



ANÁLISIS FITOLÍTICO DEL CÁLCULO DENTAL PROVENIENTE DE LOS ANTIGUOS POBLADORES DE LA CUENCA DEL RÍO CHINCHINÁ, COLOMBIA

PHYTOLITHIC ANALYSIS OF DENTAL CALCULUS FROM THE ANCIENT INHABITANTS OF THE CHINCHINÁ RIVER BASIN, COLOMBIA

Viviana Andrea Yepes López¹, Jhonatan Martínez Murcia^{2,3}, Fiorella Villanueva⁴ y Juliana Gómez Mejía¹

Una variedad de microfósiles como polen, almidones, fitolitos y cianobacterias provenientes de alimentos vegetales quedan atrapados en la matriz del cálculo dental. Entre ellos se resalta el grupo de los fitolitos, cuerpos microscópicos de sílice precipitada dentro de las células o en los espacios intersticiales a lo largo de la estructura de las plantas, generando partículas mineralizadas de diversos tamaños y formas. Su identificación morfológica permite clasificarlos taxonómicamente a nivel genérico y, en ocasiones, a nivel específico, permitiendo reconstruir la dieta de individuos y poblaciones. En este trabajo, se presentan los análisis de los fitolitos recuperados, mediante un proceso físico-químico, del cálculo dental perteneciente a 22 individuos prehispánicos, los cuales ocuparon dos sitios (Palestina y El Edén) durante el periodo Temprano (<100 AC-600 DC) y Tardío (600-1600 DC) en la cuenca del Río Chinchiná, Colombia. Las asociaciones fitolíticas encontradas se asocian principalmente a morfotipos de gramíneas (trapeziformes, bilobados, en cruz y silla de montar). Además, las formas globulares equinadas son relacionadas con familias como Bromeliaceae, Cannaceae y Arecaceae. Los morfotipos asociados con afinidades botánicas se presentaron tanto en individuos femeninos como masculinos y en ambos periodos, reflejando semejanzas en el consumo de plantas. Este trabajo se constituye como la primera aproximación al consumo de plantas alimenticias a través de microrrestos vegetales en la zona, demostrando un eficaz aprovechamiento de los recursos disponibles y documentando el género *Heliconia*, el cual no había sido detectado en investigaciones arqueológicas en la región.

Palabras claves: bioarqueología, paleodieta, arqueobotánica, *Quimbaya*, fitolitos, Cauca Medio.

*A variety of microfossils such as pollen, starches, phytoliths and cyanobacteria originated from plant foods are trapped in the matrix of dental calculus. Among them, the group of phytoliths stands out, which are microscopic bodies of precipitated silica inside the cells or in the interstitial spaces along the structure of plants, generating mineralized particles of diverse sizes and shapes. Their morphological identification allows them to be classified taxonomically at the generic level and, sometimes, at the specific level, allowing the reconstruction of the diet of individuals and populations. In this work, we present the analysis of the phytoliths recovered, through a physicochemical process from the dental calculus belonging to 22 prehispanic individuals who occupied two sites (Palestina and El Edén) during the Early (<100 BC-600 AD) and Late (600-1600 AD) periods in the Chinchiná river basin, Colombia. The phytolithic associations found are mainly associated with grass morphotypes (trapeziform, bilobate, cross-shaped and saddle). In addition, globular equinate forms are related to families such as Bromeliaceae, Cannaceae and Arecaceae. The morphotypes associated with botanical affinities were present in both female and male individuals and in both periods, reflecting similarities in plant consumption. This work constitutes the first approach to the consumption of food plants through vegetable micro remains in the area, demonstrating an efficient use of available resources and documenting the genus *Heliconia*, which has not been previously detected in archaeological research in the region.*

Key words: Bioarchaeology, paleodiet, archeobotany, *Quimbaya*, phytoliths, Middle Cauca.

Los análisis de microfósiles de plantas han sido un campo de investigación creciente, desarrollado desde la primera mitad del siglo XIX (Ford 1988; Kunth 1826; Mills 1901). Los estudios de microrrestos vegetales se enmarcan en la disciplina de la arqueobotánica, la cual

abarca investigaciones que incluyen la recuperación e identificación de restos vegetales en contextos arqueológicos (Ford 1979) que permiten entender la relación entre los seres humanos y las plantas (Pearsall 1988). Además, centra sus esfuerzos en la

¹ Departamento de Antropología y Sociología, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. viviana.yepes@ucaldas.edu.co; juliana.gomez@ucaldas.edu.co

² Instituto de Investigaciones en Estratigrafía (IIES), Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. jhonatanbrs@hotmail.com

³ Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Ancón, Panamá, Panamá

⁴ Laboratorio de Palinología y Paleobotánica, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú. fiorella.villanueva.r@upch.pe

Recibido: febrero 2021. Aceptado: septiembre 2021.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562022005001102>. Publicado en línea: 7-junio-2022.

reconstrucción de paleoambientes y las dinámicas de producción de alimentos y modos de subsistencia de las poblaciones del pasado (Albert y Portillo 2014).

Los fitolitos son estructuras silíceas microscópicas formadas dentro de las células o en los intersticios existentes entre las células de los tejidos vegetales, los cuales solo se corroen y disuelven parcial o completamente cuando se someten a condiciones alcalinas durante periodos prolongados de tiempo (Albert et al. 2003). Estos cristales de sílice están conformados principalmente por dióxido de silicio amorfo (no cristalino) con cantidades variables de agua (4% al 9%) y pueden presentar pequeñas concentraciones de aluminio (Al), hierro (Fe), manganeso (Mn), magnesio (Mg), fósforo (P), cobre (Cu), nitrógeno (N) y carbono (C) (Bartoli y Wilding 1980). Las razones que explican las concentraciones de sílice en las plantas se relacionan principalmente con las condiciones del clima y del suelo, las cuales regulan la cantidad de sílice soluble disponible para la captación y capacidad de transformación en incrustaciones sólidas (Nawaz et al. 2019; Piperno 2006).

Algunos autores estudian los fitolitos extraídos de sedimentos antiguos, herramientas de piedra y piezas elaboradas en cerámica con el propósito de responder a una variedad de preguntas sobre el uso de estos materiales, el origen de la agricultura y aspectos del comportamiento humano (Pearsall et al. 2004; Piperno 2006; Piperno et al. 2004). Sin embargo, cuando el interés se centra en la dieta y alimentación en el pasado, la información extraída del suelo o de herramientas antiguas es fragmentaria y en ocasiones lleva a generar sesgos, especialmente porque estos elementos pueden contener fitolitos de plantas que no necesariamente fueron consumidas directamente por las personas. Además, excluye datos de vegetales que no fueron procesados con estos artefactos antes de su consumo (Henry y Piperno 2008). Es así que resulta de utilidad combinar el estudio de fitolitos con otras líneas de evidencia, como el análisis de isótopos estables recuperados en cerámica, que aporta datos importantes sobre el uso de esta tecnología para la preparación de alimentos tanto vegetales como animales, y permite complementar la información sobre el consumo de algunos vegetales como el maíz (Boyd et al. 2008; McClung de Tapia y Adriano-Morán 2012; Ottalagano 2019). Asimismo, los resultados de los análisis de isótopos estables en huesos y dientes humanos, en complemento con análisis de restos vegetales y faunísticos, permiten conocer datos

dietéticos de un individuo y no necesariamente de un grupo, lo que favorece comparaciones entre individuos de diferente edad, sexo y/o estatus socioeconómico, así como entre diferentes lugares y durante múltiples periodos de tiempo (Tykot 2004).

Los análisis de fitolitos permiten una aproximación a los patrones de cultivo, métodos de preparación de alimentos, realizar comparaciones con patologías dentales y ver relaciones de la dieta con diferentes enfermedades (Beck y Torrence 2006; Hardy et al. 2009; Henry y Piperno 2008). Además, en ocasiones revela el consumo de familias o géneros específicos de plantas (Leonard et al. 2015).

En Colombia, se destacan estudios de fitolitos procedentes principalmente de sedimento arqueológico (Cardona y Monsalve 2009; Castillo y Aceituno 2006; Morcote 2008; Piperno y Pearsall 1998; Posada 2017; Posada y Parra 2010). Estos análisis han permitido un acercamiento a temas tan complejos como el manejo y uso de plantas en sociedades de cazadores-recolectores (Aceituno 2002; Castillo y Aceituno 2006; Piperno y Pearsall 1998), agricultura prehispánica, uso de los suelos y reconstrucción de la historia climática (Giraldo 2018; Morcote 2018; Posada y Parra 2010).

Investigaciones recientes han incorporado la extracción de microfósiles del cálculo dental, el cual es producido por la mineralización de la placa bacteriana que se adhiere a la superficie del diente durante la vida del individuo (Hillson 1996), formado por material orgánico (aminoácidos, proteínas, carbohidratos, péptidos, lípidos y bacterias) (Delgado-Darias 2009) e inorgánicos (calcio, fósforo, sodio, magnesio, carbonatos y flúor) (Gómez 2012). Estos análisis son cada vez más utilizados como marcadores dietéticos en investigaciones arqueológicas (Dudgeon y Tromp 2014; Henry y Piperno 2008; Lazzati et al. 2016; Zhang et al. 2017). La información del consumo directo de plantas es escasa en contextos arqueológicos, pero los microrrestos vegetales en el cálculo dental han ayudado a interpretar dietas en diferentes contextos, incluyendo datos sobre el consumo de plantas en homínidos (Henry et al. 2012; 2014; Leonard et al. 2015) y la domesticación temprana de plantas en el Holoceno Inferior (aproximadamente 10000-8000 AC) (Cummings et al. 2018; Mickleburgh y Pagan 2012).

