

Una perspectiva biocultural de las interrupciones biológicas de un sector del sitio Nueva Esperanza durante el Muisca Temprano (1750-900 AP) en el borde sur de la Sabana de Bogotá

A Biocultural Perspective on the Biological Disruptions of a Sector of the Nueva Esperanza Site during the Early Muisca Period (1750-900 BP) on the Southern Border of the Sabana de Bogotá

.....

Fecha de recepción: 11/08/2025 • Fecha de aprobación: 07/11/2025

Catherine Marulanda-Guaneme

Posgrado en Antropología Física, Escuela Nacional de Antropología e Historia ENAH
catherine_marulanda@enah.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0003-2148-4377>

Claudia Mercedes Rojas-Sepúlveda

Departamento de Antropología, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá
cmrojass@unal.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-7471-1428>

Tatiana Santa Ríos

Investigadora independiente
tasarios@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-3460-2455>

Lourdes Márquez Morfín

Posgrado en Antropología Física, Escuela Nacional de Antropología e Historia ENAH
rlmorfín@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3624-4392>

Resumen

Este estudio, de enfoque biocultural, explora las condiciones de vida y el impacto en la salud de un sector de la población del periodo Muisca Temprano (1750-900 AP) inhumada en el sitio arqueológico Nueva Esperanza. Se evaluaron cinco indicadores de

disrupción biológica en 73 individuos, incluyendo la velocidad de crecimiento, la estatura y la presencia de hiperostosis porótica, cribra orbitalia e hipoplasia del esmalte dental. Mediante un análisis de correspondencias múltiples (ACM) se demostró una asociación entre variables demográficas y el grado de prevalencia de estos indicadores, que a su vez estuvieron asociados con rezagos en la velocidad del crecimiento de los no adultos. La alta mortalidad de infantes y adultos jóvenes en la muestra sugiere que el estrés biológico temprano no solo afectó el desarrollo, sino que también pudo haber sido un factor determinante en el acortamiento de la esperanza de vida. Se concluye que las disrupciones fisiológicas en la infancia dejaron una huella duradera en la salud y la supervivencia de esta población para el periodo investigado.

Palabras clave: bioarqueología, condiciones de vida, crecimiento, estrés fisiológico, salud.

Abstract

This biocultural study explores the living conditions and health impacts experienced by a sector of the Early Muisca population (1750-900 BP) interred at the Nueva Esperanza archaeological site. Five indicators of biological disruption were evaluated in 73 individuals, including growth velocity, stature, and the presence of porotic hyperostosis, cribra orbitalia, and dental enamel hypoplasia. A Multiple Correspondence Analysis (MCA) revealed an association between demographic variables and the prevalence of these indicators, which were, in turn, linked to delays in growth velocity among non-adults. The high infant and young adult mortality observed in the sample suggests that early biological stress not only affected developmental processes but may also have played a significant role in reducing life expectancy. We conclude that physiological disruptions during childhood left a lasting imprint on the health and survival of this population during the period under study.

Keywords: bioarchaeology, growth, health, living conditions, physiological stress.

Introducción

Los estudios arqueológicos en Nueva Esperanza (NES), Soacha (Cundinamarca) revelan que el periodo Muisca Temprano (MTE), comprendido entre el 1750 y el 900 AP, fue de intensa actividad social. Este dinamismo surgió tras una fase de consolidación en la organización económica y en el orden político, lo que impactó en la estructura comunitaria del sitio. Varias evidencias lo demuestran: la modificación en la frecuencia y en la distribución de la cerámica, que indica una mayor preparación y consumo de alimentos; la alta presencia de volantes de huso, que sugiere un desarrollo significativo en el hilado textil; el notable número de entierros y la modificación en las viviendas, así como sus esfuerzos constructivos, revelan un aumento demográfico y una expansión de la población por toda la terraza durante

este periodo (Argüello *et al.* 2019; Castro *et al.* 2020; González 2016; Lizcano 2023; Rivas 2021; Romano 2018 y 2023).

El nicho ecológico fue un factor determinante para el desarrollo de la comunidad. El entorno ofrecía abundantes recursos para la agricultura, la caza y la recolección, gracias a su topografía de terraza coluvial; la cercanía a importantes fuentes de agua, la altitud y el clima de alta montaña ofrecían un mosaico de vegetación de bosques naturales y suelos fértiles para el cultivo (Castro *et al.* 2020; Rivas *et al.* 2023; Santa *et al.*, 2019). Durante el MTE, el ámbito social estuvo profundamente influenciado por el escenario y la economía política; con el crecimiento de la población y el número de familias, el trabajo y la producción doméstica aumentaron, convirtiéndose en el eje central de la vida cotidiana y las relaciones sociales. El prestigio y la autoridad política de los jefes locales (*psihipquas*) se sustentaban, no solo en su capacidad para garantizar la seguridad alimentaria y establecer alianzas mediante el comercio y el intercambio —lo que les permitía obtener bienes externos de alto valor simbólico, como piezas de orfebrería, esmeraldas y cerámica decorativa—, sino también en su destreza para gestionar y distribuir tanto los recursos como la producción artesanal. Esto apunta a la existencia de instituciones políticas activas, aunque sin jerarquías claramente definidas ni liderazgos consolidados (Gamboa 2013; Langebaek 2019; Lizcano 2023).

Por su parte, el estudio de Castro *et al.* (2020) sobre los datos zooarqueológicos del sitio revela que el incremento poblacional durante el Muisca Temprano (MTE) se correlacionó con una intensificación en la captación de recursos faunísticos. Esta práctica se centró en la explotación de especies de tamaño mediano y grande, principalmente el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), que constituyó la fuente de proteína más común en la dieta de la comunidad. La evidencia de osteometría dental sugiere que la cacería de venados se intensificó a medida que la población crecía en el MTE. Dado el estatus ceremonial y de alto rango que ostentaba el venado en estas comunidades, la intensificación de su consumo respalda la hipótesis de un posible cambio en el control del acceso a los recursos proteicos por parte de las élites locales.

Las diversas comunidades comenzaron a formar parte de una economía regional diversificada, caracterizada por la interacción con otros hogares, pueblos y formas más amplias de control político; de ahí que el maíz fuera uno de los productos más cultivados y consumidos, incluso, se ha reportado que las familias tenían acceso a sus propios sembrados alrededor de las áreas residenciales (Rivas *et al.* 2023; Romano 2023). El algodón fue uno de los cultivos más importantes en el sitio y era utilizado para la producción a gran escala de hilos y la manufactura de

textiles (Romano 2023). En este contexto, es plausible considerar que dicho modo de subsistencia demandaba un esfuerzo físico sostenido por parte de la población, con la realización de tareas repetitivas, trabajos y actividades que implican desplazamientos frecuentes a través de terrenos abruptos y montañosos, enmarcadas además en el cumplimiento de responsabilidades y roles sociales específicos a lo largo de toda la vida (Marulanda 2020 y 2023).

En el estudio paleodemográfico efectuado para el periodo MTE, se calculó una esperanza de vida al nacer (e_0) de 20,1 años, una tasa bruta de mortalidad (TBN) de cincuenta muertes por cada mil habitantes, y una tasa de mortalidad infantil (q_0) de 68 defunciones en menores de un año por cada mil nacimientos. Los parámetros demográficos que se obtuvieron pudieron indagar sobre la dinámica poblacional y las causas probables que inciden en la mortalidad, con base en una tasa de crecimiento positiva ($r = 0,020$), obtenida a partir de los correlatos arqueológicos del sitio (Marulanda *et al.* 2021). El perfil demográfico mostró que las curvas de mortalidad y supervivencia, así como la probabilidad de morir a una edad específica, indicaban un “riesgo constante”, fenómeno conocido en bioarqueología como *fragilidad heterogénea* (Vaupel *et al.* 1979).

Asimismo, la cantidad significativa de no adultos de todas las edades da cuenta de una población con alta presión demográfica, con alta natalidad y mortalidad —que es lo esperado para un régimen antiguo—, en el cual aproximadamente el 30% de los niños morían antes de cumplir un año y la mortalidad de menores de diez años podía llegar casi a un 50% de las defunciones (Livi-Bacci 2002). Marulanda *et al.* 2021 discutieron cómo estas tasas de mortalidad pueden estar relacionadas con periodos críticos del desarrollo, consecuencias biológicas a largo plazo que ocurren en la adultez, y con cuestiones culturales. En un trabajo posterior, se examina desde la teoría de historia de vida, la experiencia en la trayectoria y el costo biológico de algunos individuos, al lograr llegar a edades más allá de los 45 años en NES (Marulanda *et al.* 2022).

El objetivo de este trabajo es evaluar cinco indicadores de disrupción biológica en una muestra de individuos de ambos sexos y de todas las edades de NES (predio Enel Codensa). Por medio de este análisis, se busca discutir las condiciones de vida y el impacto en la salud de las personas durante el periodo MTE (1750-950 AP), adoptando un enfoque biocultural. Esta investigación se fundamenta en la idea de que los individuos y los grupos se desarrollan dentro de procesos, relaciones sociales y contextos culturales específicos; estos, a su vez, se vinculan con esferas estructurales y procesos históricos regionales que dejan su huella en los restos óseos humanos recuperados de contextos arqueológicos.

Las disrupciones biológicas o fisiológicas, las cuales han sido definidas como las respuestas del esqueleto humano frente al estrés (Goodman *et al.* 1984), son observadas empíricamente, por medio de diversos indicadores (los escogidos para esta investigación se explicarán más adelante). Dicho estrés afecta el equilibrio biológico de los individuos, así que el análisis implica evaluar las interacciones entre patógenos, nutrientes, comportamientos económicos, interacciones ambientales y estructuras sociales que alteran la homeostasis biológica, a pesar de que se ha demostrado que su sistema social y cultural pudo actuar como un amortiguador, al permitir una gestión eficiente de los recursos y la seguridad alimentaria (Goodman y Martin 2002; Leatherman y Goodman 2020). Los datos paleopatológicos, paleoepidemiológicos y paleodemográficos de la población de NES han confirmado un delicado equilibrio entre adversidad, resiliencia y desafíos significativos. Asimismo, todos estos trabajos han buscado profundizar en la *fragilidad heterogénea*, a la vez que han otorgado visibilidad a las experiencias de vida acumuladas en hombres, mujeres y niños de todas las edades, que rara vez fueron destacados en las crónicas históricas de los europeos (Marulanda 2020; Marulanda *et al.* 2022; Rivas 2021; Romano 2023).

