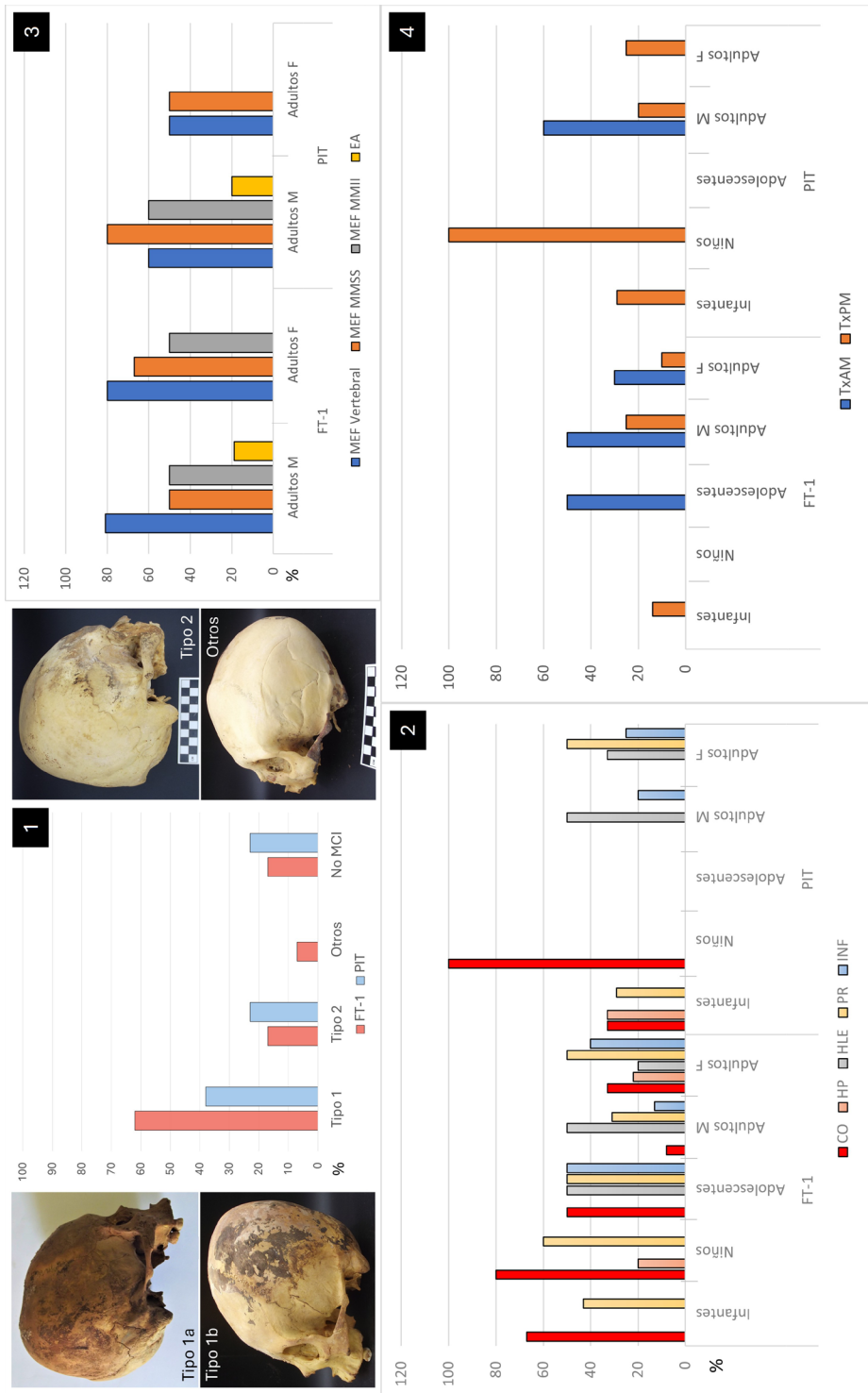


Figura 3. Comparaciones de indicadores osteológicos entre periodos de Vichama. (1) Prevalencia de Modificación Intencional de Cráneo según tipo; (2) Prevalencia de indicadores de estrés fisiológico inespecífico en preadultos y adultos; (3) Prevalencia de indicadores de estrés funcional en adultos; (4) Prevalencia de traumatismos en preadultos y adultos. Comparisons of osteological markers between periods in Vichama. (1) Prevalence of Intentional cranial modification by type; (2) Prevalence of non-specific physiological stress markers in preadults and adults; (3) Prevalence of functional stress markers in adults; (4) Prevalence of trauma in preadults and adults.

Tabla 3. Prevalencia de indicadores paleopatológicos en Vichama según periodo.
Prevalence of palaeopathology markers by period at Vichama.

Fase	Categoría etaria	Marcadores de estrés inespecífico**					Marcadores de estrés funcional					Traumatismos	
		CO	HP	HLE	PR	INF	MEF Vertebral	MEF MMSS	MEF MMII	EA	TxAM	TxPM	
FT-1	Infante	4(6)	0(7)	0(7)	3(7)	0(7)	0(7)	0(7)	0(7)	0(7)	0(7)	0(7)	1(7)
	%	0,67	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
	Niño	4(5)	1(5)	0(5)	3(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)
	%	0,80	0,20	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Adolescente	1(2)	0(2)	1(2)	1(2)	1(2)	1(2)	1(2)	0(2)	0(2)	0(2)	1(2)	0(2)
	%	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
	Adulto M	1(13)	0(13)	5(10)	5(16)	2(16)	13(16)	8(16)	8(16)	3(16)	8(16)	8(16)	4(16)
	%	0,08	0,00	0,50	0,31	0,13	0,81	0,50	0,50	0,19	0,50	0,50	0,25
	Adulto F	3(9)	2(9)	1(5)	5(10)	4(10)	8(10)	6(9)	5(10)	0(10)	3(10)	3(10)	1(10)
	%	0,33	0,22	0,20	0,50	0,40	0,80	0,67	0,50	0,00	0,30	0,30	0,10
Total	13(35)	3(36)	7(29)	17(40)	7(40)	22(40)	15(39)	13(40)	3(40)	12(40)	12(40)	5(40)	
%	0,37	0,08	0,24	0,43	0,18	0,55	0,38	0,33	0,08	0,30	0,30	0,13	
PIT	Infante	1(3)	1(3)	0(2)	2(7)	0(7)	0(7)	0(7)	0(7)	0(7)	0(7)	0(7)	2(7)
	%	0,33	0,33	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29
	Niño	1(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	1(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	1(1)
	%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
	Adolescente	N.O	N.O	N.O	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)
	%	N.O	N.O	N.O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Adulto M	0(4)	0(4)	1(2)	0(5)	1(5)	3(5)	4(5)	3(5)	1(5)	3(5)	1(5)	1(5)
	%	0,00	0,00	0,50	0,00	0,20	0,60	0,80	0,60	0,20	0,60	0,60	0,20
	Adulto F	0(3)	0(3)	1(3)	2(4)	1(4)	2(4)	2(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	1(4)
	%	0,00	0,00	0,33	0,50	0,25	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
Adulto Ind	1(1)	1(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	
%	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total	3(12)	2(12)	2(9)	4(19)	2(19)	5(19)	7(19)	3(19)	1(19)	3(19)	3(19)	5(19)	
%	0,25	0,17	0,22	0,21	0,11	0,26	0,37	0,16	0,05	0,16	0,16	0,26	

*** Observados (Observables); N.O: No Observable, **Sexo**: M: masculino; F: femenino; Ind: Indeterminado. **Marcadores de estrés inespecífico**: CO: Cribra orbitalia; HP: Hiperostosis porótica; HLE: Hipoplasia linear de esmalte; PR: reacciones periosticas (periostitis) de cualquier etiología; INF: proceso infeccioso agudo o crónico, probable infección sistémica con signos óseos (tuberculosis, treponematosis). **Marcadores de estrés Funcional (MEF)**: MEF en vértebras: incluyendo enfermedad degenerativa articular, osteofitosis, espondilolisis, nódulos de Schmorl, alteraciones de curvatura vertebral etc; MEF en Miembros Superiores (MEF MMSS): incluyendo entesopatías y enfermedad articular degenerativa; MEF en Miembros Inferiores (MEF MMII): incluyendo entesopatías y enfermedad articular degenerativa; EA = Exostosis Auditiva: proliferación ósea en el meato auditivo externo, relacionada con actividades acuáticas. **Traumatismos**: Tx AM: Trauma antemortem, Tx PM: trauma perimortem.