Los estudios sobre fitolitos en cálculo dental en Colombia han permitido hasta el momento tener un panorama muy general del consumo de vegetales en ciertas regiones y periodos arqueológicos (Gil 2011; Orjuela et al. 2019; Parra 2001; Ramírez y Otálora 2004; Rodríguez-Cuenca et al. 2016). En estos trabajos

se comprueba la importancia del maíz (*Zea mays*) y se destaca el uso de gramíneas, Cannaceae (familia de la achira), palmas, entre otras plantas consideradas importantes en la dieta de las poblaciones antiguas.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo identificar la afinidad botánica de las plantas consumidas por algunos individuos que habitaron la cuenca del Río Chinchiná durante el periodo prehispánico (<100 AC-1600 DC) a partir del análisis de los microrrestos vegetales (fitolitos) recuperados en el cálculo dental. Estos individuos fueron excavados en los sitios arqueológicos Aerocafé (Palestina) y El Edén (Chinchiná), ubicados en el departamento de Caldas. Los sitios se localizan en tierras semihúmedas, entre 1.300 y 1.600 msm, con temperaturas promedio de 18 a 24 °C, con suelos fértiles que favorecieron la alta productividad de cultivos en la zona del Cauca Medio, siendo fundamentales para el desarrollo de las comunidades que habitaron esta región.

Los grupos prehispánicos asentados en la cuenca del Río Chinchiná poblaron la zona desde el periodo precerámico (ca. 9000 AC) hasta la conquista (1600 DC) (Posada 2017). Este territorio, conocido tradicionalmente como “Quimbaya”, estuvo constituido por un área de más de 5.000 km², con pisos térmicos que varían drásticamente en pequeñas áreas entre cálido, templado, frío y paramuno (Friede 1963; Orjuela et al. 2019).

Los primeros pobladores del Cauca Medio, conocidos como sociedades precerámicas (9000 AC-2500 AC), utilizaron material lítico bifacial, hachas y morteros elaborados en rocas, que han permitido interpretar un destacado manejo de los vegetales, particularmente rizomas y tubérculos (Aceituno y Lalinde 2011; Aceituno y Loaiza 2007, 2008, 2010; Cano 2019; Júyar 2014). Haciendo uso de la movilidad permanente, estos grupos aprovecharon las características ambientales y los recursos de ambas vertientes de la cordillera, consumiendo alimentos como tubérculos, frutas, granos, animales del bosque y peces de río (Aceituno y Loaiza 2007; Cano 2008; Cano et al. 2013). Con el tiempo y con la disponibilidad de fuentes alimenticias predecibles, estas poblaciones se tornaron un poco más sedentarias y, al mismo tiempo, empezaron a conocer y a domesticar plantas como el maíz, la yuca y las palmas (Montejo y Rodríguez 2001; Orjuela et al. 2019). Después de la ocupación precerámica, hay un periodo de silencio arqueológico (2500–500 años AC) durante el cual no hay evidencias de asentamientos debido, probablemente, al efecto de las erupciones volcánicas que se registraron durante

esta época (Cano 2020; Cano et al. 2013; Posada 2017). Esta dinámica ecológica pudo determinar la transición hacia nuevas formas de organización social en el periodo Formativo¹ relacionadas con cambios evidentes en la cultura material, tecnología, patrones funerarios, entre otros, asociados con la agricultura, la cerámica y la orfebrería (Aceituno y Loaiza 2007; Cano 2008; Restrepo 2006).

En la zona de estudio, las ocupaciones agroalfareras se diferencian entre el periodo Temprano (o Clásico Regional) (<100 AC-600 DC) y el periodo Tardío (600-1600 DC). Durante el primer periodo, los pobladores adoptaron una economía de subsistencia basada en la agricultura, además de dedicarse a la recolección de raíces silvestres, frutos, caza y pesca como complemento de su dieta alimentaria. El periodo Tardío (600-1600 DC) se caracterizó por un evidente aumento de la población y la densidad en la ocupación de los sitios, los cuales presentan evidencias de modificación del paisaje a partir del aterrazamiento de las colinas y la construcción de tambos intercomunicados por caminos y puentes en guadua (Orjuela et al. 2019). Estas poblaciones practicaron una economía de subsistencia mixta basada especialmente en la agricultura de plantas como el maíz, fríjol, batata, algodón y palmas como *Attalea butyrecea* (Montejo y Rodríguez 2001). Los variados ambientes permitieron a estas comunidades adaptarse a zonas boscosas, especialmente en tierras con clima templado semihúmedo, manteniendo vínculos y redes de intercambio con poblaciones de toda la región andina (Cano et al. 2013).

Materiales y Métodos

La muestra utilizada en esta investigación corresponde al cálculo extraído de 22 piezas dentales permanentes correspondientes a igual número de individuos con edades superiores a 15 años (Tablas 1 y 2). Ya que la formación de cálculo está determinada por factores específicos de las poblaciones tales como la higiene bucal, la edad, la dieta y el uso de dientes como tercera mano (White 1997), se excluyeron los individuos subadultos, para tener mayor control de la muestra. Además, el amplio rango de edad favoreció la inclusión de una mayor cantidad de individuos que presentaron piezas dentales con cálculo dental.

La excavación del sitio Aerocafé estuvo a cargo del Centro de Museos de la Universidad de Caldas entre los años 2005 y 2012 y las labores de laboratorio continuaron entre los años 2007 y 2016

Tabla 1. Distribución de la muestra.
Sample distribution.

Sitio	Nº de individuos	Periodo		Sexo	
		Temprano (<100 AC-600 DC)	Tardío (600-1600 DC)	Femenino	Masculino
Palestina	16	1	15	9	7
El Edén	6	-	6	4	2
Total	22	1	21	13	9

(Herrera et al. 2016). Este proyecto formó parte de una operación de salvamento antes de la construcción del Aeropuerto del Café y comprende un área de 110 ha, en donde se identificaron claramente tres zonas topográficas: (1) superficies de cimas de las colinas, con gran concentración de evidencias arqueológicas; (2) terrazas naturales formadas en las pendientes menos pronunciadas de las laderas de las colinas, que también han sido intervenidas por los seres humanos, y (3) pendientes pronunciadas en las cuales no se

Tabla 2. Composición de la muestra discriminada por periodo, sitio, individuo, sexo, edad, diente y superficie de extracción del cálculo dental.

Composition of the sample discriminated by period, site, individual, sex, age, tooth and surface of dental calculus extraction.

Muestra	Periodo	Sitio	Individuo	Sexo	Edad	Diente	Superficie
1			Rasgo L-20 (II)	M	24-30	M ¹ D	Vestibular
2			B-5 Tumba 2	F	20-24	M ¹ I	Lingual
3			Salv. 44 tumba 2 Ind. 1	F	35-40	PM ₁ I	Lingual
4			Salv. 44 tumba 2 Ind. 2	F	40-50	PM ₁ I	Vestibular
5			Rasgo I5-80 Ind. 1	M	35-40	M ₁ D	Vestibular
6			Rasgo F3-67 Ind. 1	F	20-24	M ¹ D	Vestibular
7			Rasgo F3-67 Ind. 2	F	30-35	I ₁ I	Lingual
8	Tardío 900-1600 DC	Palestina	Rasgo F3-67 Ind. 3	M	16-20	PM ₂ D	Lingual
9			Rasgo A3-26	F	35-40	C ₁ I	Vestibular
10			Rasgo D-40	F	20-24	M ¹ I	Vestibular
11			Rasgo E2-22 Ind. 1	M	24-30	M ¹ I	Vestibular
12			Rasgo E2-22 Ind. 2	F	20-24	M ¹ I	Vestibular
13			Corte C-5 Rasgo B5-3	F	35-40	I ₁ D	Lingual
14			Rasgo E3-9	M	40-50	C ₁ I	Lingual
15			Rasgo 05, Ind. 2	M	35-40	C ₁ D	Vestibular
16	Temprano <100 AC-600 DC	Palestina	Tumba E8	M	20-24	PM ² D	Vestibular
17			Rasgo 20, Ind. 1	M	>50	PM ₁ D	Vestibular
18			Rasgo 20, Ind. 2	F	16-20	I ₁ D	Vestibular
19	Tardío 900-1600 DC	El Edén	Rasgo 28, Ind. 1	F	35-40	PM ₁ I	Vestibular
20			Rasgo 28, Ind. 2	F	24-30	PM ₁ I	Vestibular
21			Rasgo 29, Ind. 1	M	40-50	C ₁ D	Vestibular
22			Rasgo 29, Ind 2	F	35-40	PM ₁ D	Vestibular

F: Femenino; M: Masculino; M¹D: Primer molar superior derecho; M¹I: Primer molar superior izquierdo; PM₁I: Primer premolar inferior izquierdo; M₁D: Primer molar inferior derecho; M¹D: Primer molar superior derecho; I₁I: Incisivo central inferior izquierdo; PM₂D: Segundo premolar inferior derecho; C₁I: Canino inferior izquierdo; I₁D: Incisivo central inferior derecho; C₁D: Canino inferior derecho; PM²D: Segundo premolar superior derecho; PM₁D: Primer premolar inferior derecho.

ubicaron sitios arqueológicos (Herrera et al. 2016). La excavación del sitio El Edén se realizó entre los años 2016-2017 durante el proyecto de arqueología preventiva por la construcción de infraestructura vial de la Variante La Paz (Aldana et al. 2017). Ambos sitios se encuentran en la cuenca del Río Chinchiná (Figura 1), con un clima templado semihúmedo, lo cual hace que sea una zona con condiciones idóneas para el cultivo de diferentes vegetales.