El modelo de estrés sistémico

Los indicadores de disrupción fisiológica o biológica se evalúan a partir del modelo de estrés sistémico, el cual, al estar estandarizado, ha permitido desarrollar una comprensión integral de los procesos de adaptación en poblaciones pretéritas (Goodman *et al.* 1984; Goodman y Martin 2002; Márquez 2006; Steckel *et al.* 2018). En este marco, el estrés se entiende como la alteración de la homeostasis, es decir, del mantenimiento de condiciones internas estables que aseguran el equilibrio funcional del organismo. Esta disrupción puede originarse como consecuencia de perturbaciones tanto internas como externas (Goodman *et al.* 1988; Temple y Goodman 2014). El modelo de estrés general aplicado al estudio de poblaciones antiguas plantea que un agente específico —o la combinación de varios—, identificado como la causa de la perturbación fisiológica, puede generar respuestas asociadas a la plasticidad biológica del organismo; dichas respuestas representan intentos de ajuste y resistencia frente a las adversidades a corto, mediano o largo plazo, las cuales pueden derivarse de factores ideológicos, culturales, sociales, políticos, ambientales y genéticos (Barker 1997; Goodman y Martin 2002; Leatherman y Goodman 2020; Márquez 2006).

Se enfatiza entonces en el rol de las restricciones ambientales, el entorno social, económico y político en el abastecimiento de los recursos necesarios para la supervivencia. De ahí que los factores estresantes de un entorno sean susceptibles de filtrarse a través del sistema cultural, y en estos casos el individuo puede presentar una respuesta biológica al estrés, observable a nivel tisular, ya sea en huesos o en dientes (Goodman y Martin 2002; Larsen 2015, 7-8). El estudio simultáneo de múltiples indicadores aproxima a una comprensión de la salud, la enfermedad y la nutrición (Goodman *et al.* 1988; Goodman y Martin 2002; Steckel *et al.* 2018). Larsen manifiesta que “el estrés elevado y la consiguiente alteración de la homeostasis pueden conducir a un estado de deterioro funcional, lo que resulta en una disminución del desarrollo cognitivo y de la capacidad laboral” (2015, 7, traducido por las autoras). Esta reducción puede resultar perjudicial si limita la adquisición de recursos esenciales para el sostenimiento del individuo, la población y la sociedad. Al mismo tiempo, los individuos están sujetos a las estrategias propias de la historia de vida, que implican compensaciones energéticas (*trade-offs*) entre la inversión destinada al crecimiento, la reproducción y el mantenimiento del sistema inmunológico que se desarrollan desde las primeras etapas de la vida (Bogin 2021, 191-193; Wells y Stock 2020). Estas nociones se han enriquecido con otras perspectivas teóricas que han abordado el impacto de la homeostasis y la carga alostática, así como con el enfoque de los Orígenes del Desarrollo de la Salud y la Enfermedad (DOHAD), el cual establece la relación entre las condiciones de vida temprana —desde la etapa fetal hasta la infancia— y los patrones de morbilidad y mortalidad en etapas posteriores (Barker 1997; Bogin 2021).

Indicadores óseos de disrupción fisiológica evaluados en este trabajo

El *estatus del crecimiento* es un indicador primordial de disrupción fisiológica, reconocido por su alta sensibilidad para reflejar la salud y el bienestar de una población. Este proceso implica compensaciones energéticas donde se reduce la inversión en crecer, para priorizar otras funciones esenciales (Wells y Stock 2020). Numerosos estudios han vinculado el crecimiento deficiente con la baja disponibilidad de nutrientes, infecciones, inseguridad alimentaria y condiciones de vida precarias (Bogin 2021, 332-334). Por su parte, Márquez (2006) señala que la variación en la estatura y sus posibles causas no se vinculan únicamente a la adaptación biológica, sino también a modificaciones en la actividad física, la dieta y las cargas

de trabajo intensas; factores que, al interactuar, pueden favorecer la selección de un somatotipo adaptado a condiciones ambientales adversas (Larsen 2015, 9-11). De hecho, la *estatura adulta* terminal representa la culminación del crecimiento ontogenético, el cual se produce a lo largo de varias etapas, siendo un indicador clave para aproximaciones sobre la salud y la nutrición de sociedades históricas y contemporáneas, con efectos generacionales tanto genéticos como epigenéticos (Bogin 2021, 12-18).

Por su parte, la *hiperostosis porótica* (HP) y la *cribra orbitalia* (CO) corresponden a lesiones craneales anormales producidas por la expansión de la médula ósea como respuesta a una deficiencia de los glóbulos rojos o de la hemoglobina, ya que el problema subyacente es el desarrollo defectuoso de eritroblastos que resulta en hiperplasia eritroide de la médula ósea (Ortner 2003, 102-103). En la actualidad se continúa aceptando en el ámbito paleopatológico que las lesiones poróticas se desarrollan en todas las enfermedades metabólicas y endocrinas; sin embargo dichas lesiones óseas no surgen simplemente como respuesta a la presencia de anemia¹; más bien como una respuesta inflamatoria, o también pueden desarrollarse después de la reabsorción del hueso, en respuesta a la hiperplasia de la médula y a la necesidad funcional de aumentar la superficie de la médula hematopoyética (Brickley 2024); de hecho, la etiología multicausal de ambas condiciones aún es tema de investigación latente (McIlvaine 2015; Walker *et al.* 2009). No obstante, existe un consenso generalizado en que la HP y CO observadas en muestras esqueléticas arqueológicas son, en la mayoría de los casos, consecuencia de anemia (Larsen 2015, 39-40); dado que los tipos de dicha condición por deficiencia tanto de hierro como de vitamina B12 y de ácido fólico, suelen ser circunstancias de producción sanguínea reducidas, inadecuadas e insuficientes. El hierro es considerado un elemento esencial de la hemoglobina, por lo que es un componente clave del transporte de oxígeno; por tanto, la deficiencia de dicho mineral es la causa más común de anemia, debido a la pérdida de sangre, las dietas pobres en hierro y la malabsorción gastrointestinal de este elemento (Oxenham y Cavill 2011).

Por su parte, la hipoplasia del esmalte dental (HED) se define como una deficiencia en el grosor del esmalte debido a algún tipo de disrupción durante la formación de la superficie de la corona, conocida como *amelogénesis*, es decir, durante el desarrollo fetal y los primeros años de vida estos defectos se manifiestan

1 Para Brickley, el término *anemia* describe “un amplio grupo de afecciones en la que el oxígeno transportado a los tejidos se reduce por debajo de un nivel que satisface las necesidades fisiológicas” [traducción de las autoras 2024, 90].

más comúnmente como ranuras transversales o surcos a través de la superficie del esmalte, pero también pueden aparecer como pozos irregulares (Hillson 2014, 174-175; Steckel *et al.* 2018). En el caso de los dientes, la respuesta a esta disrupción consiste en una disminución o interrupción de la actividad de los *ameloblastos*, que son las células responsables de la deposición y maduración del esmalte, que se refleja en un reducido grosor o espesor del esmalte (Goodman y Martin 2002). Los dientes se forman y mineralizan durante los primeros años de vida del individuo y por su naturaleza y características intrínsecas; a diferencia del tejido óseo, no cambian ni se remodelan a lo largo de la vida (Hillson 2014, 42-46). Por ello, la HED indica periodos de estrés fisiológico profundo durante los primeros años de vida de un individuo, y al tener causas multifactoriales, se debe interpretar como indicador no específico de estrés, posiblemente relacionado con una variedad de trastornos locales y sistémicos (Goodman *et al.* 1988).

Métodos

Se analizaron 73 enterramientos excavados al suroriente de NES, predio intervenido por Enel Codensa S.A (figura 1). La serie ósea se encuentra bajo resguardo del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH); la mayor parte de los datos fueron recolectados en el laboratorio de bioantropología de la Unión Temporal ACON-Ingedis Nueva Esperanza, durante los años 2014 y 2015. Posteriormente, se volvieron a tomar nuevos datos en el 2017, en las instalaciones del ICANH sede Puente Aranda, donde se encuentra resguardada toda la colección NES. Para la selección de la muestra se trabajó con los cuerpos esqueletizados que contaban con información asociada con el periodo MTE (1750-950 AP), de acuerdo con la metodología de clasificación de rasgos establecida para el sitio (Argüello *et al.* 2019; Huertas *et al.* 2019). También en dicha área fue posible recuperar los individuos que tenían las mejores condiciones de preservación; estos se excavaron en enterramientos directos e indirectos con nichos laterales. El sector de Enel Codensa fue objeto de fechamientos por radiocarbono; las dataciones que corresponden al MTE se encuentran en la tabla 1.

La estimación del sexo² en adultos se realizó por observación macroscópica, a partir de características morfológicas en cráneo, pelvis y morfometría poscraneal

2 A lo largo de este artículo, adoptaremos la distinción conceptual entre sexo y género, siguiendo la posición de que se centra en todo el trabajo de Agarwal y Wesp (2017). Los términos hombre y mujer

(Bruzek 2002; Klales *et al.* 2012; Walker 2008). La edad en no adultos se estimó a partir del desarrollo dental, regresión mediante osteometría, madurez y desarrollo óseo (AlQahtani *et al.* 2010; Cunningham *et al.* 2016). En adultos, mediante cierre de suturas craneales (Meindl y Lovejoy 1985) y cambios en articulaciones (Brooks y Suchey 1990; Buckberry y Chamberlain 2002). Todos los individuos se clasificaron en siete grupos de edad: menores a un año, infantes (1-2,9 años), niños (3-12,9 años), adolescentes (13-19,9 años), adulto joven (20-34,9 años), adulto de mediana edad (35-49,9 años) y adulto mayor (≥ 50 años).