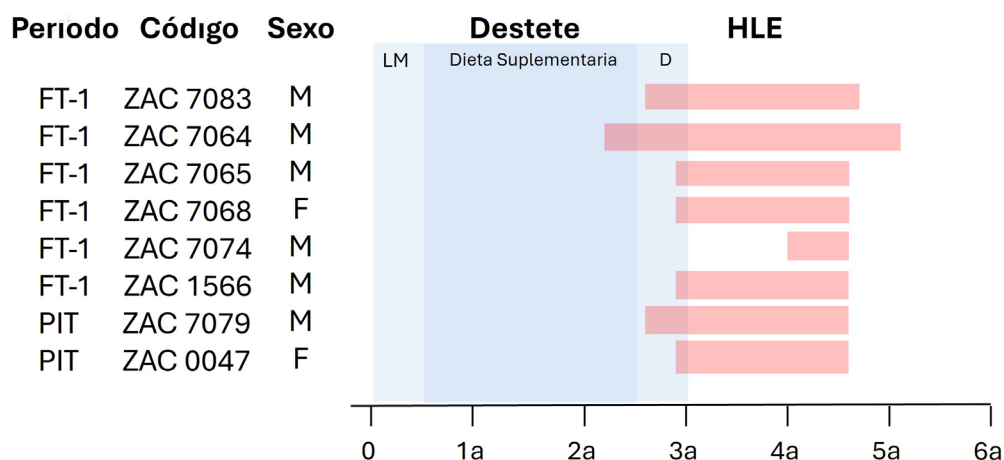


Figura 4. Cronología de aparición de HLE en individuos de Vichama (n=8). Las edades de lactancia materna exclusiva (LM), dieta suplementaria y destete (D) fueron estimadas de acuerdo con datos disponibles para la región (Pezo-Lanfranco et al. 2021).

Chronology of Linear Enamel Hypoplasia (LEH) occurrence in individuals from Vichama (n=8). Ages corresponding to exclusive breastfeeding (EBF), supplementary feeding, and weaning (D) were estimated based on available regional data (Pezo-Lanfranco et al. 2021).

es proporcionalmente similar, mientras se nota una mayor diferencia en el PIT. En los preadultos, las PR se observaron en el 50% (7/14) durante el FT-1 y en 22% (2/9) durante el PIT. En adultos, las PR se observaron en el 38,5% (10/26) de los individuos del FT-1 (5/16 masculinos y 5/10 femeninos) y en 20% (2/10) del PIT (0/5 masculinos; 2/4 femeninos; 0/1 indeterminados).

Es normal encontrar una mayor prevalencia de PR en adultos debido al efecto acumulativo del estrés metabólico recurrente en la adultez y también porque procesos más agresivos que llevan a una muerte más temprana no permiten el desarrollo de PR en preadultos (DeWitte y Stojanowski 2015; Wood et al. 1992). Este cuadro sugeriría individuos más resistentes y, es probable, condiciones de vida menos precarias durante el PIT, aunque no se observan diferencias estadísticamente significativas que lo corroboren. Las reacciones periósticas muestran diferencias significativas entre masculinos y femeninos durante el PIT ($p=0,05$), debido a un mayor número de estas lesiones en las mujeres, lo que sugiere posibles diferencias de género en la exposición a ciertos factores de morbilidad.

Un 7,1% (1/14) de los preadultos (un adolescente masculino), y un 23,1% (6/26, M=2 y F=4) de los adultos del FT-1, así como 20% (2/10, M=1, F=1) de adultos del PIT presentaron patrones de lesión ósea compatibles con infección sistémica, probablemente treponematosi, sin diferencias significativas entre grupos.

Varios de estos casos (ZAC 0458; ZAC 7076; ZAC 0955; ZAC 1349; ZAC 1890; ZAC 1898; ZAC 7061 del FT-1), que pueden clasificarse como “consistentes” con enfermedad treponémica, presentan múltiples reacciones periósticas en la diáfisis de huesos largos, remodelación con engrosamiento diafisario y expansiones localizadas que generan asimetrías, lesiones osteolíticas y estriaciones). Otros casos (Vi 20460 del FT-1 y ZAC 1635 del PIT) pueden clasificarse como “fuertemente sugestivos”. Por ejemplo, el individuo Vi 20460 (una mujer adulta joven datada para el FT-1) presenta periostitis en ambas tibias, con remodelación en forma de sable en una de ellas y podría constituir el caso más antiguo conocido de treponematosi de los Andes Centrales. Sin embargo, no se observaron signos patognomónicos como *caries sicca* ni signos de sífilis congénita (Filippini et al. 2019; Roberts y Buikstra 2019; Rothschild y Rothschild 1995). No fueron detectadas otras infecciones sistémicas.

En suma, los pocos individuos masculinos registrables del PIT no fueron afectados por patologías asociadas a PR y tanto las reacciones periósticas como las probables infecciones sistémicas fueron más prevalentes en individuos femeninos. Un total de nueve individuos (FT-1=7; PIT=2) de la muestra presentan cuadros sugestivos de treponematosi.

Marcadores de estrés funcional

Por estar asociados a la carga de trabajo y la edad, los marcadores de estrés funcional son mucho más evidentes entre los adultos y poco frecuentes en los preadultos. En las comparaciones por sexo, durante el FT-1, las MEF vertebrales fueron más comunes en individuos masculinos, MEF de miembros superiores fueron más comunes en femeninos, mientras que los MEF de miembros inferiores mostraron proporciones semejantes, sin diferencias estadísticamente significativas en ninguna comparación (Tabla 3, Figura 3.3). En las comparaciones por sexo, durante el PIT no hay diferencias significativas para MEF vertebrales, de miembros superiores ni inferiores.

No se observaron diferencias significativas para MEF entre periodos en ninguna comparación. Sin embargo, los patrones cualitativos individuales de enfermedades articulares sugieren que los individuos del PIT sufrieron una mayor demanda física en su trabajo cotidiano. Además, que los individuos femeninos estuvieron sujetos a mayores cargas de trabajo que los individuos masculinos durante el FT-1.

EA solo aparece en individuos masculinos en proporción relativamente baja en ambas fases (FT-1 18,8% [3/16] y PIT 20% [1/5]), sin diferencias significativas en ninguna comparación. Aunque esto podría sugerir la especialización de algunos individuos en las labores de mar, la muestra es poco representativa, especialmente para el PIT.

Traumatismos

Del total de 59 individuos examinados, 21 exhiben algún tipo de traumatismo. En el FT-1 los individuos con traumatismos ascienden a 32,5% (13/40) y en el PIT a 42,1% (8/19), pero no hay diferencias significativas en las comparaciones entre periodos. Debido al pequeño número de individuos, las frecuencias relativas no son muy informativas (Tabla 3, Figura 3.4), pero la temporalidad y localización de las lesiones sugieren algunas diferencias en el ejercicio de la violencia en Vichama a lo largo del tiempo (Figura 5, Material Suplementario <https://zenodo.org/records/19115432> S2). En FT-1 el 61,5% de individuos (8/13, 6 masculinos + 2 femeninos) presenta apenas traumatismos *antemortem*, 7,7% (1/13, 1 infante) muestra solo lesiones perimortem y 30,8% (4/13, 3 masculinos + 1 femenino) presenta lesiones cicatrizadas y lesiones letales, lo que, además, indica violencia recurrente a lo largo de sus vidas. Durante el PIT, solo

se observan individuos con lesiones *antemortem* (37,5 % de individuos [3/8, 3 masculinos]) o *perimortem* (62,5 % de individuos [5/8, 1 infante + 2 niños + 1 masculino + 1 femenino]). Los preadultos con traumatismo *perimortem* probablemente obedecen a entierros sacrificiales. Podríamos especular, por la característica de sus lesiones, que la mujer pudo haber sido víctima de violencia intracomunitaria.

En Vichama, también se presentan algunas lesiones congénitas y/o genéticas, como casos de espina bífida (ZAC7069, ZAC7070, ZAC7080, ZAC7082), costilla cervical (PIT: ZAC7055) y mesiodens (FT-1: ZAC7085). Algunos ejemplos de las condiciones paleopatológicas observadas en Vichama se presentan en la Figura 6.

Discusión

Las poblaciones prehistóricas de los Andes Centrales muestran una creciente prevalencia de marcadores de morbilidad y altas tasas de mortalidad infantil en paralelo con el aumento poblacional y la complejización sociopolítica (Blom et al. 2005; Pechenkina et al. 2007; Pezo-Lanfranco et al. 2024; Scaffidi 2019). Dado que solo una proporción limitada de enfermedades humanas se manifiesta en el esqueleto, una alta incidencia de lesiones óseas sugiere una exposición recurrente a agentes agresivos (sensu Goodman 1993); sin embargo, la ausencia de lesiones óseas patológicas también puede ser interpretada como efecto de factores de mayor letalidad y resolución más rápida (una muerte más precoz) que no permitió el desarrollo de lesiones óseas (Wood et al. 1992).