Para la extracción y procesamiento del cálculo, se tuvo en cuenta el protocolo de Middleton (1993) adaptado a las características del cálculo dental humano. Asimismo, se consideró la propuesta de Zucol (2003) con algunas modificaciones. Las piezas dentales fueron limpiadas con un cepillo suave que permitiera desprender las partículas de polvo adherido a la superficie del diente antes de extraer el cálculo dental, lo que se realizó de forma manual y con ayuda de una pinza odontológica que permitió desprender el cálculo adherido a la superficie dental (Figura 2).

El depósito de cálculo fue puesto en un crisol y macerado suavemente a temperatura ambiente, sin hacer uso de reactivos. Posteriormente, las muestras fueron depositadas en tubos de ensayo, a los cuales se les adicionó ácido acético glacial al 10% durante cinco horas para disolver los cálculos. Durante el proceso, los tubos permanecieron aislados y tapados para evitar la contaminación con partículas propias del ambiente. Finalizando el procedimiento anterior, las muestras fueron puestas en el ultrasonido por 15 a 30 segundos para asegurar la disolución de las partículas del cálculo. El contenido de los tubos se tamizó y se centrifugó a 2.500 revoluciones durante cinco minutos. Este paso se realizó dos veces, cambiando el agua destilada para asegurar la eliminación de los residuos de ácido. A los residuos obtenidos se les agregó agua destilada y se fijaron en una solución de etanol para evitar la proliferación de hongos. La solución con el cálculo procesado se aplicó con una pipeta sobre el portaobjetos puesto sobre una placa de

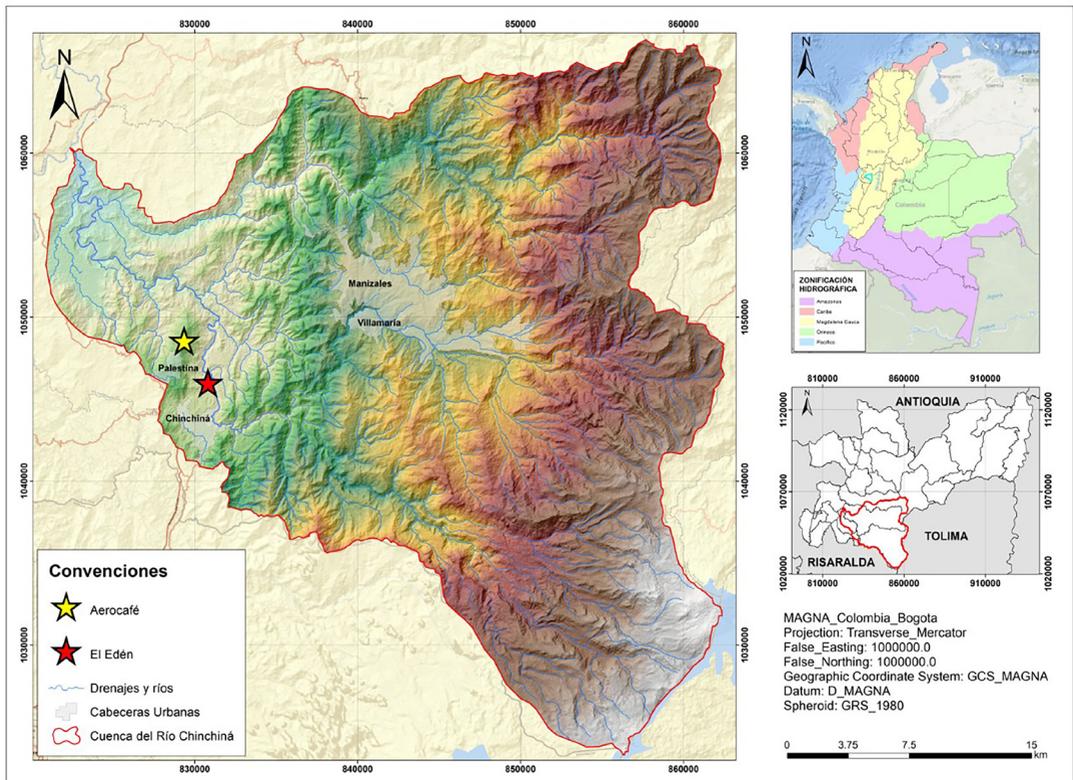


Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca del Río Chinchiná en el departamento de Caldas y de los sitios arqueológicos Aerocafé (Palestina) y El Edén (Chinchiná).

Geographical location of the Chinchiná river basin in Caldas Department as well as of the archaeological sites in Aerocafé (Palestina) and El Edén (Chinchiná).

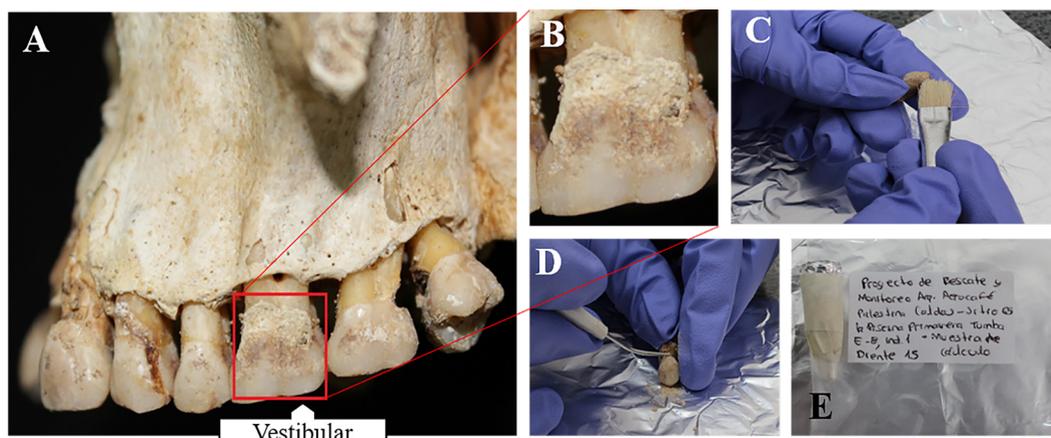


Figura 2. Procedimiento para la extracción manual del cálculo. (A) maxilar superior izquierdo; (B) cálculo en primer molar superior izquierdo; (C) limpieza de la superficie; (D) retirada manual del cálculo y (E) embalaje de la muestra en tubo Eppendorf de 1,5 ml y posteriormente puesto en una bolsa hermética.

Procedure for manual extraction of calculus. (A) left upper jaw; (B) calculus in left upper first molar; (C) cleaning of the surface; (D) manual removal of the calculus and (E) packing of the sample in a 1.5 ml Eppendorf tube and then placed in an airtight bag.

calentamiento a 70 °C por unos pocos segundos, con el fin de evaporar el agua destilada. Por último, se montó la lámina cubreobjetos sellándola con bálsamo de Canadá y manteniéndola sobre la placa calentadora a 70 °C por 12 horas (Gil 2011; Lalueza-Fox et al. 1996; Ramírez y Otálora 2004; Wesolowski et al. 2007).

Para la identificación y el recuento de fitolitos, se utilizó microscopía convencional, a través del microscopio petrográfico (marca Nikon eclipse 90i), equipado con objetivos de aumento mínimo (20x), alto (40x) e inmersión de aceite (100x). Se localizaron las partículas de sílice con el objetivo alto y posteriormente se realizó el acercamiento con el objetivo 100x, con el fin de discriminar pequeñas formas y ornamentaciones superficiales existentes. Las imágenes fueron tomadas con una cámara Nikon DS-1l con el objetivo de 100x y tratadas con el programa NIS-Elements.

La descripción de los fitolitos se realizó teniendo en cuenta los grupos según Bertoldi de Pomar (1971), el *International Code for Phytolith Nomenclature-ICPN 1.0* (Madella et al. 2005) y la clasificación taxonómica propuesta por Piperno (1988, 2006). Los datos se procesaron en el programa Tilia versión 2.6.1.

Resultados

Un total de 386 fitolitos fueron recuperados a partir del cálculo dental de 22 muestras dentales (Figura 3). Las

muestras 1, 3, 7 y 15 no presentaron recobro de fitolitos, lo cual puede estar relacionado con la poca concentración de cálculo recolectado en ellas.