La velocidad del crecimiento y la estatura son indicadores del estrés acumulado a lo largo de la vida. Para ello se registró la longitud de la diáfisis del fémur (en especial del izquierdo) en aquellos individuos en los que aún no había terminado el proceso de crecimiento y cierre epifisiario, y se tomó como referencia el modelo de Márquez *et al.* (1998). El cálculo de la estatura en adultos se estableció a partir de la fórmula de Genovés (1967), tomando como referencia el fémur, especialmente el izquierdo, solo para los individuos mayores de veinte años.

Para la evaluación de los indicadores de disrupción biológica se obtuvo la prevalencia n/N para un abordaje paleo-epidemiológico (Waldron 1994) de la CO, HP y de la HED, de acuerdo con el modelo de estrés sistémico (Steckel *et al.* 2018). Para la CO, el grado cero (0) se registra para los casos donde no es observable por tafonomía, falta de elemento óseo u otras causas; el grado uno (1), cuando hay presencia de por lo menos una órbita para su valoración y hay ausencia de esta manifestación ósea; el grado dos (2), cuando se observa en una o en ambas órbitas un grupo de pequeños orificios que cubren un área pequeña de aproximadamente $\leq 1 \text{ cm}^2$, y el grado tres (3) cuando es un área sustancial que está cubierta por pequeños agujeros, con una tendencia a agruparse en un espacio mayor a 1 cm^2 (Steckel *et al.* 2018). Para la HP, el grado cero (0) se registra cuando por cuestiones de tafonomía o falta de elemento óseo u otras causas, no es posible realizar la observación; el grado uno (1) cuando hay ausencia de la manifestación ósea; el grado dos (2) cuando hay presencia de ligeras “picaduras” o porosidades en los parietales; y el grado tres (3), cuando existe una lesión parietal grave con expansión excesiva del hueso (Steckel *et al.* 2018). Finalmente, para el caso de las hipoplasias del esmalte dental (HED), dado que las lesiones hipoplásicas son más frecuentes en los incisivos y en los caninos, la puntuación de los defectos solo fue observada

.....
se utilizarán para la designación del sexo biológico. En contraste, las construcciones sociales de género —que aluden a roles, comportamientos y atributos socialmente apropiados— serán referidas mediante los términos masculino y femenino.

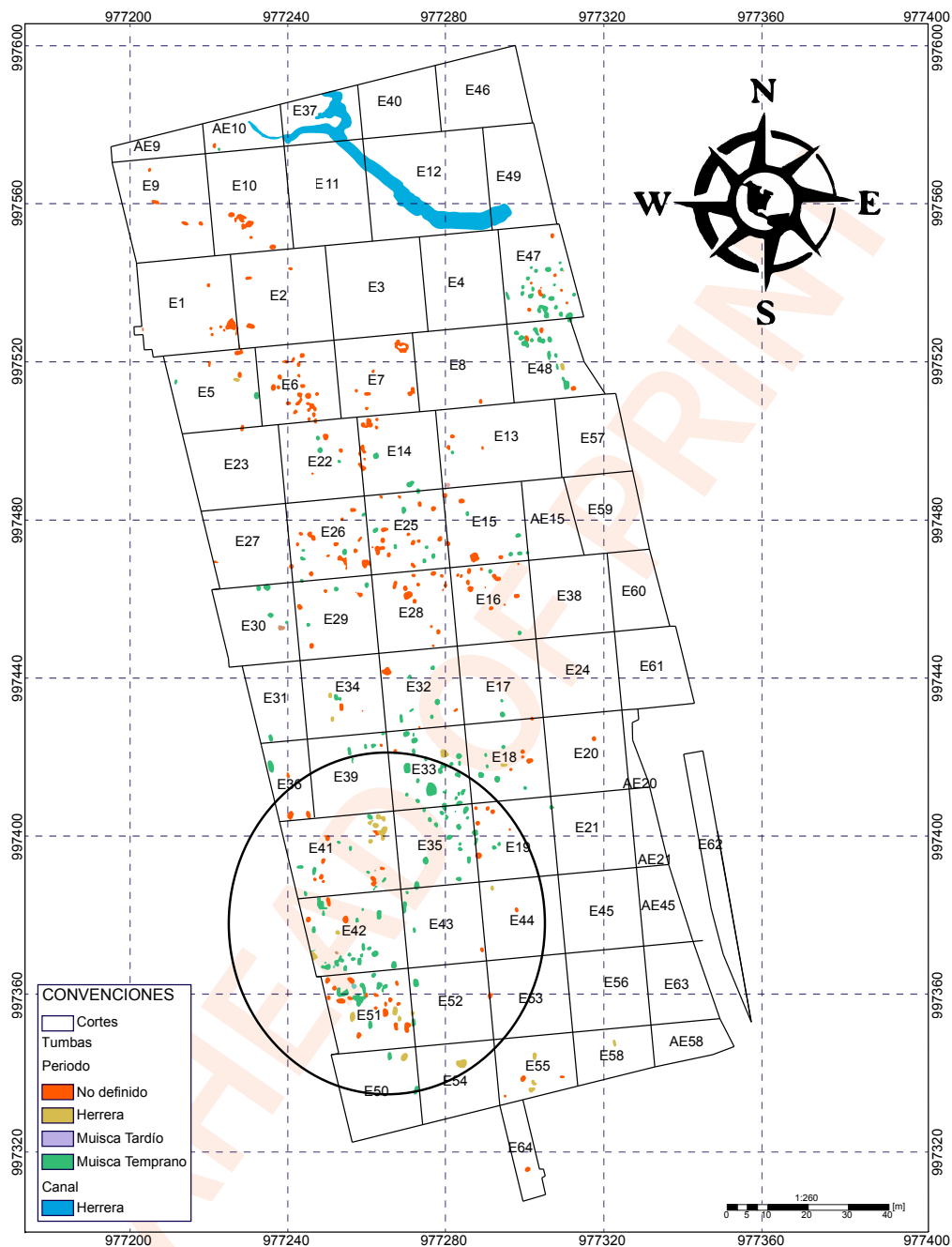


Figura 1. Detalle del sector excavado por Enel Codensa donde se observa la concentración de los depósitos mortuorios para el MTE (puntos verdes)

Fuente: adaptado de Santa *et al.* (2019).

en estos dientes: se registra grado cero (0) cuando la pieza dental está ausente o presenta pérdida sustancial de la altura de la corona de más del 50 %, debido al desgaste u otras causas; grado uno (1) cuando no se observa la presencia de líneas de hipoplasia del esmalte que se puedan sentir con la uña; grado dos (2) cuando se puede observar una línea hipoplásica clara; y grado tres (3) al observar dos o más de estas líneas (Steckel *et al.* 2018).

Se llevaron a cabo pruebas de X^2 , fijándose un valor de significancia $P < 0,05$, y se recurrió a efectuar el análisis de correspondencias múltiples (ACM), con la finalidad de buscar las relaciones entre el sexo y la edad con las variables de disrupción biológica y reducir los datos originales a una forma bidimensional. Los cálculos estadísticos se efectuaron en el programa IBM SPSS Statistics versión 26.

Tabla 1. Fechas para el Muisca Temprano en el sector Enel Codensa

Beta	Muestra	Edad de medida radiocarbono	C13/C12	d15N=	BCE /CE	Periodo cultural
424195	E15/J7/N5/ R1/T3	1150 +/- 30 BP	-26,6 o/oo		885 - 996CE and 1005 - 1013 CE	Muisca Temprano
424208	E19/B4/N3/ R28	1110 +/- 30 BP	-27,0 o/oo		879 - 1013 CE	Muisca Temprano
424209	E42/C10/N3/ I3/	1000 +/- 30 BP	-25,4 o/oo		983 - 1152 CE	Muisca Temprano
424199	E48/G9/N6/ R15/T8	990 +/- 30 BP	-26,3 o/oo		1025 - 1160 CE	Muisca Temprano
424194	E15/A1/N2/ R19/T14	980 +/- 30 BP	-29,5 o/oo		1028 - 1163 CE 1170 - 1175 CE	Muisca Temprano
424200	E51/A5/N2/ R10/T5/I12	960 +/- 30 BP	-25,8 o/oo		1032 - 1190 CE	Muisca Temprano
424207	E51/D1/N2/ HP95	940 +/- 30 BP	-24,5 o/oo		1025 - 1160 CE	Muisca Temprano
424205	E51/G8/N2/ R6/T7/I14/ OH	790 +/- 30 BP	-24,2 o/oo		1360 - 1379 CE	Muisca Temprano
424204	E51/F3/N2/ R24/T40/I56	890 +/- 30 BP	-24,2 o/oo		1150 - 1268 CE	Muisca Temprano

Beta	Muestra	Edad de medida radiocarbono	C13/C12	d15N=	BCE /CE	Periodo cultural
424196	E43/C3/N1/HP8	840 +/- 30 BP	-25,4 o/oo		1189 - 1279 CE	Muisca Temprano
424201	E51/D7/N2/R16/T12/I19	810 +/- 30 BP	-25,3 o/oo		1217 - 1287 CE	Muisca Temprano
424210	E51/H2/N2/R25/T31/I40	810 +/- 30 BP	-12,0 o/oo	+8,4 o/oo	1169 - 1270 CE	Muisca Temprano
424205	E51/F3/N2/R24/T37/I48	770 +/- 30 BP	-23,9 o/oo		1225 - 1310 CE	Muisca Temprano
424211	E42/B9/N3/R93/T38/I1	680 +/- 30 BP	-12,1 o/oo	+10,5 o/oo	1270 - 1390 CE	Muisca Temprano

Fuente: Adaptado de Calderón y Rivas (2021, 586), Calderón *et al.* (2019) y Santa *et al.* (2019).

Resultados

La tabla 2 muestra la distribución de las categorías de edad según el sexo y sus porcentajes con respecto al total. La figura 2 revela que la proporción de menores de un año, infantes y niños es alta, y, en particular, la categoría de infantes es la más numerosa de este grupo. Por otro lado, la categoría de adultos jóvenes también supera ligeramente a los adultos de mediana edad y a los adultos mayores, siendo estos últimos el grupo menos representado, con solo un 2,7 %. Finalmente, se observa una notable disparidad por sexo: las mujeres constituyen un 31,5 % de la muestra, mientras que los hombres representan el 17,8 %.