Modificación craneana intencional

En cuanto a la MIC, en Vichama se identificaron al menos dos variantes de la clásica modificación fronto-occipital. La primera, tabular-erecta, incluye un aplanamiento del hueso frontal, que aparece más inclinado hacia atrás y otro a nivel de la sutura lambdoidea. Dependiendo de la fuerza y angulación aplicada por el dispositivo de modificación, esta variante puede transitar a una modificación tabular-oblicua, donde el hueso occipital está más inclinado en relación con el plano horizontal, produciendo una forma más ovalada en vista lateral. Ambas serían variantes del mismo método y, probablemente, del mismo dispositivo de modificación. Es común observar una depresión posbregmática, correspondiente a una banda

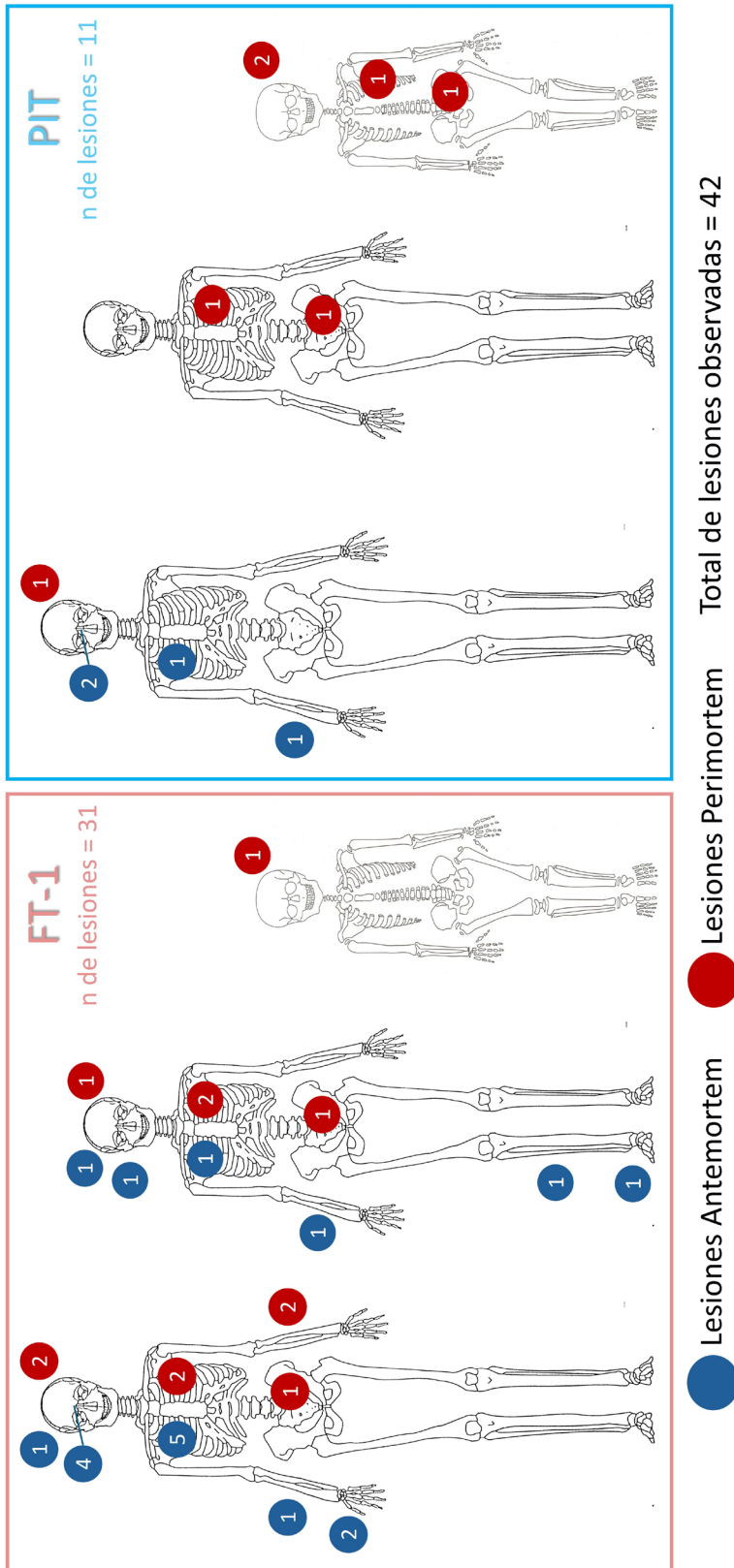


Figura 5. Número absoluto de traumatismos óseos detectados en Vichama según periodo, sexo, temporalidad de la lesión y segmento corporal afectado (para facilitar comparaciones, los traumatismos antemortem fueron registrados a la derecha y los traumatismos perimortem a la izquierda). Fueron consideradas todas las fracturas observadas en todos los individuos. *Absolute number of traumas detected in Vichama by period, sex, time of occurrence, and affected body segment (for comparison, antemortem traumas were recorded on the right and perimortem traumas on the left). All the fractures observed in all individuals were included.*



Figura 6. Ciertas condiciones patológicas observadas en Vichama durante el FT-1 (rótuos en blanco) y PIT (rótuos en amarillo). (1) cribra orbitalia; (2) hiperostosis porótica intracraneana y (3) CO bilateral; (4) exostosis auditiva; (5) entesopatía en húmero izquierdo; (6) espondilolisis L5; (7) nódulo de Schmorl y achatamiento de cuerpo vertebral; (8) achatación de cuerpo vertebral T5, labiaciones osteoefíticas en T6 y T7, colapso de cuerpo vertebral de T9; (9) osteofitosis múltiple en columna vertebral; (10) posible traumatismo perimortem en fleon derecho; (11) traumatismo craneano cicatrizado en región temporal izquierda; (12) fractura de parry cicatrizada en codo izquierdo; (13) fractura de parry mal cicatrizada en codo izquierdo y probable pseudoartrosis; (14) fractura nasal cicatrizada y concha bulbosa (vista frontal) y absceso magno en maxilar derecho, lesiones cariosas y pérdidas dentales antemortem (vista palatina); (15) costilla supernumeraria bilateral, por encima de la 1ª costilla ("costilla cervical" o "costilla de Eva"); (16) espina bifida; (17) tibia en forma de sable unilateral, signo de probable trepanematos. Selected pathological conditions observed at Vichama during FT-1 (white labels) and PIT (yellow labels). (1) Cribra orbitalia; (2) Intracranial porotic hyperostosis and (3) bilateral cribra orbitalia; (4) Auditory exostosis; (5) Entesopathy of the left humerus; (6) L5 spondylolysis; (7) Schmorl's node and vertebral body compression; (8) compression of the T5 vertebral body; osteolytic lipping in T6 and T7, and collapse of the T9 vertebral body; (9) Spinal osteophytosis; (10) possible perimortem trauma to the right ilium; (11) Healed cranial trauma in the left temporal region; (12) healed parry fracture of the right ulna; (13) poorly healed parry fracture of the left ulna and probable pseudoarthrosis, left ulna; (14) Healed nasal fracture and right concha bulbosa (frontal view), and large abscess in the right maxilla, carious lesions and antemortem tooth loss ("cervical ribs" or "Eve's ribs"); (16) Spina bifida; (17) Unilateral sabre tibia, indicative of probable trepanematos.

del dispositivo deformante. Este tipo de modificación muestra una clara tendencia a la forma bilobulada y comúnmente produce formas craneales asimétricas.

La segunda forma de MIC observada en Vichama es una versión simplificada de la tabular-erecta. Presenta aplanamiento posterior, pero el aplanamiento frontal es mucho más sutil y, a veces, difícil de percibir. Además, se han observado dos variantes adicionales: una que da como resultado una forma de cabeza ligeramente más alta (ZAC 7068, femenino, FT-1) y otra que produce una cabeza más baja y alargada en el plano sagital (ZAC 7071, masculino, FT-1). Ambas podrían ser el resultado de prácticas específicas en la manipulación de los dispositivos dentro de un patrón poblacional general.

Las dataciones sugieren que la MIC fue importante en ambas fases de ocupación. Aunque esta característica podría tener valor como marcador étnico y la modificación tabular-erecta probablemente fue la más común durante el FT-1, este tipo de modificación es el más extendido en CNCP desde la época de Caral (3000-1800 AC), y en este momento no permite clasificar a los individuos en grupos cronológicos o sociales distintos. Es un indicador típico de las poblaciones de la costa peruana que necesita una mayor documentación sobre su distribución espacial y valor como indicador étnico (Gómez 2016; Torres-Rouff 2020; Weiss 2000). Una discusión más extensa y mejor sustentada sobre la modificación de la bóveda craneal integrada con datos sobre estilos de entierro, vestimenta, artefactos, etc., será parte de un trabajo futuro.

Estatura

Sobre la estatura, lo que se puede afirmar es que la gente de Vichama era relativamente baja en comparación con los estándares globales, pero se encuentra dentro del rango normal para poblaciones prehistóricas amerindias (Genovés 1967). Además, que existe una diferencia de aproximadamente 12 cm entre hombres y mujeres, una disparidad típica en poblaciones humanas (Vercellotti et al. 2014). La insignificante diferencia de la estatura media entre los individuos masculinos del FT-1 y del PIT podría ser expresión de una dieta más proteica en el PIT, como indican los datos isotópicos, pero como el principal factor en la expresión de la estatura es genético (Jelenkovic et al. 2016), esta semejanza sugiere, de forma más consistente, que no hubo en la región una sustitución poblacional o flujo génico significativo entre periodos.