Fue identificada una amplia diversidad de asociaciones fitolíticas, predominando las formas elongadas ($n=105$; 27,2%), trapeciformes ($n=62$; 16,1), globulares ($n=50$; 13%), cuneiformes-buliformes ($n=46$; 11,9%), bilobadas ($n=32$; 8,3%), silla de montar ($n=26$; 6,7%), rondel o cónicos ($n=24$; 6,3%) y paralepipedal buliformes ($n=21$; 5,4%). En menor proporción, se identificaron formas irregulares ($n=10$; 2,6%), aciculares ($n=4$; 1,0%), acanaladas ($n=3$; 0,8%), en cruz ($n=2$; 0,5%) y reticuladas ($n=1$; 0,3%).

Los morfotipos elongados son consistentes con la presencia de dicotiledóneas (Figura 4A), plantas con flor y semillas con dos cotiledones. A esta clase se asocian familias como Asteraceae (lechuga y girasol) y Solanaceae (tomates y papas), importantes para la alimentación humana. Por otro lado, los elementos elongados con estructura festoneada se asocian con la presencia de monocotiledóneas (Figura 4B), plantas con flor y semillas con un solo embrión o cotiledón. Dentro de esta división de plantas se incluyen familias como Poaceae, Cyperaceae, Arecaceae, Bromeliaceae, Cannaceae, Palmae, entre otras.

Dentro de la familia Poaceae, se reconocieron diversos morfotipos compartidos entre subfamilias, sin embargo, estos presentan características estructurales

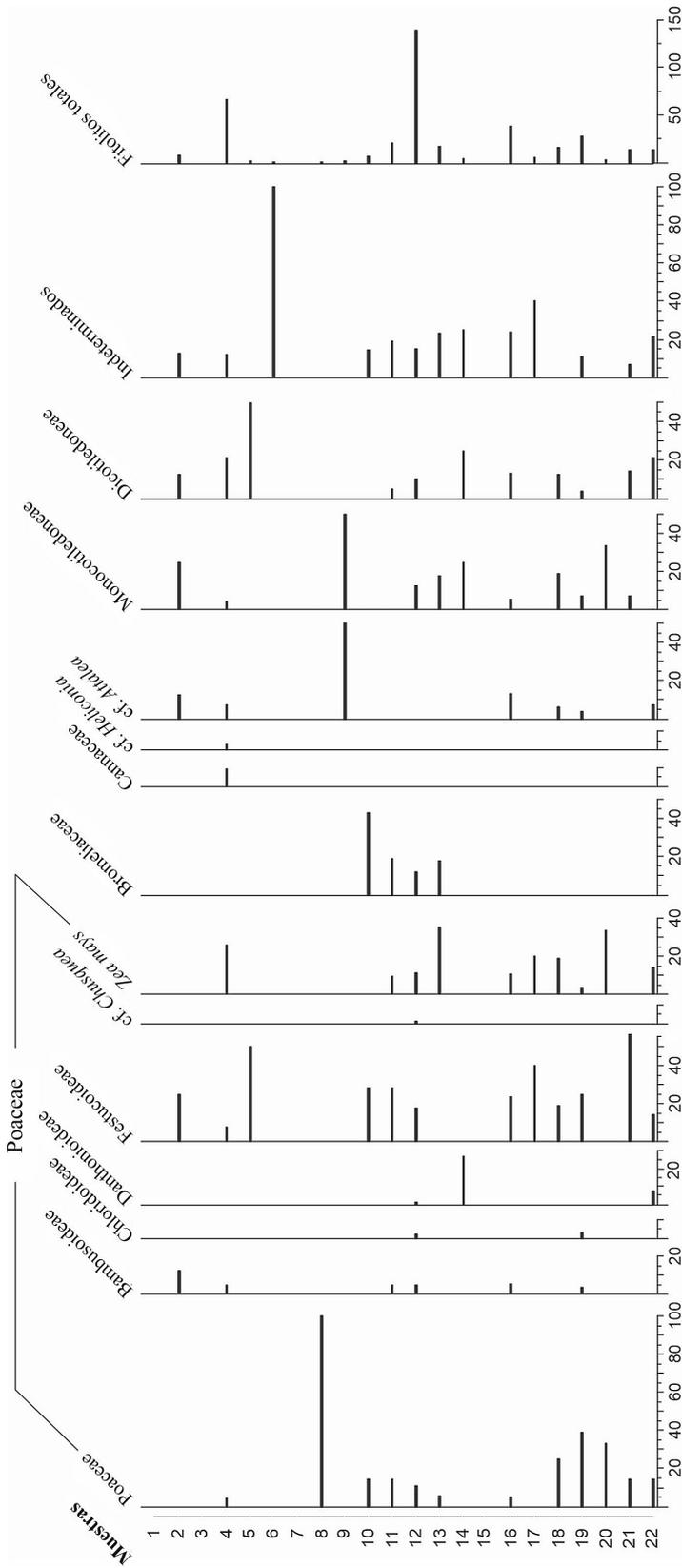


Figura 3. Distribución de los fitolitos identificados en cada muestra.
Distribution of phytoliths identified in each sample.

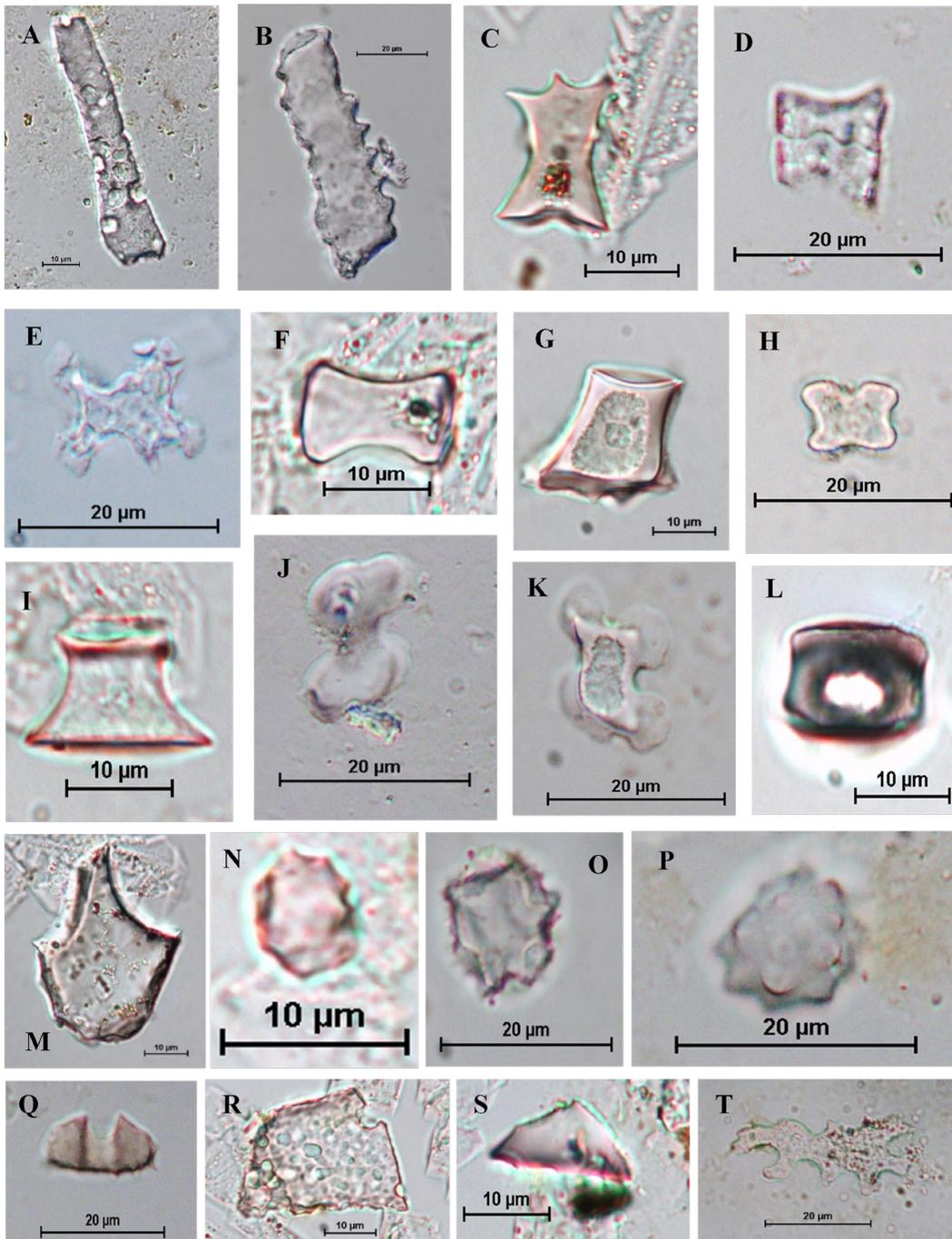


Figura 4. Afinidades asociadas a los fitolitos: (A) Dicotiledoneae: Elongado; (B) Monocotiledoneae: Elongado festoneado; (C) Festucoideae: Trapeziforme; (D) Festucoideae: Silla de montar; (E) Festucoideae: En cruz; (F) Bambusoideae: Bilobado; (G) cf. *Chusquea*: Trapeziforme; (H) Panicoideae: Silla de montar; (I) *Zea mays*: Rondel; (J) Panicoideae: Bilobado; (K) Panicoideae: En cruz; (L) Chloridoideae: Silla de montar; (M) Poaceae: Cuneiforme-buliforme; (N) Bromeliaceae: Globular; (O) Cannaceae: Globular; (P) cf. *Attalea*: Globular; (Q) Heliconia: Acanalado "Trough body"; (R) Buliforme; (S) Acicular; (T) Irregular.