Tabla 2. Composición de la muestra de estudio

		≥1 año	I	N	A	AJ	AME	AM	Adulto	Total
No observable	n	11	17	7	2	0	0	0	0	37
	%	15,1	23,3	9,6	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	50,7
Hombres	n	0	0	0	0	7	3	1	2	13
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	4,1	1,4	2,7	17,8
Mujeres	n	0	0	2	2	9	8	2	0	23
	%	0,0	0,0	2,7	2,7	12,3	11,0	2,7	0,0	31,5
Total	n	11	17	9	4	16	11	3	2	73
	%	15,1	23,3	12,3	5,5	21,9	15,1	4,1	2,7	100

Fuente: elaboración propia.

Nota: I = infante, N = niño, A = adolescente, AJ = adulto joven, AME = adulto mediana edad, AM = adulto mayor.

Porcentaje (n=73)

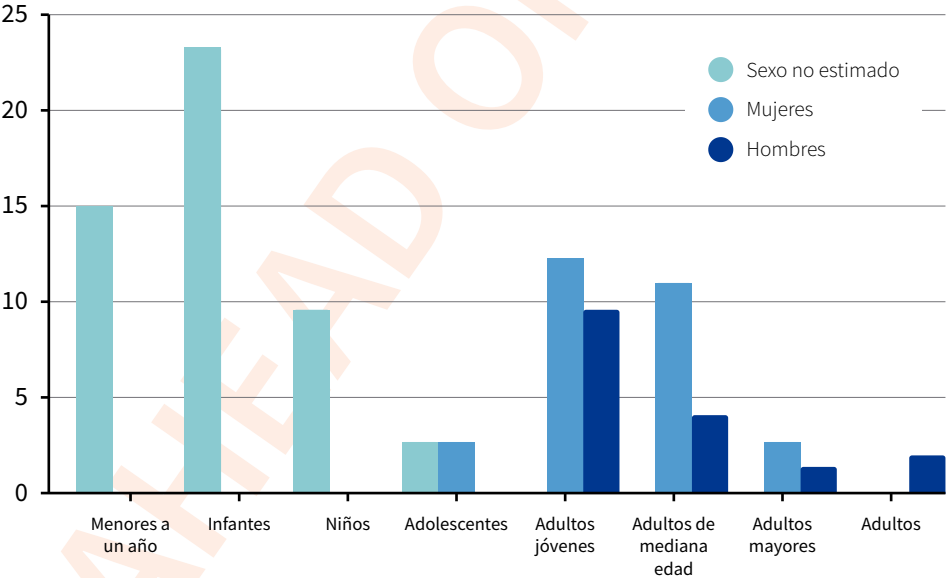


Figura 2. Distribución de la muestra

Fuente: elaboración propia.

La tabla 3 muestra los valores del patrón de crecimiento en etapas. En la figura 3 se observa una aceleración en dos momentos clave: entre los 0,5 meses y los 2 años, con un aumento promedio de 28,48 mm, y entre los 3 y los 4 años se obtiene una ganancia de 31 mm. El crecimiento se desacelera después de los cuatro años, y vuelve a repuntar entre los ocho y los diez años. La falta de datos para el grupo de 11 a 15 años dificulta un análisis completo. No obstante, los pocos casos registrados indican un crecimiento acelerado durante la pubertad, con un incremento aproximado de 131 mm en este periodo. El primer periodo de vida de los infantes está marcado por un aumento en la velocidad del crecimiento que disminuye poco después de los dos primeros años. El segundo implica otro aumento marcado durante la adolescencia, que se produce antes de que se complete la fusión epifisiaria de los huesos largos y otros elementos esqueléticos, lo que marca la madurez esquelética completa.

Tabla 3. Valores de la diáfisis femoral en no adultos para evaluar el crecimiento infantil

Edad (años)	n	%	Rango (mm)		Media		Diferencia entre longitudes (mm)
			Mínimo	Máximo	Estadístico mm	DS	
0-0,5 meses	3	14,29	69	72	70,5	1,73	-
0,6-1	4	19,05	67	87	71,52	11,54	-
2	1	4,76	-	-	100	-	28,48
3	2	9,52	147	152	149	3,53	49
4	1	4,76	180	180	180	-	31
6	1	4,76	195	195	195	-	15
7	5	23,81	154	255	210	37,2	15
8	1	4,76	205	205	205	-	5
10	1	4,76	230	230	230	-	25
15	2	9,52	355	358	361	3,53	131

Fuente: elaboración propia.

Nota: (-) valor no calculado.

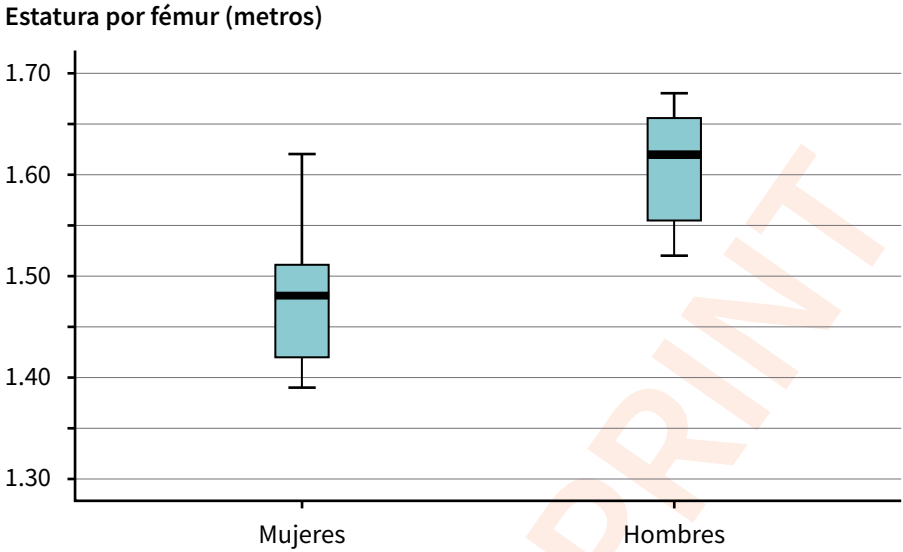


Figura 3. Comparación de la estatura entre ambos sexos

Fuente: elaboración propia.

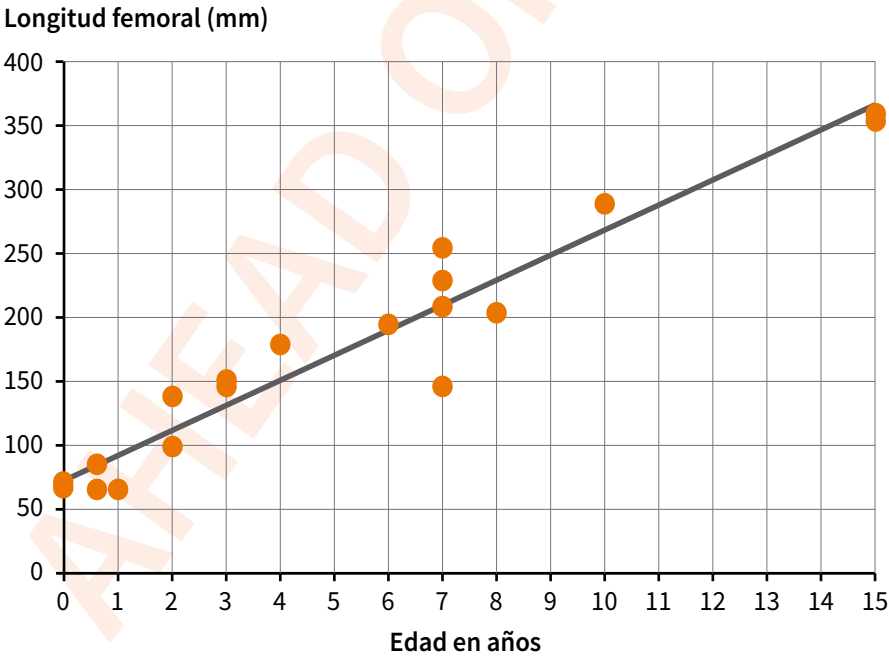


Figura 4. Estatus de velocidad de crecimiento de los menores de 15 años según longitud diafisaria de fémur y edad por desarrollo dental

Fuente: elaboración propia.

En el análisis de la estatura en adultos, se obtuvieron los siguientes resultados: para los hombres ($n = 11$), se calculó una estatura promedio de 1,60 m; para las mujeres ($n = 21$) el valor medio de la estatura estimada fue de 1,48 m. En cuanto a la distribución de los datos (véase tabla 4), tanto en hombres como en mujeres se obtuvo un coeficiente de asimetría positivo, lo que indica que en las dos muestras predominan ligeramente los valores superiores a la media; además, se calculó una curtosis platicúrtica negativa, lo que significa que los datos están más dispersos con respecto a su media, en comparación con una distribución normal. Finalmente, el análisis del estatus de la talla muestra que el 38,1 % de las mujeres tienen estaturas “bajas”, frente a un 33,3 % que está “sobre el promedio”. En el caso de los hombres, el 46,2 % presenta estaturas “altas” o por encima del promedio, en comparación con el 38,5 % que tiene estaturas bajas.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos para la variable de la estatura de acuerdo con el sexo

Sexo	n	%	Media*	Min*	Max*	DS	Asimetría	Curtosis
Mujeres	21	66	1,48	1,39	1,62	6,4	0,399	-0,357
Hombres	11	34	1,60	1,52	1,68	5,9	0,016	-1,641

Fuente: elaboración propia.

Nota: *Medidas en metros.

La figura 3 presenta la comparación de la estatura entre la muestra de hombres y mujeres, así como su variabilidad intragrupal. El diagrama de cajas revela una mayor dispersión en el grupo de las mujeres, indicando una mayor variabilidad intragrupal en comparación con los hombres. Específicamente, el rango de estaturas en las mujeres es amplio, extendiéndose desde 1,40 m hasta 1,62 m. Este rango se intercepta con el de los hombres, cuyo rango de estaturas se encuentra entre 1,52 m y 1,68 m. Es relevante señalar que no se identificaron valores atípicos (*outliers*) en ninguna de las dos muestras.