Etiología de los factores de morbilidad en Vichama

En Vichama, los marcadores de estrés fisiológico más frecuentes son cribra orbitalia (CO), especialmente en los preadultos de FT-1, la hipoplasia lineal del esmalte (HLE) y las reacciones periósticas (PR).

La deficiencia de hierro es la causa más plausible de anemia en la región. Investigaciones epidemiológicas han reportado históricamente tasas más altas de anemia por deficiencia de hierro en niños y mujeres de los países andinos (WHO 2023). Infecciones gastrointestinales y episodios de diarrea provocados por patógenos parasitarios, bacterianos o virales (Huss et al. 2000), vinculados a la deficiencia de hierro, ácido fólico y vitamina B12, y que han sido señalados como la segunda causa más común, fueron comunes en el área durante el periodo Formativo (Barandiarán et al. 2013; Gárate et al. 2012; Gárate et al. 2013). Por otro lado, la evidencia isotópica en la región como un todo sugiere un consumo mínimo de carne terrestre en la época prehistórica (Pezo-Lanfranco y Colonese 2024), lo que podría estar relacionado con restricciones en el acceso al hierro y vitaminas del complejo B.

Sin embargo, en los Andes Centrales, las enfermedades infecciosas relacionadas con la falta de saneamiento parecen ser factores etiológicos más significativos que las deficiencias dietéticas en la etiología de la anemia (Blom et al. 2005). En Vichama deben considerarse, como agentes etiológicos potenciales de la anemia y las lesiones poróticas, muchas especies de patógenos endémicos relacionados con la diarrea aguda y crónica (Barandiarán et al. 2013; Gárate et al. 2012; Gárate et al. 2013). Un análisis paleoparasitológico de 13 coprolitos humanos de contextos del FT-1 (sector Vi-01) detectó formas vacuolares de *Blastocystis* sp. (23% de muestras examinadas), diatomeas de los géneros *Actinopterychus* sp. y *Paralia* sp. (31%), fitonematodos (8%) y ácaros (8%) que podrían estar relacionados a los marcadores de estrés observados. *Blastocystis* es un parásito protozoario transmitido por vía fecal-oral, por el consumo de agua cruda y comida infectada (probablemente moluscos), o por insectos como moscas, habitual en comunidades con pobres condiciones de saneamiento. Las diatomeas *Actinopterychus* sp. sugieren el consumo de agua dulce de las *albuferas* vecinas y las de *Paralia* sp. el consumo de alimentos marinos. Los fitonematodos, parásitos propios de plantas superiores, sugieren

una infestación en los cultivos de la zona (Gárate et al. 2012).

Aunque es posible que en Vichama los recursos marinos, potencialmente infecciosos, puedan ser apuntados como factores etiológicos más factibles, la presencia de endo y ectoparásitos referidos por esa y otras investigaciones en sitios de la región es compatible con condiciones de hacinamiento, falta de saneamiento, higiene deficiente y condiciones ecológicas asociadas a la producción agrícola y manejo de aguas de regadío, que permiten su proliferación (Barandiarán et al. 2013; Gárate et al. 2012; Gárate et al. 2013).

Las variaciones estacionales en el suministro y almacenamiento de agua dulce también han sido postuladas como causas de anemia vinculada a infecciones gastrointestinales (Scaffidi 2019). Es probable que los habitantes de Vichama consumieran agua de varios *puquios*, albuferas y pozos. Por lo tanto, la hipótesis de contaminación hídrica y fecalismo por grupos vecinos, como un factor patogénico contribuyente, es plausible. Además, la falta de agua potable y los cambios en la carga de vectores y parásitos podrían haberse relacionado con el flujo estacional del río Huaura, inundaciones y avenidas asociados a eventos ENSO recurrentes.

En cuanto a la relación entre CO y PH, muchos estudiosos han sugerido que las lesiones orbitarias son la expresión temprana de una perturbación en la hematopoyesis, y que un estímulo prolongado eventualmente conduce a las lesiones poróticas en la bóveda craneal (Brickley 2018), mientras estudios más recientes sugieren que CO y PH son el resultado de entidades patológicas diferentes (Rivera y Lahr 2017). En Vichama la hiperostosis porótica (HP) está virtualmente ausente y parece más plausible que CO y HP resulten de dos etiologías diferentes que se presentan de manera concurrente en diferentes contextos. La hiperostosis porótica también se ha asociado con los efectos de los dispositivos de modificación craneal en los huesos del cráneo (Blom et al. 2005). Sin embargo, en Vichama, la HP no aparece en ninguno de los preadultos o adultos con deformación craneal, lo que sugiere que la prevalencia de HP observada en los Andes Centrales, en su conjunto, no está necesariamente relacionada con la práctica de modificación craneal, misma conclusión a la que han llegado otras investigaciones (Kurin 2012:306).

El diagnóstico diferencial de las lesiones poróticas incluye el escorbuto y el raquitismo. El escorbuto, vinculado a la deficiencia de vitamina C, que provoca

lesiones porosas debido a la inflamación resultante de hemorragias, no parece una causa plausible (Klaus 2017). En Vichama, se han reportado desde épocas tempranas muchas especies ricas en vitamina C, como la guayaba (*Psidium guajava*) y el ají (*Capsicum* sp.). Por lo tanto, la falta de vitamina C, necesaria también para la absorción de hierro, solo podría explicar la alta prevalencia de lesiones poróticas si el consumo de estos frutos fuera estacional o restringido, pero aparentemente no lo era. La guayaba y el ají son plantas de alta ubicuidad de la secuencia (Yseki et al. 2025).

Finalmente, un estudio de detección de metales pesados en cabello humano sugiere que las poblaciones de Vichama habrían estado expuestas a intoxicación por cadmio, plomo, arsénico y mercurio (Romero-Estévez et al. 2025). Aunque el diagnóstico de arsenicismo es muy difícil en individuos esqueletizados, esta es una posibilidad plausible en el contexto regional y representa un factor que podría explicar la presencia de algunos indicadores. En Vichama, además de las lesiones poróticas y periostitis, que son muy inespecíficas y podrían tener varias etiologías posibles, los casos de espina bífida y alteraciones genéticas dentales y óseas también podrían tener relación con intoxicaciones por metales pesados por consumo de agua contaminada o dieta marina (Silva-Pinto et al. 2010). Altos valores de arsénico (valor recomendado: <0,0005 mg/L; valor reportado: 0,0125 mg/L) han sido detectados en el agua de consumo de la moderna ciudad Végueta (MINSA 2019), y aunque no se puede descartar contaminación derivada de la minería moderna en la cuenca alta, puede tratarse de condiciones persistentes desde tiempos prehistóricos que deben ser mejor investigadas. La etiología de CO e HP es compleja y persiste cierta incertidumbre al respecto (ver Zdilla et al. 2022 para una discusión actualizada).

La hipoplasia lineal del esmalte observada en solo ocho individuos en Vichama probablemente no refleja su verdadera prevalencia; esto, más bien, se debe a que los dientes más propensos a exhibir esta condición (incisivos y caninos permanentes) a menudo tienen coronas tan desgastadas que las lesiones son imposibles de identificar. En Vichama la cronología de la HLE indica que los individuos sufrieron periodos recurrentes de estrés no-letal entre los 2,2 y 5,1 años, lo que sugiere que estaban vinculados a una fase tardía del proceso de destete o la fase de introducción de la dieta adulta (Pezo-Lanfranco et al. 2021). Una causa directa de estas lesiones son

procesos infecciosos infantiles, que podrían estar asociados a un periodo de malnutrición proteica y mayor exposición a nuevos patógenos asociados a la dieta (¿pescado mal cocinado?) (Katzenberg et al. 1996). Aunque la muestra es pequeña para hacer inferencias seguras, la proporción de HLE durante el FT-1 es mayor en individuos masculinos que en femeninos, con dos interpretaciones posibles: (1) los individuos masculinos parecen haber sido más resistentes a estas noxas y sobrevivido más que los individuos femeninos, o (2) los individuos femeninos habrían sufrido menos procesos infecciosos durante su época infantil. En resumen, los pocos adultos de Vichama FT-1 analizables muestran periodos prolongados y recurrentes de estrés durante la infancia, pero las diferencias entre niños y niñas no son conclusivas.

En cuanto a las RP, aunque están presentes en varios individuos, su prevalencia es relativamente baja en comparación con otras poblaciones de la misma región y sugieren condiciones de morbilidad poco agresivas y mejores condiciones de vida que en otros periodos (Pezo-Lanfranco, Barreto et al. 2025). Las lesiones periósticas tienen varias etiologías posibles y representan un efecto acumulativo de experiencias de morbilidad difíciles de precisar (DeWitte 2014; Weston 2008), sin embargo, infecciones agudas y crónicas podrían ser buenas explicaciones, especialmente la infección estafilocócica, que es apuntada como la causa más común (Nikita 2017).

En este sentido, las infecciones odontogénicas (que serán objeto de análisis más profundo en otra publicación) merecen mención. Muchos individuos muestran abscesos alveolares por necrosis pulpar, algunos de ellos potencialmente letales, asociados a caries profundas o severo desgaste oclusal por una dieta muy abrasiva.