Affinities associated with phytoliths: (A) Dicotyledons: Elongate; (B) Monocotyledons: Dentritic elongate; (C) Festucoideae: Trapeziform; (D) Festucoideae: Saddle; (E) Festucoideae: Cross; (F) Bambusoideae: Bilobate; (G) cf. Chusquea: Trapeziform; (H) Panicoideae: Saddle; (I) Zea mays: Rondel; (J) Panicoideae: Bilobate; (K) Panicoideae: Cross; (L) Chloridoideae: Saddle; (M) Poaceae: Cuneiform-buliform; (N) Bromeliaceae: Globular; (O) Cannaceae: Globular; (P) cf. Attalea: Globular; (Q) Heliconia: Trough-bodied grooved; (R) Bulliform; (S) Acicular; (T) Irregular.

exclusivas (p.ej., ornamentación, simetría, tamaño) que permiten clasificar y discernir entre ellas.

La subfamilia Festucoideae se relacionó con fitolitos trapeciformes (Figura 4C), con forma de silla de montar (Figura 4D) y en cruz (Figura 4E). Esta familia está compuesta por 3.000 especies aproximadamente, entre las que se incluyen cereales como el maíz (*Zea mays*) en América, el arroz (*Oryza sativa* L.) y centeno (*Secale cereale* L.) en Asia, la cebada (*Hordeum vulgare* L.) y la avena (*Avena sativa* L.) en Europa y el sorgo (*Sorghum* spp.) en África (Barnard y Frankel 1964).

La subfamilia Bambusoideae, considerada como una de las gramíneas más antiguas en el planeta con 86 géneros y 1.000 especies de bambúes, se identificó a través de fitolitos bilobados (Figura 4F) y un fitolito trapeciforme (Figura 4G) representante del género *Chusquea*. Esta familia se caracteriza por presentar estructuras vegetativas complejas que varían de acuerdo a la ubicación geográfica prefiriendo ambientes húmedos como la selva tropical y subtropical, aunque también crecen en zonas secas.

La subfamilia Panicoideae se constituye de morfotipos en forma de silla de montar (Figura 4H), tipo rondel (Figura 4I), bilobados (Figura 4J) y en cruz (Figura 4K), asignados a la especie *Zea mays*, la cual representa uno de los cereales más importantes en la alimentación humana desde tiempos prehispánicos (Piperno y Flannery 2001). Asimismo, la subfamilia Chloridoideae, constituida por 140 géneros y 1.400 especies, fue relacionada con un fitolito en forma de silla de montar (Figura 4L). Esta subfamilia es frecuente en zonas tropicales asociada a pastizales. También se recuperaron formas cuneiformes-buliformes asociadas a Poaceae (Figura 4M) sin determinación a nivel genérico debido a sus propiedades físicas.

Los fitolitos con forma globular fueron asociados a las familias Bromeliaceae (Figura 4N), Cannaceae (Figura 4O) y Arecaceae (Figura 4P). La morfología entre estas familias es similar, sin embargo, se observaron características específicas que permitieron la identificación individual entre las mismas. Dentro de Arecaceae, se identificaron morfotipos conferidos al género *Attalea*, con forma globular equinada, diámetro entre 5-18 μm , superficie lisa entre las equinas y distribución homogénea en toda la superficie. Por su parte, las Cannáceas están representadas por fitolitos semiesféricos equinados, diámetro entre 10-30 μm , equinas irregulares variables en tamaño y altura y superficie entre equinas rugulada a granulada. Por último, los elementos identificados como fitolitos de

Bromeliáceas presentaron formas esféricas equinadas muy pequeñas, diámetro de 5 μm y equinas puntiagudas.

Los fitolitos con forma acanalada *trough body* (Dickau et al. 2017) fueron conferidos al género *Heliconia* (Figura 4Q). Finalmente, los morfotipos paralepipedal buliforme (Figura 4R), aciculares (Figura 4S) e irregulares (Figura 4T) fueron clasificados como indeterminados debido a que no fueron consistentes con ningún taxón identificado previamente.

Según el sexo, se encontró mayor cantidad de fitolitos en el cálculo proveniente de individuos femeninos. No obstante, las afinidades botánicas son similares en ambos sexos. Debido principalmente a la distribución de la muestra, en donde fue analizado el cálculo dental de un solo individuo asociado al periodo Temprano (<100 AC-600 DC), no fue posible realizar una comparación que permitiera ver diferencias por periodos. Sin embargo, a diferencia del periodo Tardío, no se identificaron fitolitos relacionados a las subfamilias Chloridoideae, Bromeliaceae, Cannaceae y géneros específicos conferidos a *Heliconia* y *Chusquea* en este periodo Temprano.

La información mencionada indica que la mayor cantidad de fitolitos observados en esta investigación son consistentes con gramíneas, lo esperado ya que esta familia es la mayor productora de cristales de sílice. Además, muchos de estos fitolitos poseen propiedades de diagnóstico taxonómico. Por otra parte, su distribución es cosmopolita y se extiende desde los círculos polares hasta las zonas más bajas a nivel del mar (Piperno y Pearsall 1998).

Discusión

La remoción del cálculo dental a partir de dientes procedentes de contextos arqueológicos, y su posterior procesamiento, ha demostrado ser un medio eficaz y no destructivo para recuperar microrrestos de plantas (Henry y Piperno 2008; Leonard et al. 2015; Musaubach y Berón 2016).

La identificación de fitolitos en el cálculo dental de individuos prehispánicos de la cuenca del Río Chinchiná, aporta una imagen aproximada de la dieta de estas sociedades. A pesar de que no todas las plantas consumidas por estos habitantes producen fitolitos, y aunque muchas de las plantas que sí los producen pueden estar ausentes en las muestras de cálculo analizadas, este estudio ha permitido obtener una considerable cantidad de nuevas informaciones que indican que una variedad de plantas, incluyendo palmas y cereales como el maíz, se utilizaron en la

época prehispánica. Las diferencias en la presencia de afinidades botánicas según el sexo y el sitio son escasas, lo cual coincide con el análisis de las patologías bucodentales registradas en el sitio Palestina, en donde la caries, los abscesos, el cálculo y el desgaste dental se presentaron de forma similar entre hombres y mujeres, sugiriendo una alimentación igualitaria, con prácticas culturales semejantes (Yepes 2020). No obstante, los individuos femeninos mostraron mayor cantidad de morfotipos en el cálculo dental, lo cual puede relacionarse con actividades realizadas por las mujeres como la masticación del maíz para la fermentación de chicha (Rodríguez-Cuenca 2003, 2006) y la falta de higiene bucal, favoreciendo la preservación de fitolitos en el cálculo dental. Asimismo, en el periodo Temprano (<100 AC-600 DC) no se observaron algunas afinidades botánicas como Chloridoideae, Bromeliaceae, Cannaceae, *Heliconia* y *Chusquea*, lo que puede obedecer al tamaño de la muestra. En el sitio El Edén el cálculo tiene mayor prevalencia en los hombres, sugiriendo que en este sitio algunos individuos masculinos consumieron alimentos más duros y fibrosos o al menos de forma más frecuente, causantes de un desgaste severo con consecuente exposición de la cámara pulpar y abscesos (Yepes 2020). La frecuencia de la caries dental puede estar relacionada con un consumo elevado de alimentos con altos contenidos de carbohidratos presentes en algunas plantas como Poaceae (maíz) y Bromeliaceae (piñas). Asimismo, el consumo de plantas con alto contenido de fitolitos pudo contribuir con el desgaste dental severo presente en estas comunidades (Piperno 1988; Yepes 2020).

Por otro lado, los fitolitos identificados en esta investigación permiten complementar la información obtenida durante un estudio previo de isótopos estables realizado en la región, en el cual se incluyó el análisis de individuos del periodo Tardío, localizados en el municipio de Palestina (600-1600 DC). Los resultados indican que estos individuos presentaron una dieta mixta, compuesta por plantas C₃ y C₄ y una variedad de alimentos como el maíz, la calabaza, el frijol, el maní y diversos frutos. Además de tubérculos de altura C₃ como papa y arracacha y algunas frutas disponibles en la zona, con menos consumo de productos cárnicos (Osorio 2012).