Por otra parte, la tabla 5 muestra la prevalencia y el porcentaje de la CO, HP y HED para los no adultos (hasta 12,9 años). Para la primera condición se registró una prevalencia del 27,5 %, exclusivamente en el grado moderado; para la segunda, la prevalencia fue del 14,71 %, con porosidades leves en los grupos de infantes y niños. Seguidamente, en el caso de los adolescentes y los adultos, la tabla 6 detalla una prevalencia para la CO del 21,4 %. Al igual que en los menores de 15 años, todas las huellas observadas eran ligeras y pequeñas, sin superar el grado uno. La condición fue más frecuente en mujeres que en hombres (figura 5E).

Para la HP, la prevalencia fue del 18,1 % y afectó al 15,7 % de las mujeres y al 23,7 % de los hombres (figura 5F y 5G).

Finalmente, a pesar de que se examinaron 231 piezas dentales deciduas, no se encontraron huellas de HED. De la misma manera, en los no adultos mayores de cuatro años, se registró una prevalencia del 11,5% en dientes permanentes, en los cuales se observó una línea hipoplásica bien definida en incisivos y caninos permanentes. El análisis de este indicador en adolescentes y adultos enfrentó desafíos debido a factores como el desgaste y la pérdida dental. Sin embargo, se logró obtener una prevalencia general del 28% para los incisivos y del 24% para los caninos (figura 5A, B, C y D). Al agrupar los datos por sexo, los resultados indicaron una prevalencia ligeramente más alta en hombres que en mujeres (tabla 6).

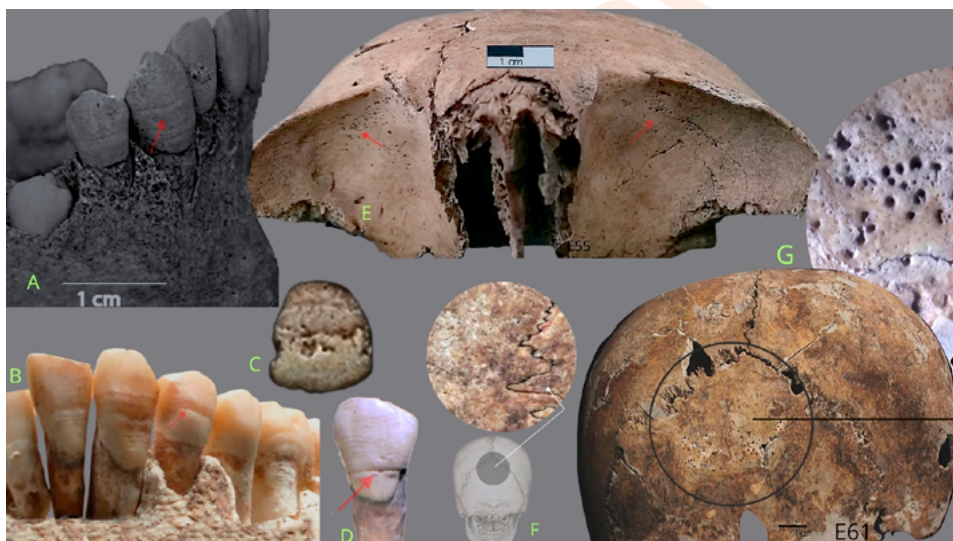


Figura 5. A, B, C y D. Nótese la línea de hipoplasia del esmalte marcada en incisivos y caninos permanentes. 5E Cribra orbitalia. 5F HP en adulto mayor y 5G HP en adulto joven
Fuente: UT Ingedisa-ACON Nueva Esperanza y fotografías propias.

Tabla 5. Prevalencia de disrupciones biológicas en los indicadores para los menores a un año, los infantes y los niños

Categoría de edad	CO		HP		HED_I		HED_C	
	n/N	%	n/N	%	n/N	%	n/N	%
Menores de 1 año	0/9	0,00	0/9	0,00	0/0	0	0/0	0
Infantes*	6/13	46,1	2/16	12,5	2/17	11,7	2/17	11,7
Niños*	2/7	28,6	3/9	33,3	1/9	11,1	1/9	11,1
Total	8/29	27,5	5/34	14,71	3/26	11,5	3/26	11,5

Nota: *Los valores para los no adultos están dados para la dentición permanente.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Prevalencia de disrupciones biológicas en los indicadores para los adolescentes y los adultos de acuerdo con el sexo

Sexo	Categoría de edad	CO		HP		HED_I		HED_C	
		n/N	%	n/N	%	n/N	%	n/N	%
Mujeres	Adolescente	0/2	0,0	0/3	0	0/3	0,0	0/2	0,0
	Adulto joven	2/6	33,3	1/8	12,5	2/8	25	2/8	25
	Adulto medio	3/6	50,3	1/6	16,7	1/2	50	1/3	33,3
	Adulto mayor	0/2	0,0	1/2	50	0/0	0,0	0/0	0,0
	n	5/16	31,25	3/19	15,7	3/13	23,1	3/13	23,1
Hombres	Adolescente	0/0	0,0	0/0	0,0	0/0	0,0	0/0	0,0
	Adulto joven	1/7	14,2	1/7	14,2	1/6	16,7	1/7	14,2
	Adulto medio	0/4	0,0	2/5	40	1/4	25	1/3	33,3
	Adulto mayor	0/1	0,0	0/1	0	0/0	0	0/0	0,0
	n	1/12	8,33	3/13	23,7	3/10	30	2/10	20
Mayores a 15 años sin asignar sexo	Adolescente	0/0	0,0	0/1	0,0	1/2	50	1/2	50
	Adulto joven	0/0	0,0	0/0	0,0	0/0	0,0	0/0	0,0
	Adulto medio	0/0	0,0	0/0	0,0	0/0	0,0	0/0	0,0
	Adulto mayor	0/0	0,0	0/0	0,0	0/0	0,0	0/0	0,0
	n	0/0	0,0	0/1	0,0	1/2	50	1/2	50
Total		6/28	21,42	6/33	18,18	7/25	28	6/25	24

Fuente: elaboración propia.

El análisis de correspondencias múltiples (ACM) permitió visualizar la distribución de todas las variables categóricas en dos dimensiones, lo que facilitó la identificación de patrones y asociaciones. Las dos dimensiones principales explican una parte significativa de la variabilidad total de los datos; de este modo, la dimensión 1 explica el 37,8% de la varianza, mientras que la dimensión 2 explica el 33,7% (tabla 7). La figura 4 visualiza las relaciones de las variables categóricas en el espacio bidimensional. De esta forma, la Dim1, representada en el eje X, mostró la distribución de las variables sexo, edad y estatura; en ella, las mujeres se ubicaron en los valores positivos, mientras que los hombres se posicionaron en los negativos. De acuerdo con el rango de edad, los adolescentes y los adultos jóvenes se encontraron en los valores negativos, mientras que las personas de mediana edad y mayores también se agruparon en los valores positivos. Por su parte, la *estatura promedio* se localizó en el extremo de los valores positivos, mientras que las *estaturas por debajo del promedio* se ubicaron en los valores negativos, cerca del punto de origen; por su parte, las *estaturas por encima del promedio* también se agruparon en los valores negativos. En suma, el eje X está actuando como un eje sociodemográfico y su función principal es organizar a los individuos y las enfermedades según las características básicas.

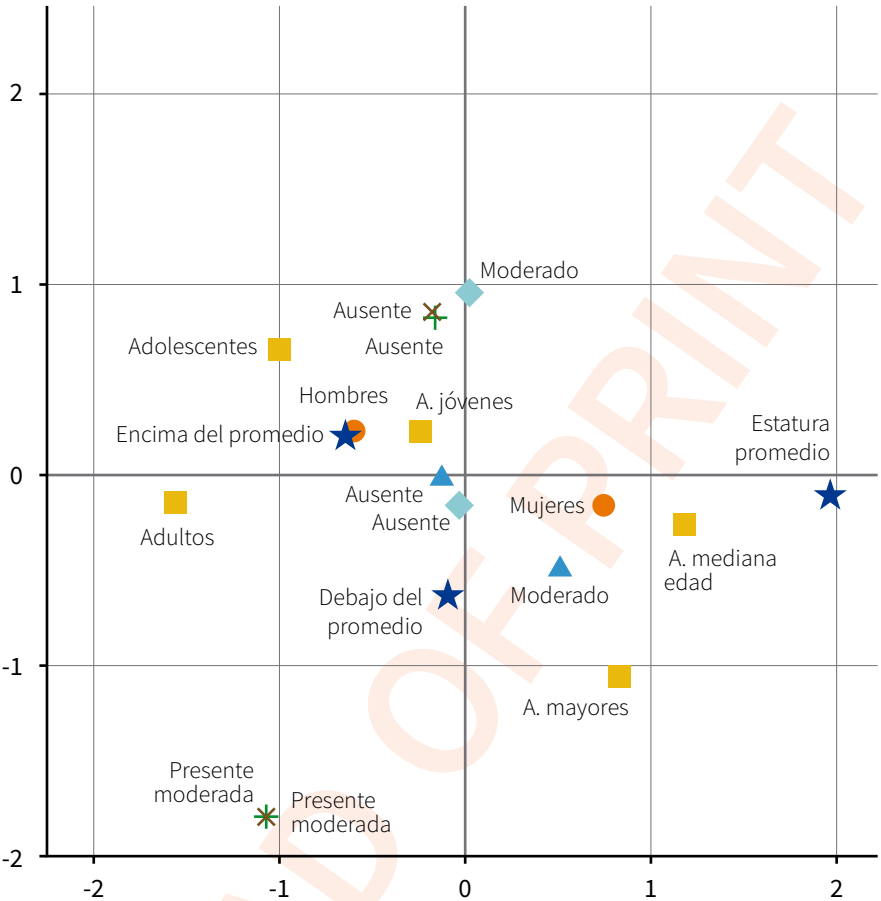
El eje Y (Dim2) del análisis, representa las variaciones entre la CO, la HP y la HED, funcionando como un “eje de salud o estrés fisiológico” que distingue mejor las enfermedades. Las HED son las variables más alejadas del origen, lo que indica un mayor grado de varianza. La presencia se ubica en el cuadrante positivo del eje Y, donde tienden a situarse los hombres. También aproxima a que estas lesiones persistieron principalmente hasta la adolescencia y la adultez joven, y se asocian con estaturas más bajas; cabe destacar que la presencia de HED en incisivos y caninos de un mismo individuo mostró el mismo patrón de respuesta. Por otro lado, la presencia de CO tiende a relacionarse con mujeres de mediana edad y estaturas bajas. En contraste, la HP, al estar más cercana al punto de origen, no muestra una discriminación por sexo ni edad. Las pruebas de asociación (χ^2) confirman una relación significativa ($P \text{ valor} \leq 0,05$) entre la HP y la CO, y entre las HED y la edad (tabla 8). Esto muestra que la presencia moderada de CO a menudo coexiste con la HP, y que las HED se asocian con la adultez temprana.