En cuanto a las infecciones treponémicas (enfermedades como el *yaws*, bejel o la sífilis venérea), su presencia ha sido demostrada de manera incuestionable en contextos precolombinos de Sudamérica (Filippini et al. 2019; Majander et al. 2024). Considerando que la afección ósea en enfermedades treponémicas se presenta en la fase terciaria, muchos años después de la infección primaria, y representa una fracción bastante pequeña de los potencialmente damnificados, los siete casos posibles del FT-1 y los dos del PIT, es factible que en Vichama hubiera un número mayor de individuos vivos afectados, especialmente durante el FT-1, cuando el asentamiento habría sido más populoso y denso.

La presencia de infecciones crónicas sistémicas en los individuos de Vichama sugiere condiciones de salud deficientes, deficiencias en saneamiento y condiciones de hacinamiento, y pueden considerarse causas directas de morbilidad y mortalidad en Vichama, así como factores moduladores de la susceptibilidad a otras noxas. La posibilidad de treponematosi en dos periodos tan alejados en el tiempo no es un dato irrelevante, pues evoca la persistencia de los factores que propiciaron estas infecciones a través del tiempo. Futuros análisis de ADN bacteriano en muestras de estos individuos podrían aportar más información sobre el tema.

Estrés funcional y carga de trabajo en Vichama

Entre los indicadores de estrés funcional, las lesiones espinales son comunes en Vichama. Estas incluyen lesiones en los cuerpos vertebrales causadas por tensión muscular y tendinosa, como espondilitis y osteofitos, así como lesiones por compresión, como los nódulos de Schmorl (hernias discales que penetran en el cuerpo vertebral), remodelación de la altura de los cuerpos vertebrales e, incluso, colapso vertebral completo, lo que resulta en cifosis y lordosis de distintos grados. En Vichama, las lesiones espinales aparecen en las vértebras lumbares, torácicas y cervicales inferiores (en ese orden de frecuencia) y estarían relacionadas con trabajos de carga de pesos considerables a la espalda.

En los miembros superiores, la enfermedad articular degenerativa (EAD) se observa con frecuencia en hombros, codos y huesos carpianos y metacarpianos que sugiere especialización manual. En los miembros inferiores, la EAD se ha observado en rodillas (algunos casos muy severos), en la articulación entre la tibia y el peroné (al menos un par de casos) y osteoartritis en algunas falanges del pie. Las inserciones musculares son más pronunciadas en los individuos masculinos, particularmente en el húmero y el fémur. Estos patrones, comunes en poblaciones dedicadas a la pesca (Pezo-Lanfranco 2010), son mucho más evidentes durante el PIT y, en general, los indicadores cualitativos sugieren mayor sobrecarga en los esqueletos de la gente de este periodo (Kennedy 1989; Rogers y Waldron 1995).

Violencia social en Vichama

Los tipos de traumatismo y los segmentos corporales lesionados son muy sugerentes sobre la

naturaleza de la violencia interpersonal en ambos periodos de Vichama. Los indicadores del FT-1 son compatibles con violencia doméstica o intragrupal y no hay evidencia de conflictos intergrupales de mayor escala por territorio o recursos. En este periodo predominan las lesiones nasales y costales cicatrizadas, pero también hay casos de fracturas defensivas cubitales, fracturas craneales y torácicas letales que evocan ataques mortales, así como individuos con lesiones antemortem y perimortem que indican dos o más eventos violentos. Con excepción de un preadulto probablemente víctima de sacrificio, las lesiones se concentran en individuos adultos masculinos y femeninos. Sin embargo, si estudiamos las relaciones entre traumatismos y la localización de los contextos funerarios con relación a la arquitectura, queda claro que varios de estos adultos pudieron ser también víctimas de sacrificio o enterramiento ritual directamente asociado a renovaciones arquitectónicas.

Durante el PIT los indicadores de violencia letal se concentran más en preadultos, probablemente como resultado de sacrificios humanos o abuso infantil, y en una mujer de edad avanzada, es posible que como resultado de violencia doméstica. Individuos masculinos muestran lesiones cicatrizadas compatibles con violencia intragrupal y apenas uno de ellos una lesión letal en el cráneo. Los indicadores de violencia interpersonal sugieren conflictos domésticos o intragrupal en ambos periodos. No se constata evidencia de conflictos intergrupales a gran escala por territorio o recursos.

Contrastación de hipótesis y conclusión

Antes de finalizar, es necesario hacer una valoración objetiva de las limitaciones de nuestra muestra y de su idoneidad estadística, algo siempre debatible en arqueología. Debemos reconocer que la muestra del PIT es bastante reducida y fue usada aquí apenas con fines comparativos. Por otro lado, las pruebas estadísticas aplicadas, a pesar de ser las más idóneas para este tipo de análisis, cuando son aplicadas a muestras reducidas y asimétricas tienen un alcance limitado y podrían llevarnos a malinterpretar las prevalencias de indicadores entre periodos. Podría haber, además, un sesgo potencial en relación con la proveniencia y naturaleza de los contextos funerarios de ambos periodos, ya que podrían expresar diferencias intragrupal relevantes que deben ser evaluadas como hipótesis de trabajo en futuras investigaciones.

Hechas estas consideraciones, podemos afirmar que nuestra evaluación de múltiples indicadores óseos en Vichama apunta a un escenario de condiciones de vida y salud un poco más precarias durante el FT-1 (1800-1500 AC) con respecto al PIT (1000-1300 DC). Estas condiciones, sin embargo, son relativamente mejores que las observadas en otras poblaciones más tardías de la región (Pezo-Lanfranco, Barreto et al. 2025). Aunque, en general, la prevalencia de marcadores de estrés fisiológico inespecífico no es muy alta, se observa recurrencia de eventos estresores en preadultos (p.ej., anemia vinculada a infecciones parasitarias y malnutrición) y adultos (enfermedades infecciosas transmisibles), que parecen resultar de la concurrencia de agresiones ambientales, agregación poblacional, una dieta basada en la combinación de pesca y agricultura, y, probablemente, distintos niveles de estratificación social.

Volviendo a nuestras hipótesis, los perfiles de salud observados durante el FT-1 son congruentes con la hipótesis de presión poblacional propuesta para este periodo. Se nota una mayor morbilidad en los individuos, compatible con un escenario de mayor densidad demográfica, niveles tecnológicos más bajos y un sistema socioeconómico más centralizado. Por otro lado, el estado de salud de los individuos durante el PIT, a pesar de las demandas de trabajo físico observadas, parece ser mejor, probablemente en asociación a una economía mixta un poco más dependiente de la pesca, como concluye un estudio isotópico previo (Pezo-Lanfranco, Crispín et al. 2025).

Las interpretaciones sobre las tendencias de violencia, salud y crecimiento poblacional en relación con los cambios climáticos a lo largo del tiempo en los Andes Centrales sugieren una fuerte influencia del clima sobre la presión poblacional como factor de conflicto. Contraintuitivamente, la violencia habría aumentado en épocas de clima más estable, fomentando un crecimiento poblacional que generó mayor presión y competencia violenta sobre una base de recursos marginal y restricta (Arkush y Tung 2013; McCool et al. 2022).

Aunque este escenario de presión demográfica es bastante evidente durante el PIT en algunas regiones de los Andes Centrales, no ha podido ser corroborado con datos bioarqueológicos para el Formativo Inicial ni el Formativo Temprano-1 en la CNCP. Las evidencias más claras de conflicto datan, por el momento, del Formativo Tardío (600-400 AC; Pezo-Lanfranco et al. 2024). Si la causa del incremento de prestigio de Vichama estuvo asociada a presión poblacional y

migraciones desde Supe, un valle de menor capacidad de carga, solo parece haber producido conflictos interpersonales de baja intensidad, probablemente bajo un sistema socioeconómico más centralizado y mucho más basado en la cooperación y control ideológico.

En Vichama la expresión de los indicadores osteológicos parece expresar las diferencias en su modo de vida y revelan una compleja relación entre las alternancias climáticas e indicadores de salud en los Andes Centrales prehistóricos.

Agradecimientos: Los autores agradecen la ayuda del equipo de campo y gabinete de Vichama durante los trabajos de excavación y análisis de materiales, y el apoyo de Karin Ramírez con los mapas. Este estudio recibió financiación de la Zona Arqueológica Caral Supe (UE 003, Ministerio de Cultura del Perú) y del programa Horizon Europe, a través de una beca Marie Skłodowska-Curie 101062179 (LP). El Proyecto Caral (Zona Arqueológica Caral-Supe) es el curador permanente de esta colección osteológica y proveyó

los permisos necesarios para el estudio, según la normativa vigente. Esta investigación arqueológica fue aprobada por el Ministerio de Cultura del Perú - Zona Arqueológica Caral RVM-213-2018-VMPCIC-MC, el 13 de noviembre de 2018. Todos los datos para evaluar las conclusiones de este artículo figuran en el texto y el archivo anexo de Material Suplementario (disponible en <https://zenodo.org/records/1911>).