Las tierras semihúmedas con suelos fértiles favorecieron la alta productividad de cultivos en la región de la cuenca del Río Chinchiná, lo cual fue fundamental para el desarrollo de estas comunidades que incluyeron en su alimentación el consumo de

plantas de las familias gramíneas (Poaceae) y palmas (*Attalea*), las cuales han sido identificadas en el registro arqueológico desde ocupaciones precerámicas (Aceituno y Lalinde 2011; Aceituno y Loaiza 2007). Esto coincide con la información obtenida a partir de macrorrestos vegetales reportados por el proyecto Areocafé, donde se identificó el uso de palmas (*Attalea* y *Bactris*) en las ocupaciones precerámicas, además del maíz (*Zea mays*) y de la vegetación secundaria de diferentes familias: Eufhorbiaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Cyperaceae y Poaceae (Júyar 2014). Por otra parte, el estudio de las herramientas líticas, como los instrumentos bifaciales multiuso enmangables, ha contribuido recientemente a dar cuenta de implicaciones regionales ligadas a problemáticas del poblamiento temprano, uso del espacio, manejo y domesticación de plantas durante el Holoceno Temprano y Medio, en particular en sitios con suelos desarrollados a partir de materiales volcánicos (Arroyave et al. 2018).

Posteriormente, las sociedades agroalfareras del periodo Temprano y Tardío hicieron uso de las mismas plantas que sus ancestros del precerámico, pero con mayor dominio y consumo, lo cual se ha evidenciado en la continuidad del registro arqueobotánico de macrorrestos (semillas y tubérculos) y microrrestos (almidones, fitolitos y polen), así como en las construcciones de camellones y zanjas dispuestos para la agricultura intensiva (Bruhns 1981; Duque 1970) como respuesta a la necesidad evidente de una mayor producción de alimentos para sustentar la cantidad de personas producto del crecimiento demográfico (Cano et al. 2013; Herrera et al. 2016). Esto se complementa con los datos obtenidos del análisis de almidones recuperados en instrumentos de molienda en el sitio La Pochola en Santa Rosa de Cabal, donde se sugiere la importancia de las plantas ricas en carbohidratos como el caso de los frijoles (*Phaseolus*) entre los grupos del Holoceno Medio (Aceituno y Lalinde 2011). El complemento de la dieta se obtendría a través de actividades como la caza y la pesca permitidas por la cercanía de los recursos hídricos y del entorno boscoso que ofrecía la cuenca del Río Chinchiná, como se referencia en los relatos etnohistóricos de la región (Cieza De León 1553, 2005; Duque 1970; Friede 1963).

Los estudios arqueológicos de fitolitos en Colombia han tenido un crecimiento exponencial desde la década de 1990 (Posada 2014). Estos avances han permitido comparar y llevar a cabo en el presente trabajo la identificación de monocotiledóneas como las gramíneas, familia a la cual pertenece el maíz (*Zea*

mays). Asimismo, morfologías asociadas a la familia de la achira (*Cannaceae*), palmas (*Attalea*) y otras plantas consideradas importantes en las poblaciones prehispánicas de la región (Rodríguez y Rodríguez-Cuenca 1998). La presente investigación aporta a la identificación de algunos fitolitos que se atribuyeron a géneros no identificados anteriormente, tal es el caso de *Heliconia*. Sin embargo, estos elementos han sido reconocidos en sitios arqueológicos de Bolivia, donde se propone que estas plantas pueden haber sido cocinadas para el consumo de sus tubérculos u hojas, además de ser utilizadas para forrar el interior de las vasijas (Dickau et al. 2017). Los fitolitos de *Heliconia* también fueron hallados en sedimentos arqueológicos del sitio San Pedro de la depresión Momposina en el departamento de Sucre, Colombia (Giraldo 2018), permitiendo identificar su importancia como cultivo prehispánico.

La amplia diversidad de asociaciones fitolíticas identificada entre cada muestra de cálculo sugiere que los estudios de cálculo dental que muestrean unos pocos individuos no son representativos de una población grande, razón por la cual deben realizarse esfuerzos para incluir la mayor cantidad de muestras de una población (Leonard et al. 2015). Por otro lado, el análisis de fitolitos permitió identificar dificultades que atañen a la clasificación y asociación con los taxones. Por ejemplo, los morfotipos globular equinado que corresponden principalmente a tres familias *Arecaceae*, *Cannaceae* y *Bromeliaceae*, han sido descritos con formas similares discerniendo en tamaño y pequeñas variaciones en la ornamentación, especialmente en los bordes y en las equinas (Benvenuto et al. 2015; Morcote et al. 2016). Los fitolitos con forma subglobular han sido relacionados especialmente con las cucurbitáceas, razón por la cual en muchos países se vienen adelantando proyectos relacionados con colecciones de referencia que permitan identificar pequeñas diferencias para atribuir de manera segura este tipo de microrresto a una familia (Del Puerto et al. 2016). No obstante, la información generada en este trabajo permitirá un acercamiento más preciso a la identificación de las afinidades botánicas a través de fitolitos en futuras investigaciones. Considerando que se trata de un primer acercamiento a la dieta de las poblaciones prehispánicas de la cuenca del Río Chinchiná, esta aproximación metodológica abre un campo de trabajo promisorio, ya que los datos pueden ser ampliados con la inclusión de nuevas muestras extraídas tanto de cálculo dental como de material lítico, cerámico y sedimento arqueológico. Asimismo,

con la construcción de colecciones de referencia de fitolitos extraídos de plantas (Monsalve 2000).

Conclusiones

La relevancia de esta investigación se fundamenta en la identificación de plantas importantes para las poblaciones agroalfareras que habitaron la cuenca del Río Chinchiná durante el periodo prehispánico (<100 AC-1600 DC), evidenciando una diversidad de especies vegetales consumidas y manipuladas.

Los resultados indican que estos habitantes consumían gramíneas como el maíz (*Zea mays*), palmas (*Attalea*), *Cannaceae*, *Bambusoideae*, *Bromeliaceae* y probablemente tubérculos de *Heliconia*.

En las 22 muestras analizadas no fueron observadas diferencias en las afinidades botánicas por sexo. Sin embargo, se recuperó mayor número de morfotipos en individuos femeninos, consistente con actividades culturales como el masticado de maíz y la falta de higiene bucodental en las mujeres, lo cual podría haber favorecido la presencia de más fitolitos en el cálculo dental.

No fue posible realizar una comparación entre los fitolitos recuperados de individuos asociados al periodo Temprano (<100 AC-600 DC) y el periodo Tardío (600-1600 DC) debido al tamaño de la muestra. Lo anterior refleja la necesidad de continuar realizando investigaciones que incorporen nuevas muestras, especialmente asociadas a este periodo Temprano, que permitan interpretar mejor los cambios en la alimentación.

Es necesario articular estas investigaciones con otras fuentes de evidencia que hagan posible complementar los resultados obtenidos a través de análisis de isótopos estables, microdesgaste dental, análisis de almidones, entre otros. Esto permitirá ampliar el panorama general de algunos productos consumidos y de prácticas culturales asociadas a la dieta de estas poblaciones.

La capacidad de identificar afinidades vegetales en el cálculo dental proporciona una evidencia directa del uso de estas plantas como alimento. Los fitolitos observados aumentan las posibilidades de diagnóstico de los mismos en futuras investigaciones, lo cual aportará a los estudios de la composición de la dieta humana en poblaciones antiguas.

Agradecimientos: Al Laboratorio de Antropología Biológica de la Universidad de Caldas por el acceso a las muestras dentales y al Instituto de Investigaciones en

Estratigrafía (IIES) por facilitar el uso de sus instalaciones y el procesamiento de las muestras de cálculo. También

se agradece a los evaluadores, que con sus comentarios y sugerencias mejoraron notablemente este trabajo.