Tabla 7. Coordenadas (puntuaciones) de acuerdo con las variables analizadas en el ACM para ambas dimensiones

Variables	Prevalencia	Coordenadas del centroide	
		Dimensión	
		1	2
Mujeres	21	0,746	-0,167
Hombres	13	-0,595	0,212
Adolescentes	4	-0,990	0,653
Adultos jóvenes	16	-0,232	0,219
Adultos mediana edad	11	1,187	-0,262
Adultos mayores	3	0,839	-1,048
Adultos	2	-1,547	-0,150
CO ausente	22	-0,115	-0,034
CO presente moderada	6	0,510	-0,501
HP ausente	27	-0,034	-0,177
HP presente moderada	6	0,025	0,941
HED_I ausente	18	-0,153	0,813
HED_I presente moderada	7	-1,058	-1,794
HED_C ausente	19	-0,168	0,839
HED_C presente moderada	6	-1,058	-1,794

Fuente: elaboración propia.

Dimensión 2



Dimensión 1

- Sexo
- Rango de edad
- ★ Estatura adulta
- ▲ Cribra orbitaria
- ◆ Hiperostosis porótica
- ✕ Hipoplasia esmalte caninos
- ✚ Hipoplasia esmalte en incisivos

Figura 6. Análisis de correspondencias múltiples (ACM). Se representa la distribución de todas las variables categóricas en dos dimensiones. La Dim1 explica una varianza del 37,8%, mientras que la Dim2 una de 33,7%

Fuente: elaboración propia.

Discusión

El análisis bioarqueológico de este sector de la población del MTE de NES revela una compleja interacción entre resiliencia cultural y vulnerabilidad biológica. Como señalan Wells y Stock (2020), el crecimiento poblacional no solo impacta en el nicho biocultural de una comunidad, sino en las estrategias biológicas para priorizar la reproducción, a costa de compensarlas con desajustes en el crecimiento o mantenimiento del sistema inmunológico. Estas respuestas, que están vinculadas con la teoría de historia de vida, ayudan a comprender los vínculos entre la plasticidad del desarrollo y el nicho humano en el cual se desarrollan las personas a través de generaciones. Este marco teórico orienta a comprender toda la complejidad y heterogeneidad que puede estar oculta en la biología de los antiguos pueblos muiscas.

Durante el MTE, las tensiones sociales y políticas en la Sabana de Bogotá también pudieron influir en la salud. Un ejemplo de ello pudo haber sido el mantenimiento de sistemas agrícolas intensivos, como los camellones, los cuales requerían una considerable mano de obra y un esfuerzo constante (Rodríguez-Cuenca 2011, 85-86). Diversos autores han explorado para estas comunidades la manera en que factores como el hacinamiento, la contaminación del agua, el saneamiento deficiente de los alimentos o de su preparación, la exposición a aguas estancadas y la exposición a patógenos en un clima variable (10 °C-20 °C), pudieron aumentar la vulnerabilidad a riesgos de salud, incluyendo infecciones parasitarias y virales (p. ej. Rodríguez-Cuenca 1999 y 2011; Sotomayor 1992). Las viviendas consistían en estructuras sencillas con suelo apisonado de tierra, y probablemente, durante épocas de invierno los habitantes habrían estado expuestos a mayores riesgos de enfermedades virulentas. En suma, los resultados que presentamos en este trabajo sugieren que, a pesar de la existencia de mecanismos culturales eficientes como una agricultura intensiva, acceso a alimentos foráneos y estrategias de intercambio regional (Langebaek 2019, 115-119; Rivas *et al.* 2023; Romano 2023), estos no fueron suficientes para proteger a una proporción de los miembros de la comunidad de los determinantes sociales y ecológicos de las enfermedades y sus interacciones sindémicas. Probablemente, esta haya sido una de las causas principales para que solo “un cuarto de la población lograra alcanzar una edad mayor a 35 años”, y se presume que difícilmente se llegaba a la quinta y a la sexta década de la vida (Marulanda *et al.* 2021, 15). Las evidencias de *fragilidad heterogénea* en la serie

permiten visibilizar desigualdades relacionadas con vulnerabilidad interseccional que se cruza con la edad, el sexo y probablemente con el estatus social³.

Tabla 8. Prueba de significancia estadística X^2 para la asociación entre las variables

Hipótesis	Infantes y niños		Adolescentes y adultos	
	X^2	P	X^2	P
Asociación CO y HP	3,93	0,047	17,05	0,002
Asociación sexo y CO*	-	-	2,535	0,282
Asociación sexo y HP*	-	-	1,06	0,589
Asociación edad y CO	2,253	0,522	5,027	0,755
Asociación edad e HP	4,881	0,251	4,901	0,298
Asociación sexo y HED incisivos	-	-	3,265	0,514
Asociación sexo y HED caninos	-	-	2,012	0,734
Asociación edad y LHED Incisivos	8,548	0,201	18,995	0,015
Asociación edad y LHED caninos	7,189	0,304	18,995	0,015
Asociación CO y LHED en incisivos	0,214	0,9	2,377	0,667
Asociación CO y LHED en caninos	0,212	0,9	1,97	0,741
Asociación HP y LHED en incisivos	2,46	0,652	2,28	0,684
Asociación HP y LHED en caninos	3,4-07	0,1-82	2,899	0,575
Asociación estatura baja mujeres y CO*	-	-	5,368	0,252
Asociación estatura baja mujeres y HP*	-	-	6,861	0,143
Asociación estatura baja hombres y HP*	-	-	1,32	0,251
Asociación estatura baja hombres e HP	-	-	0,02	0,887
Asociación estatura baja mujeres y LHED*	-	-	2,725	0,605
Asociación estatura baja hombres y LHED*	-	-	0,11	0,946

Fuente: elaboración propia.

Nota: $P = p \text{ valor} \leq 0,05$. *Valores calculados solamente para adolescentes y adultos.

3 Aunque en este trabajo no se abordó la categoría acerca del estatus social de las personas, existen trabajos para el sitio desde la arqueología, como el de Lizcano (2023), y desde la bioantropología, como las tesis de Marulanda (2020) y Trujillo-Hassan (2024).

Los resultados dieron cuenta de una persistencia de HP y CO desde la infancia hasta la adultez, y aunque estas lesiones tienen múltiples etiologías, el contexto es fundamental para entender la paleoepidemiología de ambas. Walker *et al.* (2009) vinculan estas condiciones con el desarrollo, ya que los niños son más vulnerables a mantener niveles adecuados de glóbulos rojos. La prevalencia de estos indicadores, probablemente también se relaciona con condiciones de infección o sepsis; Rivas (2021) y Marulanda (2020) reportaron indicadores que se relacionan con problemas infecciosos. Esto sugiere que la población convivió con bacterias, por ejemplo, de la familia *Vibrio*, que causan diarrea aguda y deshidratación (Singer 2015, 142-144). En una época sin antibióticos ni vacunas, estas infecciones, junto con las parasitosis gastrointestinales, eran potencialmente letales (Goodman *et al.* 1988; Livi-Bacci 2002). Esta relación entre episodios de estrés nutricional, reacciones del periostio y la alta mortalidad, tanto de infantes, como de niños y adultos jóvenes, indica una “sinergia entre infección y nutrición” (Latham 2002, cap. 3). Larsen (2015, 9-11) también hace referencia a que “las personas mal nutridas son más susceptibles a infecciones, mientras que las enfermedades infecciosas reducen la capacidad del cuerpo para absorber nutrientes esenciales”; pues las enfermedades infecciosas, como las enfermedades diarreicas episódicas, también pueden contribuir al crecimiento deficiente y a circunstancias que implican un saneamiento insuficiente que, en última instancia, reduce la nutrición a nivel celular.

En mujeres jóvenes, la prevalencia de HP y CO puede estar relacionada probablemente con los mayores requerimientos de hierro debido a la menstruación, el embarazo, la lactancia, y en las adultas mayores a cuestiones relacionadas con la pérdida de densidad ósea y a múltiples causas producidas por la menopausia (Brickley 2024); por ejemplo, para el sitio se reportó HP en grado moderado en una mujer mayor a 45 años, y posiblemente dichas lesiones se encontraban “activas” al momento de la muerte (figura 5). La osteobiografía de esta persona se amplía en el trabajo de Marulanda *et al.* (2022), donde se presentan otras comorbilidades que se relacionan con el patrón de senescencia de la población; además, se discuten las vulnerabilidades inherentes de quienes lograron sobrevivir más allá de la esperanza de vida esperada. Posiblemente, la multiparidad de las mujeres en el sitio les pudo haber requerido la ingesta alta de ácido ascórbico, presente en una variedad de frutas y verduras nativas del altiplano cundiboyacense y de otras zonas con las que comerciaban (p. ej. la *Psidium guajava*, *Physalis peruviana*, la papa y batata, la yuca o los cubios) que podían dotar de vitamina C y nutrientes esenciales. Rodríguez-Cuenca (1999) hace mención de la posible vulnerabilidad de las niñas muiscas, por ejemplo, al ser destetadas antes que los niños y no recibir

los alimentos suplementarios suficientes. Para el autor, las mujeres tenían mayor vulnerabilidad de padecer enfermedades infecciosas o hipoplasias, y como factores de riesgo, menciona:

El hecho de que fueran compradas para matrimonio y formaran parte de los botines bélicos, el infanticidio de las niñas, la poliginia, la impureza ritual de las menstruantes y la inequitativa distribución de la proteína animal. (Rodríguez-Cuenca 1999, 185)

Si bien las causas de la anemia son difíciles de determinar, queda claro que pudieron estar relacionadas con dietas bajas en hierro y exposición a parásitos. El consumo excesivo de maíz sin complementos, por ejemplo, puede generar problemas metabólicos y dentales, pues el hierro no hemínico, en productos vegetales como el maíz, tiende a absorberse deficientemente por el organismo (Latham 2002, cap. 3). La ausencia de indicadores de anemia severa sugiere que el consumo de granos ricos en proteínas, fibra y minerales (p. ej. el frijol *Phaseolus vulgaris*), pudo haber contrarrestado un poco la pérdida de hierro (Rivas *et al.* 2023; Rodríguez-Cuenca 1999, 87; Trujillo-Hassan 2024).