Declaración de contribución: Conceptualización: Luis Pezo-Lanfranco, Aldemar Crispín, Pedro Novoa, Ruth Shady. Análisis bioarqueológico: Luis Pezo-Lanfranco, Gustavo Aliaga, Alonso Prado. Investigación de contextos: Luis Pezo-Lanfranco, Aldemar Crispín, Tatiana Abad, Alonso Prado, Rodolfo Peralta. Visualización: Luis Pezo-Lanfranco, Aldemar Crispín, Tatiana Abad, Alonso Prado, Rodolfo Peralta. Redacción y revisión del texto final: todos los autores. Financiamiento: Luis Pezo-Lanfranco, Ruth Shady. Administración del Proyecto: Ruth Shady, Pedro Novoa.

Referencias Citadas

- Aguilar, M.A. 2006. *Surgimiento de las Sociedades Complejas en los Andes Centrales. Una Perspectiva desde el Valle de Huaura, Perú*. Monografía Licenciatura en Arqueología, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima.
- Arkush, E. y T.A. Tung 2013. Patterns of war in the Andes from the Archaic to the Late Horizon: Insights from settlement patterns and cranial trauma. *Journal of Archaeological Research* 21:307-369.
- Barandiarán, J.P., R. Shady, G. Lombardi y R. Tello 2013. Estudio de 64 coprólitos procedentes del centro urbano ceremonial de Caral (Arcaico Tardío, 5000 a 3700 años a.P.). *Actas del V Congreso de Paleopatología Sudamericana PAMINSA V*. Universidad de Magdalena Santa Marta.
- Blom, D.E., J. Buikstra, L. Keng, P.D. Tomczak, E. Shoreman y D. Stevens-Tuttle 2005. Anemia and childhood mortality: Latitudinal patterning along the coast of pre-Columbian Peru. *American Journal of Physical Anthropology* 127 (2):152-169.
- Brickley, M.B. 2018. Cribra orbitalia and porotic hyperostosis: A biological approach to diagnosis. *American Journal of Physical Anthropology* 167:896-902.
- Brooks, S.T. y J. Suchey 1990. Skeletal age determination based on the os pubis: A comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks Methods. *Human Evolution* 5:227-238.
- Buckberry, J.L. y A.T. Chamberlain 2002. Age estimation from the auricular surface of the ilium: A Revised Method. *American Journal of Physical Anthropology* 119:231-239.
- Buikstra, J. y D. Ubelaker (eds.) 1994. *Standards for data collection from human skeletal remains*. Arkansas Archeological Survey Research Series n° 44. Fayetteville, Arkansas.
- Chen, E.M., S. Masih, K. Chow, G. Matcuk y D. Patel 2012. Periosteal reaction: Review of various patterns associated with specific pathology. *Contemporary Diagnostic Radiology* 35:1-6.
- Chu, A. 2011. *Household Organization and Social Inequality at Bandurria, a Late Preceramic Village in Huaura, Peru*. PhD. Dissertation, University of Pittsburgh, Pittsburgh.
- Cohen, M.N. 1977. *The Food Crisis in Prehistory*. Yale University Press, New Haven.
- Cohen, M.N. y G. Armelagos (eds.) 1984. *Paleopathology at the Origins of Agriculture*. Academic Press, Orlando.
- Cohen, M.N. y G.M. Crane-Cramer (eds.) 2007. *Ancient health: Skeletal indicators of agricultural and economic intensification*. University Press of Florida, Gainesville.
- Contreras, D.A. 2010. Landscape and environment: Insights from the Prehispanic Central Andes. *Journal of Archaeological Research* 18:241-288.
- Cotran, R., V. Kumar y T. Collins 2000. *Robins: Patología Estructural y Funcional*. Editorial Interamericana, Mc Graw Hill, Madrid.
- DeWitte, S.N. 2014. Differential Survival Among Individuals with Active and Healed Periosteal New Bone Formation. *International Journal of Paleopathology* 7:38-44.
- DeWitte, S.N. y C.M. Stojanowski 2015. The osteological paradox 20 years later: Past perspectives, future directions. *Journal of Archaeological Research* 234:397-450.

- DiGangi, E.A., J.D. Bethard, E.H. Kimmerle y L.W. Konigsberg 2009. A new method for estimating age-at-death from the first rib. *American Journal of Physical Anthropology* 138:164-176.
- Dillehay, T.D., H. Elling y J. Rossen 2005. Pre-ceramic irrigation canals in the Peruvian Andes. *Proceedings of the National Academy of Science* 102:17241-17244.
- Dillehay, T.D., J. Rossen, T.C. Andres y D.E. Williams 2007. Pre-ceramic adoption of peanut, squash, and cotton in northern Peru. *Science* 316:1890-1893.
- Engel, F.A. 1987. *De las Begonias al Maíz. Vida y Producción en el Perú Antiguo*. Centro de Investigaciones de Zonas Áridas CIZA. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Filippini, J., L. Pezo-Lanfranco y S. Eggers 2019. Systematic Regional Study of Treponematoses in Pre-Columbian Brazilian Shell Mounds (Sambaquis). *Chungara. Revista de Antropología Chilena* 51 (3):403-425.
- Gaither, C. 2004. *A Growth and Development study of Coastal Prehistoric Peruvian Population*. PhD thesis. Graduate School, Tulane University, New Orleans.
- Galloway, A., L. Zephro y V.L. Wedel 2014. Diagnostic criteria for the determination of timing and fracture mechanism. En *Broken Bones: Anthropological Analysis of Blunt Force Trauma*, editado por V.L. Wedel y A. Galloway, pp. 47-58. Charles C. Thomas Publisher, Springfield, Illinois.
- Gárate, I., R. Shady, B. Espinoza, A. Diestro, A. Ñaupay, A. Ochoa y K. Flores 2012. Estudio de organismos biológicos en coprolitos humanos de Vichama, Ciudad Agropesquera de la Civilización Caral. Informe de Investigación Inédito. Facultad de Ciencias Biológicas, Instituto de Ciencias Biológicas Antonio Raimondi-UNMSM, Lima. <https://zenodo.org/records/19115432>
- Gárate, I., M. Baylón, K. Flores, B. Espinoza, A. Diestro, A. Ñaupay, H. Solís y A. Araújo 2013. Hallazgo e identificación de diatomeas en coprolitos de pobladores precolombinos de la ciudad pesquera de Áspero (Perú). *Actas del V Congreso de Paleopatología Sudamericana PAMINSA V*. Universidad de Magdalena, Santa Marta.
- Genovés, S. 1967. Proportionality of the long bones and their relation to stature among Mesoamericans. *American Journal of Physical Anthropology* 26:67-77.
- Goldberg, A., A.M. Mychajliw y E.A. Hadly 2016. Post-invasion demography of prehistoric humans in South America. *Nature* 532:232-235.
- Gómez, J. 2016. *Qualidade de Vida e Dinâmicas de Conflito na População da Península de Paracas, costa sul do Peru durante o Final do Horizonte Temprano (400 a.C – 100 d.C)*. Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Goodman, A.H. 1993. On the interpretation of health from skeletal remains. *Current Anthropology* 34:281-288.
- Goodman A, y J. Rose 1991. Dental Enamel Hypoplasias as Indicator of Nutritional Status. En *Advances in Dental Anthropology*, editado por M.A. Kelley y C.S. Larsen, pp. 279-293. Wiley Liss, New York.
- Grobman, A., D. Bonavia, T.D. Dillehay, D.R. Piperno, J. Iriarte e I. Holst 2012. Pre-ceramic maize from Paredones and Huaca Prieta, Peru. *Proceedings of the National Academy of Science* 109:1755-1759.
- Guatelli-Steinberg, D. 2008. Using perikymata to estimate duration of growth disruption in fossil hominin teeth: issues of methodology and interpretation. En *Technique and Application in Dental Anthropology*, editado por J.D. Irish y G.C. Nelson, pp. 71-86. Cambridge University Press, Cambridge.
- Haas, J. y W. Creamer 2006. Crucible of Andean Civilization: The Peruvian coast from 3000 to 1800 BC. *Current Anthropology* 47:745-775.
- Haas, J., W. Creamer, L. Huamán, D. Goldstein, K. Reinhard y C. Vergel 2013. Evidence for maize (*Zea mays*) in the Late Archaic (3000–1800 B.C.) in the Norte Chico region of Peru. *Proceedings of the National Academy of Science* 110:4945-4949.
- Hillson, S. 2014. *Tooth Development in Human Evolution and Bioarchaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Huss, H.H., A. Reilly y P.K. Ben-Embark 2000. Prevention and control of hazards in seafood. *Food Control* 11:149-156.
- Iscan, M.Y. y S.R. Loth 1986. Estimation of age and determination of sex from the external rib. En *Forensic Osteology: Advances in the Identification of Human Remains*, editado por K.J. Reichs, pp. 68-89. C.C. Thomas, Springfield, Illinois.
- Jelenkovic, A., R. Sund, Y. Yokoyama, A. Latvala, M. Sugawara, M. Tanaka, S. Matsumoto, D.L. Freitas, J. A. Maia, A. Knafo-Noam, D. Mankuta, L. Abramson, F. Ji, F. Ning, Z. Pang, E. Rebato, K. J. Saudino, T. L. Cutler, J.L. Hopper, V. Ullemer et al. 2016. Genetic and environmental influences on height from infancy to early adulthood: An individual based pooled analysis of 45 twin cohorts. *Science Reports* 6:28496.
- Katzenberg, M.A., D.A. Herring y S.R. Saunders 1996. Weaning and infant mortality: evaluating the skeletal evidence. *Yearbook of Physical Anthropology* 39:177-199.
- Kennedy, K. 1989. Skeletal markers of occupational stress. En *Reconstruction of Life from the Skeleton*, editado por M. Iscan y K. Kennedy, pp. 129-160. Wiley-Liss, New York.
- Klaus, H.D. 2014. Frontiers in the bioarchaeology of stress and disease: Cross-disciplinary perspectives from pathophysiology, human biology, and epidemiology. *American Journal of Physical Anthropology* 155:294-308.
- Klaus, H.D. 2017. Paleopathological rigor and differential diagnosis: Case studies involving terminology, description and diagnostic frameworks for scurvy in skeletal remains. *International Journal of Paleopathology* 19:96-110.
- Kurin, D. 2012. *The Bioarchaeology of Collapse: Ethnogenesis and Ethnocide in Post-imperial Andahuaylas, Peru (AD 900—1200)*. PhD dissertation, Vanderbilt University, Nashville.
- Larsen, C.S. 2015. *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Leclerc, E.L. 2023. Coast and highland paleoclimate of the north-central Peruvian Andes and its influence on coastal water availability and cultural development, 6000 to 2000 cal BP. *Quaternary Science Review* 314:108209.
- León, E. 2013. *14,000 Años de Alimentación en el Perú*. Universidad de San Martín de Porres, Lima.