Referencias Citadas

- Aceituno, F. 2002. Interacciones fitoculturales en el Cauca medio. *Revista de Arqueología del Área Intermedia* 4:89-113.
- Aceituno, F. y V. Lalinde 2011. Residuos de almidones y el uso de plantas durante el Holoceno medio en el Cauca Medio (Colombia). *Caldasia* 33 (1):1-20.
- Aceituno, F. y N. Loaiza 2007. *Domesticación del Bosque en el Cauca Medio Colombiano entre el Pleistoceno Final y el Holoceno Medio*. Archaeopress, Oxford.
- Aceituno, F. y N. Loaiza 2008. Rastreado los orígenes de la agricultura en la vertiente oriental del Cauca medio. En *Ecología Histórica: Interacciones Sociedad Ambiente a Distintas Escalas Socio Temporales*, editado por C. López y G. Ospina, pp. 68-73. Universidad Tecnológica de Pereira-Universidad del Cauca-Sociedad Colombiana de Arqueología, Pereira, Colombia.
- Aceituno, F. y N. Loaiza 2010. Estructura interna y movilidad en el valle del río San Eugenio en la Cordillera Central de Colombia. *Revista de Arqueología del Área Intermedia* 8:84-20.
- Aceituno, F. y S. Rojas 2012. Del Paleolítico al Formativo: 10.000 años para la historia de la tecnología lítica en Colombia. *Boletín de Antropología* 26 (43):124-156.
- Albert, R., O. Bar-Yosef, L. Meignen y S. Weiner 2003. Quantitative Phytolith Study of Hearths from the Natufian and Middle Palaeolithic Levels of Hayonim Cave (Galilee, Israel). *Journal of Archaeological Science* 30:461-480.
- Albert, R.M. y M. Portillo 2014. Aportaciones de los estudios de fitolitos en la prehistoria: formación, metodología y casos de estudio. *Treballs d'Arqueologia* 20:79-93.
- Aldana, F., A.L. Álvarez y A. Díaz 2017. Monitoreo y rescate arqueológico en la variante la Paz, predios el Edén, la Guaca, Jamaica y la Libia, municipio de Chinchiná, departamento de Caldas, ecorregión Eje Cafetero. Informe final. ICANH, Bogotá.
- Arroyave, V., L. Herrera y C. López 2018. Tecnología, forma y función de instrumentos bifaciales multiuso enmangables (IBME) del aeropuerto del café (Palestina, Caldas, Colombia). *International Journal of South American Archaeology* 12:26-43.
- Barnard, C. y O.H. Frankel 1964. Grass, grazing animals and man in historic perspective. En *Grasses and Grasslands*, editado por C. Barnard, pp. 1-12. Macmillan, London.
- Bartoli, E. y L.P. Wilding 1980. Dissolution of biogenic opal as a function of its physical and chemical properties. *Soil Science Society of America Journal* 44 (4):873-878.
- Beck, W. y R. Torrence 2006. Starch pathways. En *Ancient Starch Research*, editado por R. Torrence y H. Barton, pp. 53-79. Left Coast Press, Walnut Creek.
- Benvenuto, M.L., M. Fernández, M.L. Osterrieth y E. Morel 2015. Differentiation of globular phytoliths in Arecaceae and other monocotyledons: morphological description for paleobotanical application. *Turkish Journal of Botany* 39 (2):341-353.
- Bertoldi de Pomar, H. 1971. Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana* 8 (3-4):317-318.
- Boyd, M., T. Varney, C. Surette y J. Surette 2008. Reassessing the northern limit of maize consumption in North America: stable isotope, plant microfossil, and trace element content of carbonized food residue. *Journal of Archaeological Science* 35 (9):2545-2556.
- Bruhns, K. 1981. Prehispanic ridged fields of Central Colombia. *Journal of Field Archaeology* 8 (1):1-8.
- Cano, M.C. 2008. Evidencias precerámicas en el Municipio de Pereira: efectos del vulcanismo y colonización temprana de los bosques ecuatoriales en el abanico fluviovolcánico Pereira-Armenia. En *Ecología Histórica: Interacciones Sociedad Ambiente a Distintas Escalas Sociotemporales*, editado por C. López y G. Ospina, pp. 84-89. Universidad Tecnológica de Pereira-Universidad del Cauca-Sociedad Colombiana de Arqueología, Pereira.
- Cano, M.C. 2019. Paisajes, suelos y actividades humanas precerámicas en el abanico fluvio-volcánico Pereira-Armenia, región del Cauca Medio, Colombia. *International Journal of South American Archaeology* 15:62-77.
- Cano, M.C. 2020. Aproximación geoarqueológica en los ciclos de poblamiento y abandono del Cauca Medio colombiano. *Revista Mosaico* 13:125-139.
- Cano, M.C., C. López y R. Méndez 2013. Geoarqueología en ambientes volcánicos: impactos ambientales y evidencias culturales en el Cauca Medio (centro occidente de Colombia). En *Geoarqueología*, editado por J.C. Rubin De Rubin y R.T. Da Silva, pp. 229-269. Ed. da PUC Goiás, Goiânia.
- Cardona, L.C. y C. Monsalve 2009. Evidencias paleoecológicas del manejo del bosque subandino. Ocupaciones humanas durante el Holoceno en la cuenca del río Porce (Antioquia, Colombia). *Boletín de Antropología Universidad de Antioquia* 23 (40):229-258.
- Castillo, N. y J. Aceituno 2006. El bosque domesticado, el bosque cultivado: un proceso milenar en el valle del río Porce en el noroccidente colombiano. *Latin American Antiquity* 17 (4):1-18.
- Cieza De León, P. 1553. *Crónica del Perú*. Biblioteca Digital Hispánica, Biblioteca Nacional de España, Madrid. Recuperado de <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000190936&page=1>.
- Cieza De León, P. 2005. *Crónica del Perú - El Señorío de los Incas*. Fundación Biblioteca Ayacucho, Caracas.
- Cummings, L.S., C. Yost y A. Soltysiak 2018. Plant microfossils in human dental calculus from Nemrik 9, a Pre-Pottery Neolithic site in Northern Iraq. *Archaeological and Anthropological Sciences* 10:883-891.
- Delgado-Darias, T. 2009. *La Historia en los Dientes: Una Aproximación a la Prehistoria de Gran Canaria desde la Antropología Dental*. Cabildo de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria.

- Del Puerto, L., I. Capdepon y H. Inda 2016. Paleoetnobotánica y subsistencia de los constructores de Cerritos del Holoceno Tardío en el Este del Uruguay: análisis fitolítico en sedimentos y artefactos arqueológicos. *Tessituras: Revista de Antropología e Arqueología* 4 (1):117-160.
- Dickau, R., J. Iriarte, T. Quine, D. Soto y F. Mayle 2017. Reconstructing pre-Colombian agricultural practices in the Bolivian savannah: stratigraphic and phytolith evidence from raised fields at campo España, western llanos de moxos. *Cadernos do LEPAARQ* 13 (25):223-267.
- Dudgeon, J.V. y M. Tromp 2014. Diet, geography and drinking water in Polynesia: microfossil research from archaeological human dental calculus, Rapa Nui (Easter Island). *International Journal of Osteoarchaeology* 24 (5):634-648.
- Duque, L. 1970. *Los Quimbayas. Reseña Etnohistórica y Arqueológica*. Instituto Colombiano de Antropología, Bogotá.
- Ford, R. 1979. Paleoethnobotany in American archaeology. *Advances in Archaeological Method and Theory* 2:285-336.
- Ford, R. 1988. Commentary: Little things mean a lot. Quantification and Qualification in Paleoethnobotany. En *Current Paleoethnobotany. Analytical Methods and Cultural Interpretation of Archaeological Plant Remains*, editado por C.A. Hastorf y V. Popper, pp. 215-222. University of Chicago Press, Chicago.
- Friede, J. 1963. *Los Quimbayas bajo la Dominación Española: Estudio Documental, 1539-1810*. Banco de la República, Bogotá.
- Gil, B.E. 2011. *Fitolitos en Cálculo Dental de Poblaciones Tempranas del Valle Geográfico del Río Cauca (500 a.C. - 500 d.C.). Aproximación a la Paeldieta*. Tesis de maestría en Antropología, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Giraldo, A. 2018. *Campos y Cultivos prehispánicos en el sitio San Pedro de la Depresión Momposina*. Tesis para optar al título de antropóloga, Departamento de Antropología, Universidad de Antioquia, Medellín.
- Gómez, S. 2012. *Paleopatología Dental de Poblaciones Históricas (Siglos III-XIII) en la Provincial de Alicante: Estudio de la Variabilidad como Respuesta a Factores de Hábitat y Dieta*. Tesis doctoral en Antropología Biológica y de la Salud, Departamento de Biotecnología, Universidad de Alicante, Alicante.
- Hardy, K., B. Blakeney, L. Copeland, J. Kirkham, R. Wrangham y M. Collins 2009. Starch granules, dental calculus and new perspectives on ancient diet. *Journal of Archaeological Science* 36 (2):248-255.
- Henry, A.G., A.S. Brooks y D.R. Piperno 2014. Plant foods and the dietary ecology of Neanderthals and early modern humans. *Journal of Human Evolution* 69:44-54.
- Henry, A.G. y D.R. Piperno 2008. Using plant microfossils from dental calculus to recover human diet: a case study from Tell al-Raqā'i, Syria. *Journal of Archaeological Science* 35 (7):1943-1950.
- Henry, A.G., P.S. Ungar, B.H. Passey, M. Sponheimer, L. Rossouw, M.K. Bamford, P. Sandberg, D.J. De Ruiter y L. Berger 2012. The diet of *Australopithecus sediba*. *Nature* 487:90-93.
- Herrera, L., C. Moreno y O. Peña 2016. Datos de un estudio sobre la ocupación humana en la cordillera Central de Colombia: el Proyecto Arqueológico Aerocafé (Palestina, Caldas). *Boletín Museo del Oro* 56:103-173.
- Hillson, S. 1996. *Dental Anthropology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Júyar, X. 2014. *Uso de Plantas en Grupos Forrajeros de Palestina Caldas*. Tesis para optar al título de antropóloga, Programa de Antropología, Universidad de Caldas, Manizales.
- Kunth, C.S. 1826. Recherches sur les plantes trouvées dans les tombeaux égyptiens par M. Passalacqua. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique* 8:418-423.
- Lalueza-Fox, C., J. Juan y R.M. Albert 1996. Phytolith analysis on dental calculus, enamel surface, and burial soil: information about diet and paleoenvironment. *American Journal of Physical Anthropology* 101 (1):101-113.
- Lazzati, A.M.B., L. Levrini, L. Rampazzi, C. Dossi, L. Castelletti, M. Licata y C. Corti 2016. The diet of three medieval individuals from Caravate (Varese, Italy). Combined results of ICP-MS analysis of trace elements and phytolith analysis conducted on their dental calculus. *International Journal of Osteoarchaeology* 26 (4):670-681.
- Leonard, C., L. Vashro, J.F. O'Connell y A.G. Henry 2015. Plant microremains in dental calculus as a record of plant consumption: A test with Twa forager-horticulturalists. *Journal of Archaeological Science: Reports* 2:449-457.
- Madella, M., A. Alexandre y T. Ball 2005. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. *Annals of Botany* 96 (2):253-260.
- McClung de Tapia, E. y C.C. Adriano-Morán 2012. Stable Carbon Isotopes Applied to Vegetation Reconstruction in the Teotihuacan Valley, Mexico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 64 (2):161-169.
- Mickleburgh, H.L. y J.R. Pagán 2012. New insights into the consumption of maize and other food plants in the preColumbian Caribbean from starch grains trapped in human dental calculus. *Journal of Archaeological Science* 39 (7):2468-2478.
- Middleton, W. 1993. The identification of pre-hispanic coccid consumption through opal phytolith analysis of dental calculus. Abstracts of the 58th Annual Meeting of the Society for American Archaeology. *Phytolitharien Newsl* 7:8.
- Mills, W.C. 1901. Plant remains from the Baum village site. *Ohio Naturalist* 1 (5):70-71.
- Monsalve, C.A. 2000. Catálogo preliminar de fitolitos producidos por algunas plantas asociadas a las actividades humanas en el suroeste de Antioquia, Colombia. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 15 (1):1-14.
- Montejo, R. y E. Rodríguez 2001. Antiguos pobladores y labranzas en el valle medio del río Otún, Risaralda. *Boletín de Arqueología* 16 (1):37-115.
- Morcote, G. 2008. *Antiguos Habitantes en Ríos de Aguas Negras Ecosistemas y Cultivos en el Interfluvio Amazonas-Putumayo Colombia-Brasil*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Morcote, G. 2018. *Estudio de Fitolitos en la Región de Araracuara (Amazonia Colombiana)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Morcote, G., R. Bernal y L. Raz 2016. Phytoliths as a tool for archaeobotanical, palaeobotanical and palaeoecological studies in Amazonian palms. *Botanical Journal of the Linnean Society* 182 (2):348-360.