Asimismo, las evidencias demuestran que estas disrupciones biológicas afectaron a los habitantes de Nueva Esperanza desde la infancia. La prevalencia moderada de las hipoplasias del esmalte dental en niños, adolescentes y adultos de ambos sexos coincide con un periodo crítico de crecimiento, posiblemente relacionado con el destete brusco y el inicio de la ablactación, etapas del curso de vida infantil el cual se ha calculado que pudo haber ocurrido entre los tres y los cinco años, con base en el grado de desgaste dental de las piezas deciduas de estos menores y aproximado por isótopos estables mediante datos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ and $\delta^{15}\text{N}_{\text{col}}$ obtenidos de hueso y dentina (Marulanda 2020; Marulanda *et al.* 2021; Rivas *et al.* 2023).

El alto porcentaje de no adultos menores de cinco años y de adultos jóvenes, junto con la recurrencia de indicadores de estrés temprano, también refuerza la hipótesis de que los eventos fisiológicos adversos en la infancia tuvieron efectos acumulativos y duraderos. Recuérdese que las HED son marcadores permanentes de interrupciones en el crecimiento que revelan periodos de enfermedad o malnutrición en la infancia (Goodman y Martin 2002). Esta *plasticidad biológica* puede incidir en la supervivencia, también conlleva un costo biológico a largo plazo, dado que el crecimiento durante los primeros años es sensible a las condiciones maternas y al estado nutricional. La inestabilidad en el crecimiento entre el primer y el tercer año de vida puede reflejar el desequilibrio nutricional causado por la ablactación. Por ejemplo, el individuo E42/T44/I1, de tres años, manifestó

presencia tanto de HP como de CO y crecimiento por debajo de la media. En este estudio, las disrupciones también fueron más evidentes entre los cinco y los siete años, y este periodo es crítico, ya que el cuerpo compensa el estrés biológico concentrando energía en funciones esenciales, como el desarrollo cerebral (Bogin 2021; Wells y Stock 2020). Esto se registró en el individuo E42/T35/I1, de siete años (presencia de HP y un crecimiento por debajo del promedio).

Los resultados de este estudio respaldan la hipótesis de que la estatura adulta es particularmente sensible a las disrupciones tempranas, sugiriendo que la nutrición adecuada y, en menor medida, el historial de enfermedades, son factores determinantes para el crecimiento. Se observó que una parte de las mujeres tuvieron una tendencia a presentar estaturas bajas con respecto a la estatura promedio y una menor capacidad para compensar el crecimiento perdido. Por su parte, una proporción alta de hombres jóvenes también registraron estaturas bajas, lo que coincidió con la presencia de HED y HP. Una de las descripciones fenotípicas que se han propuesto para la población muisca la presenta Rodríguez-Cuenca (1999, 64), quien argumenta que probablemente sus pobladores eran de “estatura baja, tronco largo, pecho ancho, brazos anchos y piernas cortas”. Los valores de estatura encontrados en este trabajo son muy similares a los reportados por Martínez (2005), para el sitio de Soacha-Portalegre, con rangos de 1,41 a 1,48 m para mujeres y de 1,51 a 1,60 m para hombres.

En síntesis, los cuerpos de este sector del sitio reflejan que no estuvieron exentos de *costos biológicos*. Aunque exhibieron mecanismos de resiliencia frente a las exigencias de un estilo de vida sedentario y trabajo intensivo, la alta mortalidad infantil y juvenil confirma que el estrés temprano tuvo efectos acumulativos y potencialmente letales. Por lo tanto, la plasticidad del desarrollo se vio profundamente comprometida por la historia de vida de cada uno de los individuos y los determinantes socioculturales y ecológicos de las enfermedades, que tuvieron tendencia a impactar en el mantenimiento fisiológico e inmunológico del organismo, dentro de un nicho con una fuerte carga viral y patogénica.

Al comparar estos indicadores con lo observado también por Trujillo-Hassan (2024), para una parte de la población que se ubicó en el sector sur del aterramiento durante el Muisca Tardío (véase figura 1), se puede ver que el porcentaje reportado en su trabajo en cuanto a la HP (63,8 %), es mayor que en lo reportado en el presente trabajo para el Muisca Temprano; por su parte, la CO (20 %) y la HED (4,5) son menores para el Muisca Tardío.

De la misma manera, teniendo en consideración las observaciones en otros sitios de la sabana de Bogotá, como Soacha-Portalegre (Martínez 2012) y Tibanica

(Corcione 2016, figura 3), se obtiene que la prevalencia de CO en NES del presente trabajo (24,5 %) es mayor que la de Soacha Portalegre (6,97 %), pero menor que la de Tibanica (67,1 %). Por su parte, el porcentaje de HP (18,18 %) es ligeramente similar al de Soacha (15,21 %) y menor que el de Tibanica (71,03 %). Finalmente, la prevalencia de HED en canino (24 %) es similar a la de Soacha (20,6 %) y menor que la de Tibanica (37,16 %). Estas diferencias porcentuales pueden sugerir peores condiciones de salud en periodos más tardíos del cacicazgo muisca, como el caso de Tibanica, donde se observa una mayor estratificación social, complejidad y restricciones en el acceso a recursos. Esto se respalda con el registro de una prevalencia alta, incluso en grados severos (Corcione 2016). No obstante, la muestra del presente trabajo solo corresponde a un sector del sitio, de ahí que sea fundamental seguir realizando trabajos comparativos y exploratorios, ya que las variaciones observadas también podrían ser un reflejo de la representatividad de la serie analizada.

Conclusión

En este trabajo se aplicaron métodos clásicos de bioarqueología y la teoría del estrés sistémico para el estudio paleoepidemiológico de infantes, niños, adolescentes y adultos de un sector del sitio Nueva Esperanza que vivieron y murieron durante el MTE. El análisis se centró en las disrupciones biológicas que impactaron en todas las etapas del curso de vida, en particular en las más tempranas del ciclo; aunque es probable que muchos de estos individuos se recuperaran de episodios de mala salud y superaran periodos críticos. Por eso, es fundamental continuar investigando los costos biológicos que estos eventos tuvieron en su vida adulta y la mortalidad de los adultos jóvenes. Esto permitiría comprender el impacto a largo plazo de las condiciones de vida tempranas en la salud de toda la población y de los diferentes periodos de ocupación.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al equipo de arqueología de Inerco consultoría Colombia, y a lo que una vez fue la Unión Temporal Ingedisa-ACON Nueva Esperanza. Al ICANH, por proporcionar el acceso a la serie esquelética de Nueva Esperanza, y a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por

la beca de maestría 714189 (2018-2020). Mil gracias a las personas expertas que evaluaron el artículo y al equipo editorial, ya que sus sugerencias y comentarios permitieron mejorar el presente manuscrito.

Referencias

- Agarwal, Sabrina C. y Julie K. Wesp. 2017. *Exploring Sex and Gender in Bioarchaeology*. University of New Mexico Press.
- AlQahtani, Saher, M. P. Hector y H. M. Liversidge. 2010. "Brief Communication: The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption". *American Journal of Physical Anthropology* 142 (3): 481-490. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21258>
- Argüello, Pedro, Jorge Huertas, Oscar Moreno, Francisco Romano, Tatiana Santa y Juan Vargas. 2019. "La cerámica en Nueva Esperanza". En *Arqueología de Nueva Esperanza*, editado por Tatiana Santa, Pedro Argüello y J. C. Vargas, 35-48. Enel Codensa S. A. ESP; UPTC.
- Barker, David. 1997. "Maternal Nutrition, Fetal Nutrition, and Disease in Later Life". *Nutrition* 13 (9): 807-813.
- Bogin, Barry. 2021. *Patterns of Human Growth*. 3.a ed. Cambridge University Press.
- Brickley, Megan B. 2024. "Perspectives on Anemia: Factors Confounding Understanding of Past Occurrence". *International Journal of Paleopathology* 44: 90-104. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2023.12.001>
- Brooks, S. y J. M. Suchey. 1990. "Skeletal Age Determination Based on the Os Pubis: A Comparison of the Acsádi-Nemeskéri y Suchey-Brooks Methods". *Human Evolution* 5: 227-238.
- Bruzek, Jaroslav. 2002. "A Method for Visual Determination of Sex, Using the Human Hip Bone". *American Journal of Physical Anthropology* 117 (2): 157-168. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10012>
- 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. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10130>
- Calderón, Diana, Jorge Huertas, Catherine Marulanda, Luisa Mendoza, Oscar Moreno, Sebastián Rivas y Tatiana Santa. 2019. "Bioantropología y contextos funerarios". En *Arqueología de Nueva Esperanza*, editado por Tatiana Santa, Pedro Argüello y J. C. Vargas, 35-48. Enel Codensa S. A. ESP; UPTC.