- Liu, F.G. y Z.D. Feng 2012. A dramatic climatic transition at ~4000 cal. yr BP and its cultural responses in Chinese cultural domains. *The Holocene* 22:1181-1197.
- Lovell, N.C. 1997. Trauma analysis in paleopathology. *Yearbook of Physical Anthropology* 40:39-170.
- Mächtle, B. y B. Eitel 2013. Fragile landscapes, fragile civilizations - How climate determined societies in the pre-Columbian south Peruvian Andes. *Catena* 103:62-73.
- Majander, K., M. Pla-Díaz, L. du Plessis, N. Arora, J. Filippini, L. Pezo-Lanfranco, S. Eggers, F. González-Candelas y V.J. Schuenemann 2024. Redefining the treponemal history through Pre-Columbian genomes from Brazil. *Nature* 627:182-188.
- McCool, W.C., B.F. Codding, K.B. Vernon, K.W. Wilson, P.M. Yaworski, N. Marwan y D.J. Kennet 2022. Climate change-induced population pressure drives high rates of lethal violence in the prehispanic central Andes. *Proceedings of the National Academy of Science* 119 (17):e2117556119.
- McKay, N., D. Kaufman, S. Arcusa, H. Kolus, D. Edge, M. Erb, C. Hancock, C. Routson, M. Zarczyński, L. Marshall, G. Roberts y F. Telle 2024. The 4.2 ka event is not remarkable in the context of Holocene climate variability. *Nature Communications* 15:6555.
- MINSa 2019. Informe de Análisis físicoquímico y metales totales de muestras de agua para consumo humano de la red de abastecimiento de agua de Végueta. Dirección Regional de Salud, Hospital Regional de Huacho, Red de Salud Huaura – Oyón. Ministerio de Salud, Huacho. <https://zenodo.org/records/19115432>
- Miranda, L. 2025. *Factores Paleoclimáticos y Variabilidad del Consumo de Especies Ictiológicas durante el Formativo Temprano (1800 – 1500 a.C.) en Vichama, Valle de Huaura, Perú*. Trabajo Final de Máster. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- Moseley, M.E. 1975. *The Maritime Foundations of Andean Civilizations*. Cummings Publishing Company, Menlo Park.
- Nikita, E. 2017. Pathological conditions. En *Osteoarchaeology*, editado por E. Nikita. pp. 301-354. Academic Press, New York.
- Orloff, C.R. y M.E. Moseley 2012. 2600-1800 BCE Caral. *Ñawpa Pacha, Journal of Andean Archaeology* 32 (2):189-206.
- Pechenkina, E.A., J. Vradenburg, R. Benfer y J. Farnum 2007. Skeletal biology of the Central Peruvian coast consequences of changing population density and progressive dependence on maize agriculture. En *Ancient Health: Skeletal Indicators of Agricultural and Economic Intensification*, editado por M.N. Cohen y G.M. Crane-Cramer, pp. 92-112. University Press of Florida, Gainesville.
- Pezo-Lanfranco, L. 2010. *Modo de Vida y Expectativas de Salud de Comunidades del Litoral de la Costa Norte del Perú durante el Periodo Formativo: Análisis Bioantropológico de los Individuos del Sitio Arqueológico Puémape*. Tesis de Licenciatura en Arqueología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Pezo-Lanfranco, L. y A.C. Colonese 2024. The role of farming and fishing in the rise of social complexity in the Central Andes: A stable isotope perspective. *Scientific Reports* 14:4582.
- Pezo-Lanfranco, L., A. Crispín, M. Machacuay, P. Novoa y R. Shady 2021. Isotopic evidence of weaning behaviors from farming communities of the Peruvian North-Central Coast: Insights into the demography of the Middle-Late Formative transition (500–400 B.C.). *Bioarchaeology International* 4 (3-4):191-216.
- Pezo-Lanfranco, L., A. Crispín, M. Machacuay, P. Novoa y R. Shady 2024. Bioarchaeological evidence of violence during the transition between the Middle and Late Formative (500–400 BC) in the Peruvian North-Central Coast. *Latin American Antiquity* 35 (4):853-869.
- Pezo-Lanfranco, L., A. Crispín, A. Prado, T. Abad, M. Yseki, M. Gorriti, L. Miranda, J. Apolín, A. DiMuro, M. Machacuay, P. Novoa, A. Colonese y R. Shady 2025. Refining dietary shifts linked to climate oscillations in the Central Andes: Stable isotope evidence from Vichama (1800-1500 BCE). *Frontiers in Environmental Archaeology* 4:1611071. <https://doi.org/10.3389/fearc.2025.1611071>
- Pezo-Lanfranco, L., J. Filippini, M Di Giusto, C. Petronilho, V. Wesolowski, P. DeBlasis y S. Eggers 2020. Child development, physiological stress and survival expectancy in prehistoric fisher-hunter-gatherers from the Jabuticabeira II shell mound, South Coast of Brazil. *PLoS ONE* 15 (3):e0229684.
- Pezo-Lanfranco, L., M. Barreto, J. Filippini, K. Silva, A. Crispín, M. Machacuay, P. Novoa y R. Shady 2025. Preadult Living Conditions During Sociopolitical Transition in Quebrada Chupacigarro Cemetery (500–400 bc), Supe Valley, Peru: Childhood Morbidity and Sociopolitical Change in Prehistoric Central Andes. *International Journal of Osteoarchaeology*. <https://doi.org/10.1002/oa.3386>
- Pezo-Lanfranco, L., M. Machacuay, P. Novoa, R. Peralta, E. Mayer, S. Eggers y R. Shady 2022. The diet at the onset of the Andean Civilization: New stable isotope data from Caral and Áspero, North-Central Coast of Peru. *American Journal of Biological Anthropology* 177:402-424.
- Pezo-Lanfranco, L., S. Eggers y S. Pezo-Lanfranco 2009. Exostosis auditiva como marcador osteológico de actividad acuática en poblaciones formativas de la Costa Norte del Perú. *Paleopatología* 6:1-18.
- Pipero, D. y T.D. Dillehay 2008. Starch grains on human teeth reveal early broad crop diet in northern Peru. *Proceedings of the National Academy of Science* 105:19622-19627.
- Pomeroy, E. y J. Stock 2012. Estimation of stature and body mass from the skeleton among coastal and mid-altitude Andean populations. *American Journal of Physical Anthropology* 147:264-279.
- Prado, A. 2025. *Arquitectura y Tiempo del Edificio Menor – Sector L de Vichama, Costa Norcentral del Perú (c. 1800 – 1500 cal ANE)*. Trabajo Final de Máster. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- Ran, M. y L. Chen 2019. The 4.2 ka BP climatic event and its cultural responses. *Quaternary International* 521:158-167.
- Reid, D.J. y M.C. Dean 2006. Variation in modern human enamel formation times. *Journal of Human Evolution* 50:329e346.
- Rivera, F. y M.M. Lahr 2017. New evidence suggesting a dissociated etiology for cribra orbitalia and porotic hyperostosis. *American Journal of Physical Anthropology* 164:76-96.