- Musaubach, M.G. y M.A. Berón 2016. El uso de recursos vegetales entre los cazadores recolectores de la Pampa Occidental Argentina. *Latin American Antiquity* 27 (3):397-413.
- Nawaz, M.A., A.M. Zakharenko, I.V. Zemchenko, M.S. Haider, M.A. Ali, M. Intiaz, G. Chung, A. Tsatsakis, S. Sun y K.S. Golokhvast 2019. Phytolith formation in plants: from soil to cell. *Plants* 8 (249):1-38.
- Orjuela, C., A. Ariza, N. Giraldo, C. Orjuela y D. Quintero 2019. *Arqueología en el Gasoducto Loop Armenia: Descubriendo 3000 Años de Historia*. Grupo Energía Bogotá, Bogotá.
- Osorio, K.A. 2012. Aportes al estudio paleodietario mediante el análisis de isótopos estables de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ en restos óseos humanos de la región centro-oriental del Cauca medio. *Revista Colombiana de Antropología* 48 (1):125-141.
- Ottalagano, F. 2019. Valores de $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$ y microrrestos vegetales presentes en residuos de alimentos adheridos en vasijas arqueológicas del sitio la palmera 2 (Noroeste de entre ríos, Argentina). *Comechingonia. Revista de Arqueología* 23 (1):349-364
- Parra, R. 2001. Identificación de fitolitos en el cálculo dental de individuos prehispánicos de Tunja (Boyacá) y Soacha (Cundinamarca). En *Los Chibchas. Adaptación y Diversidad en los Andes Orientales de Colombia*, editado por J.V. Rodríguez-Cuenca, pp. 237-249. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Pearsall, D.M. 1988. *La Producción de Alimentos en Real Alto. ESPOL, Centro de Estudios Arqueológicos y Antropológicos: La Aplicación de las Técnicas Etnobotánicas al Problema de la Subsistencia en el Periodo Formativo Ecuatoriano*. Escuela Politécnica del Litoral - Corporación Editora Nacional, Guayaquil - Quito.
- Pearsall, D.M., K. Chandler-Ezell y J.A. Zeidler 2004. Maize in ancient Ecuador: results of residue analysis of stone tools from the Real Alto site. *Journal of Archaeological Science* 31 (4):423-442.
- Piperno, D.R. 1988. *Phytolith Analysis: An Archaeological and Geological Perspective*. Academic Press, San Diego.
- Piperno, D.R. 2006. *Phytoliths: A Comprehensive Guide for Archaeologists and Paleoecologists*. AltaMira Press, Lanham.
- Piperno, D.R. y K.V. Flannery 2001. The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: New accelerator mass spectrometry dates and their implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98 (4):2101-2103.
- Piperno, D.R. y D.M. Pearsall 1998. *The Origins of Agriculture in the Lowland Neotropics*. Academic Press, San Diego.
- Piperno, D.R., E. Weiss, I. Holst y D. Nadel 2004. Processing of wild cereal grains in the Upper Palaeolithic revealed by starch grain analysis. *Nature* 430:670-673.
- Posada, W. 2014. Una revisión crítica de la sistemática y las metodologías desde una perspectiva arqueológica. *Boletín de Antropología* 29 (48):164-186.
- Posada, W. 2017. *Arqueología en Territorios de Incandescencia: Una Aproximación Geográfica a los Procesos de Cambio Social y Ambiental Bajo Condiciones de Volcanismo Activo. Cordillera Central de Colombia*. Tesis doctoral en Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Posada, W. y N. Parra 2010. Microscopía de pedocomponentes en un sitio arqueológico del occidente de Antioquia. Énfasis en arqueobotánica y paleoecología. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas* 14 (1):7-40.
- Ramírez, D. y D. Otálora 2004. *Identificación de Fitolitos en el Cálculo Dental de Individuos Prehispánicos del Valle de Cauca*. Tesis para optar al título de Odontólogo, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Restrepo, E. 2006. Teoría social, antropología y desarrollo: a propósito de narrativas y gráficas de Arturo Escobar. *Boletín de Antropología Universidad de Antioquia* 20 (37):307-326.
- Rodríguez-Cuenca, J.V. 2003. *Dientes y Diversidad Humana: Avances de la Antropología Dental*. Editora Guadalupe Ltda., Bogotá.
- Rodríguez-Cuenca, J.V. 2006. *Las Enfermedades en las Condiciones de Vida Prehispánica de Colombia*. Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Rodríguez-Cuenca, J.V., A. Ariza, G. Cabal y F. Caldón 2016. *Vida y Muerte en el Sur del Alto Magdalena, Huila. Bioarqueología y Cambio Social*. Universidad Nacional de Colombia-EMGESA, Bogotá.
- Rodríguez, C. y J.V. Rodríguez-Cuenca 1998. Patrones de enterramiento Quimbaya Tardío en el sitio Arqueológico Dardanelos, municipio de Obando, Departamento del Valle del Cauca. *Boletín de Arqueología* 2:81-111.
- Tykot, R.H. 2004. Stable isotopes and diet: You are what you eat. En *Physics Methods in Archaeometry*, editado por M. Martini, M. Milazzo y M. Piacentini, pp. 433-444. Società Italiana de Física, Bologna.
- Wesolowski, V., S.M.F. Mendonça de Souza, K. Reinhard y G. Ceccantini 2007. Gránulos de almidón y fitolitos en cálculos dentarios humanos: contribuição ao estudo do modo de vida e subsistência de grupos sambaquianos do litoral sul do Brasil. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia* 17:191-210.
- White, D.J. 1997. Dental calculus: recent insights into occurrence, formation, preventio, removal and oral health effects of supragingival and subgingival deposits. *European Journal of Oral Sciences* 105 (5 Pt 2):508-522.
- Yepes, V. 2020. *Reconstrucción Biocultural de la Paleodieta en Poblaciones Prehispánicas de la Cuenca del Río Chinchiná, Departamento de Caldas*. Tesis de maestría en Ecología Humana y Saberes Ambientales, Facultad de Ciencias para la Salud, Universidad de Caldas, Manizales.
- Zhang, N., G. Dong, X. Yang, X. Zuo, L. Kang, L. Ren, H. Liu, H. Li, R. Min, X. Liu, D. Zhang y F. Chen 2017. Diet reconstructed from an analysis of plant microfossils in human dental calculus from the Bronze Age site of Shilinggang, southwestern China. *Journal of Archaeological Science* 83:41-48.
- Zucol, A. 2003. Análisis comparativo metodológico y estudio de la fertilidad fitolítica en tártaro de dientes humanos de sitios arqueológicos de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Fitolíticas (Grupo de Estudios Fitolíticos Aplicados del Cono Sur)* 5:1-5.

Nota

- ¹ Formativo (1000 AC-400 a 500 AC): referente temporal para el territorio colombiano en el que ocurrieron ciertos eventos que propiciaron el sedentarismo, el cual favoreció el desarrollo de la agricultura y con ello el aumento de la población, la implementación de prácticas religiosas, así como el origen de la cerámica y la orfebrería (Aceituno y Rojas 2012; Herrera et al. 2016; Orjuela et al. 2019).