- Calderón, Diana y Sebastián Rivas.** 2021. "Funerary Contexts of Herrera and Muisca Goldwork: Recent Data from Nueva Esperanza, Sabana de Bogotá, Colombia". En *Pre-Columbian Art from Central America and Colombia at Dumbarton Oaks*, editado por Colin McEwan y John W. Hoopes, 583-585. Dumbarton Oaks.
- Castro, Sergio, María Fernanda Martínez, Francisco Romano y Leonardo Lizcano.** 2020. "Teeth Osteometry as Tool for Studying Social Complexity: Evaluating White-Tailed Deer Hunting Sustainability at Nueva Esperanza, Colombia". *Quaternary International* 557: 121-135. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.08.023>
- Cunningham, Craig, Louise Scheuer y Sue Black.** 2016. *Developmental Juvenile Osteology*. 2.a ed. Elsevier.
- Corcione, María A.** 2016. "Condiciones de vida y diferenciación social entre los muiscas: Análisis bioarqueológico de los fenómenos porosos en el cráneo. El caso de Tibanica, Soacha". Tesis de doctorado en Antropología, Universidad de los Andes.
- Gamboa, Jorge.** 2013. *El cacicazgo muisca en los años posteriores a la Conquista: del psihuqua al cacique colonial, 1537-1575*. ICANH.
- Genovés, Santiago.** 1967. "Proportionality of the Long Bones and Their Relation to Stature in Mesoamericans". *American Journal of Physical Anthropology* 26: 67-77.
- González, John.** 2016. *Propuesta de implementación del plan de manejo arqueológico, Subestación Nueva Esperanza, Soacha, Cundinamarca. Informe final*. EPM; INGETEC S.A.
- Goodman, Alan y Debra Martin.** 2002. "Reconstructing Health Profiles from Skeletal Remains". En *The Backbone of History: Health and Nutrition in the Western Hemisphere*, editado por J. Steckel y J. Rose, 11-60. Cambridge University Press.
- Goodman, Alan, T. Sweadlung y George Armelagos.** 1984. "Indications of Stress in Bone and Teeth". En *Paleopathology at the Origins of Agriculture*, editado por M. Cohen y G. Armelagos, 13-50. Academic Press.
- Goodman, Alan, T. Sweadlung y George Armelagos.** 1988. "Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical and Contemporary Population". *Yearbook of Physical Anthropology* 31: 169-202.
- Huertas, Jorge, Santiago Martínez y Tatiana Santa.** 2019. "Trabajo de campo". En *Arqueología de Nueva Esperanza*, editado por T. Santa, J. C. Vargas y P. Argüello, 27-34. Enel CODENSA S.A ESP; UPTC.
- Hillson, Simon.** 2014. *Tooth Development in Human Evolution and Bioarchaeology*. Cambridge University Press.
- Klaes, Alexandra, Stephen Ousley y Jennifer Vollner.** 2012. "A Revised Method of Sexing the Human Innominate Using Phenice's Nonmetric Traits and Statistical Methods". *American Journal of Physical Anthropology* 149 (1): 104-114. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22102>

- Langebaek, Carl Henrik.** 2019. *Los muiscas: La historia milenaria de un pueblo chibcha*. Editorial Debate.
- Larsen, Clark Spencer.** 2015. *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. 2.a ed. Cambridge University Press.
- Latham, Michael.** 2002. *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Leatherman, Thomas y Alan Goodman.** 2020. "Building on the Biocultural Syntheses: 20 Years and Still Expanding". *American Journal of Human Biology* 32 (4): 1-14. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23360>
- Livi-Bacci, Massimo.** 2002. *Historia mínima de la población mundial*. 3.a ed. Ariel.
- Lizcano, Leonardo.** 2023. *La desigualdad social en una comunidad prehispánica de la Sabana de Bogotá: el caso de Nueva Esperanza*. ICANH.
- Márquez, Lourdes, Patricia Hernández y Allan Ortega.** 1998. "Crecimiento físico en poblaciones prehispánicas de la cuenca de México". *Salud y Problema* 5: 110-121.
- Márquez, Lourdes.** 2006. "La investigación sobre la salud y nutrición en poblaciones antiguas de México". En *Salud y sociedad en el México prehispánico y colonial*, editado por Lourdes Márquez y Patricia Hernández, 15-57. Conaculta-INAH; PROMEP.
- Martínez, Igor.** 2005. "Variabilidad en el Altiplano. El caso de la estatura en Soacha y Marín". *Revista de Estudiantes de Arqueología* 3: 39-69.
- Martínez, Igor.** 2012. "La salud en poblaciones muiscas durante la transición del Período Temprano al Tardío, estudio comparativo". Tesis de maestría en Antropología, Universidad Nacional de Colombia.
- Marulanda, Catherine.** 2020. "Salud y nutrición en un segmento de la población prehispánica de Nueva Esperanza durante el Muisca Temprano (200–1000 d. C)". Tesis de maestría en Antropología Física, Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- Marulanda, Catherine.** 2023. "Aproximación a patrones de actividad en los Andes Orientales colombianos". *Expedicionario. Revista de Estudios en Antropología* 6: 35-43.
- Marulanda, Catherine, Sebastián Rivas y Diana Calderón.** 2021. "Alcances y limitantes para el análisis paleodemográfico en una población prehispánica de los Andes Orientales colombianos durante el período Muisca Temprano (200–1000 d. C)". *Revista Española de Antropología Física* 43: 11-22.
- Marulanda, Catherine, Mirna Zárate y Sebastián Rivas.** 2022. "Conociendo a los Tybachas y a las Chutquas. Vejez durante el Muisca Temprano (200–1000 d. C) de la población prehispánica de Nueva Esperanza, Soacha, Colombia". *Revista Argentina de Antropología Biológica* 24 (2): 1-22. <https://doi.org/10.24215/18536387e053>

- McIlvaine, B. K.** 2015. "Implications of Reappraising the Iron-Deficiency Anemia Hypothesis". *International Journal of Osteoarchaeology*. <https://doi.org/10.1002/oa.2383>
- Meindl, Richard y Owen Lovejoy.** 1985. "Ectocranial Suture Closure: A Revised Method for the Determination of Skeletal Age at Death Based on the Lateral-Anterior Sutures". *American Journal of Physical Anthropology* 68: 57-66.
- Ortner, Donald.** 2003. *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Academic Press.
- Oxenham, Marc Fredrick y Ivor Cavill.** 2011. "Porotic Hyperostosis and Cribra Orbitalia: The Erythropoietic Response to Iron-Deficiency Anaemia". *Anthropological Science* 118 (3): 199-200. <https://doi.org/10.1537/ase.100302>
- Rivas, Sebastián.** 2021. "Informe final: Implementación del plan de manejo arqueológico para el rescate y monitoreo del sitio Subestación Nueva Esperanza. Proyecto segundo refuerzo de red del área oriental. Línea de transmisión La Virginia-Nueva Esperanza a 500 kV. Convocatoria UP". TCE S. A. S.
- Rivas, Sebastián, Diana Calderón, Catherine Marulanda, Luisa Mendoza, Richard Scott, Simon R. Poulson y Miguel Delgado.** 2023. "Stable Isotopes and Paleodiet of the Ancient Inhabitants of Nueva Esperanza: a Late Holocene Site from Sabana de Bogotá (Colombia)". *International Journal of Osteoarchaeology* 34 (3): 1-14. <https://doi.org/10.1002/oa.3244>
- Rodríguez-Cuenca, José Vicente.** 2011. *Los chibchas: hijos del sol, la luna y los Andes. Origen de su diversidad*. IDU - Alcaldía Mayor de Bogotá, D. C.
- Rodríguez-Cuenca, José Vicente.** 1999. *Los chibchas pobladores antiguos de los Andes Orientales. Adaptaciones bioculturales*. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales; Banco de la República.
- Romano, Francisco.** 2023. "Epílogo. El desarrollo de las economías políticas en Nueva Esperanza". En *A un salto del pasado en Nueva Esperanza. Múltiples miradas al acontecer de una comunidad prehispánica. Volumen II*, editado por Francisco Romano y Alejandra Jaramillo, 302-330. ICANH.
- Romano, Francisco.** 2018. *Nueva Esperanza. 2000 años de historia prehispánica de una comunidad en el Altiplano Cundiboyacense*. EPM; Codensa S. A. ESP; UPTC.
- Santa, Tatiana, Juan Carlos Vargas y Pedro Argüello, eds.** 2019. *Arqueología de Nueva Esperanza*. Enel Codensa S. A. ESP; UPTC.
- Singer, Merrill.** 2015. *Anthropology of Infectious Disease*. Left Coast Press, Inc.
- Sotomayor, Hugo.** 1992. *Arqueomedicina de Colombia Prehispánica*. Cafam-Comisión V Centenario.

- Steckel, Richard, Clark Larsen, Paul Sciulli y Phillip Walker.** 2018. "Data Collection Codebook". En *The Backbone of Europe: Health, Diet, Work and Violence over Two Millennia*, editado por R. Steckel, C. Larsen, C. Roberts y J. Baten, 397-426. Cambridge University Press.
- Temple, Daniel y Alan Goodman.** 2014. "Bioarchaeology Has a 'Health' Problem: Conceptualizing 'Stress' and 'Health' in Bioarchaeological Research". *American Journal of Physical Anthropology* 155 (2): 186-191. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22602>
- Trujillo-Hassan, Daniela.** 2024. "Responses of the Muisca Chiefdom to Environmental Change: Social Inequality and Dietary Patterns at the Nueva Esperanza Archaeological Site (11th–16th Century)". Tesis de maestría en Artes, North Carolina State University.
- Vaupel, J. W., K. G. Manton y E. Stallard.** 1979. "The Impact of Heterogeneity in Individual Frailty on the Dynamics of Mortality". *Demography* 16: 439-454.
- Waldron, Tony.** 1994. *Counting the Dead: The Epidemiology of Skeletal Populations*. John Wiley & Sons.
- Walker, Phillip.** 2008. "Sexing Skulls Using Discriminant Function Analysis of Visually Assessed Traits". *American Journal of Physical Anthropology* 136 (1): 39-50. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20776>
- Walker, Phillip L., Rhonda R. Bathurst, Rebecca Richman, Thor Gjerdrum y Valerie Andrushko.** 2009. "The Causes of Porotic Hyperostosis and Cribra Orbitalia: a Reappraisal of the Iron-Deficiency-Anemia Hypothesis". *American Journal of Physical Anthropology* 139 (2): 109-125. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21031>
- Wells, Jonathan C. K. y Jay T. Stock.** 2020. "Life History Transitions at the Origins of Agriculture: A Model for Understanding How Niche Construction Impacts Human Growth, Demography and Health". *Frontiers in Endocrinology* 11: 325. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00325>