- Roberts, C.A. y J.E. Buikstra 2019. Bacterial infections. En *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*, editado por J.E. Buikstra, pp. 321-439. Academic Press.
- Rogers, J. y T. Waldron 1995. *A Field Guide to Joint Diseases in Archaeology*. John Wiley and sons, Baffin Lane.
- Romero-Estévez, D., R. Shady, G.S. Yáñez-Jácome, P.Y. Vélez-Terreros, H. Navarrete, M. Yseki, L. Pezo-Lanfranco, R. Peralta, E. Ferreyra, A. Prado, T. Abad, A. Crispin, M. Machacuay y P. Novoa 2025. Evidence of ancient exposure to non-essential metals at the archaeological sites of Caral, Vichama, and Áspero on the North-Central Coast of Peru. *Ñawpa Pacha, Journal of Andean Archaeology*. <https://doi.org/10.1080/00776297.2025.2578925>
- Rothschild, B.M. y C. Rothschild 1995. Treponemal disease revisited: Skeletal discriminators for Yaws, Bejel, and venereal syphilis. *Clinical Infectious Diseases* 20 (5):1402-1408.
- Salvatteci, R., D. Gutiérrez, D. Field, A. Sifeddine, L. Ortlieb, I. Bouloubassi, M. Boussafir, H. Boucher y F. Cetin 2014. The response of the Peruvian Upwelling Ecosystem to centennial-scale global change during the last two millennia. *Climate in the Past* 10:715-731.
- Salvatteci, R., D. Gutierrez, A. Sifeddine, L. Ortlieb, E. Druffel, M. Boussafir y R. Schneider 2016. Centennial to millennial-scale changes in oxygenation and productivity in the eastern tropical South Pacific during the last 25000 years. *Quaternary Science Review* 131:102-117.
- Salvatteci, R., R.R. Schneider, T. Blanz y E. Mollier-Vogel 2019. Deglacial to Holocene Ocean temperatures in the Humboldt Current System as indicated by Alkenone Paleothermometry. *Geophysical Research Letter* 46:281-292.
- Sandweiss, D.H., R. Shady, M.E. Moseley, D.K. Keefer y C.R. Ortloff 2009. Environmental change and economic development in coastal Peru between 5,800 and 3,600 years ago. *Proceedings of the National Academy of Science* 106 (5):1359-1363.
- Scaffidi, B.K. 2019. Spatial paleopathology: A geographic approach to the etiology of cribrotic lesions in the prehistoric Andes. *International Journal of Paleopathology* 29:102-116.
- Scheuer, L. y S. Black 2000. *Developmental Juvenile Osteology*. Academic Press, Somerset.
- Shady, R. 2014. La civilización Caral: Paisaje cultural y sistema social. En *El Centro Ceremonial Andino: Nuevas Perspectivas para los Períodos Arcaico y Formativo*, editado por Y. Seki, pp. 51-103. *Senri Ethnological Studies* 89. National Museum of Ethnology, Osaka.
- Shady, R. 2018. El sistema social de Caral y su trascendencia: El manejo transversal del territorio, la complementariedad social y política y la interacción intercultural. *Nayra Kunan Pacha, Revista de Arqueología Social*, pp. 19-90. Proyecto Especial Arqueológico Caral-Supe, Lima.
- Shady, R., J. Haas y W. Creamer 2001. Dating Caral, a Pre-ceramic urban center in the Supe Valley on the central coast of Peru. *Science* 292:723-726.
- Shady, R., M. Machacuay, E. Quispe, P. Novoa y C. Leyva 2015. *Vichama, la Historia Social de la Civilización en Végueta*. 3800 Años de Memoria Colectiva de Nuestros Ancestros de Vichama ante el Cambio Climático. Zona Arqueológica Caral, Unidad Ejecutora 003, Ministerio de Cultura, Lima. https://www.zonacaral.gob.pe/publicaciones/publicaciones_zac/02_Vichama_la_Historia_Social_de_la_Civilizacion_en_Vegueta.pdf
- Shoji, K., V.F. Vásquez y T.E. Rosales 2023. Starch grains on human teeth as evidence for 4000 BCE potato consumption at the Cruz Verde site, northern coast of Peru. *Journal of Archaeological Science Reports* 51:104152.
- Silva-Pinto, V., B. Arriaza y V. Standen 2010. Evaluación de la frecuencia de espina bífida oculta y su posible relación con el arsénico ambiental en una muestra prehispánica de la Quebrada de Camarones, norte de Chile. *Revista Médica de Chile* 138 (4):461-469.
- Steinbock, R.T. 1976. *Paleopathological Diagnosis and Interpretation: Bone Diseases in Ancient Human Populations*. Charles C. Thomas Publisher, Springfield.
- Stuart-Macadam, P.L. 1989. Nutritional deficiency diseases: a survey of scurvy, rickets and iron deficiency anemia. En *Reconstruction of Life from the Skeleton*, editado por M. Iscan y K. Kennedy. pp. 161-190. Wiley-Liss, New York.
- Tello, J.C. 2004 [1942]. La Muralla de Santa. *Arqueología y Sociedad* 15:11-32. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/Arqueo/article/view/12731>
- Torres-Rouff, C. 2020. Cranial modification and the shapes of heads across the Andes. *International Journal of Paleopathology* 29:94-101.
- Tung, T.A., T.D. Dillehay, R. Feranec y L.R.G. DeSantis 2021. Early specialized maritime and maize economies on the north coast of Peru. *Proceedings of the National Academy of Science* 117:32308-32319.
- Velasco, M.C. 2016. *Mortuary Tradition and Social Transformation During the Late Intermediate Period (A.D. 1100-1450): A Bioarchaeological Analysis of Above-Ground Burials in the Colca Valley, Peru*. Tesis doctoral, Vanderbilt University, Nashville.
- Verano, J.W. 1995. Where do they rest? The treatment of human offerings and trophies in ancient Peru. En *Tombs for the Living: Andean Mortuary Practices*, editado por T.D. Dillehay, pp. 189-227. *Dumbarton Oaks Research Library and Collection*, Washington D.C.
- Verano, J.W. 2001. The physical evidence of human sacrifice in ancient Peru. En *Ritual Sacrifice in Ancient Peru*, editado por E.P. Benson y A.G. Cook, pp. 165-184. University of Texas Press, Austin, Texas.
- Vercellotti, G., B.A. Piperata, A.M. Agnew, W.M. Wilson, D.L. Dufour, J.C. Reina, R. Boano, H.M. Justus, C.S. Larsen, S.D. Stout, P.W. Sciuilli 2014. Exploring the multidimensionality of stature variation in the past through comparisons of archaeological and living populations. *American Journal of Physical Anthropology* 155:229-242.
- Walker, P.L., R. Bathurst, R. Richman, T. Gjerdrum, V. Andrushko 2009. The causes of porotic hyperostosis and cribra orbitalia: A reappraisal of the iron-deficiency-anemia hypothesis. *American Journal of Physical Anthropology* 39:109-125.

- Weiss, P. 1961. Osteología cultural. 2º libro. Prácticas cefálicas: deformaciones intencionales de la cabeza; paleopatología. *Anales de la Facultad de Medicina* 44 (2):133-276. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/issue/view/603>
- Weiss, H., M.A. Courty, W. Wetterstrom, F. Guichard, L. Senior, R. Meadow y A. Curnow 1993. The genesis and collapse of third millennium north Mesopotamian civilization. *Science* 261:995-1004.
- Weston, D.A. 2008. Investigating the specificity of periosteal reactions in pathology museum specimens. *American Journal of Physical Anthropology* 137 (1):48-59.
- Wilson, K.M., W.C. McCool, S.C. Brewer, N. Zamora-Wilson, P.J. Schryver, R.L.F. Lamson, A.M. Huggard, J.B. Coltrain, D.A. Contreras y B.F. Codding 2022. Climate and demography drive 7000 years of dietary change in the Central Andes. *Scientific Reports* 12:2026.
- Wood, J.W., G.R. Milner, H.C. Harpending y K.M. Weiss 1992. The osteological paradox: Problems of inferring prehistoric health from skeletal samples. *Current Anthropology* 33:43-370.
- World Health Organization-WHO 2023. Prevalence of anaemia in children aged 6–59 months (%). Disponible en: Prevalence of anaemia in children aged 6–59 months (%) (who.int)
- Yseki, M., A. Crispín, T. Abad, A. Prado, P. Novoa y R. Shady 2025. First comprehensive macroremains analysis of edible plants in Vichama site, Peru during the Early Formative Period 1 (1800-1500 BCE). *Vegetation History and Archaeobotany* 34:91-100.
- Yseki, M., L. Pezo-Lanfranco, M. Machacuay, P. Novoa y R. Shady 2023. Analysis of starch grains trapped in human dental calculus in Áspero, Peru during the Initial Formative Period (3000–1800 BCE). *Scientific Reports* 13:14143.
- Zdilla, M.J., N.S. Nestor, B.M. Rothschild y H.W. Lambert 2022. Cribra orbitalia is correlated with the meningo-orbital foramen and is vascular and developmental in nature. *The Anatomical Record* 305 (7):1629-1671.