



SEGUNDA PARTE

ESTUDIOS BIOARQUEOLÓGICOS REGIONALES

CAPÍTULO 5

Indicadores Bioquímicos de Dieta en Tibanica, un Poblado Muisca Tardío en la Sabana de Bogotá (Colombia): Isótopos Estables ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$ y $\delta^{15}\text{N}$) y Elementos Traza (Ba y Sr)

Miguel Delgado Burbano, Carl Langebaek, Lucero Aristizabal,
Robert Tykot y Lauren Johnson

INTRODUCCIÓN

Al momento de la llegada de los conquistadores europeos, la Cordillera Oriental de Colombia estuvo habitada por diferentes grupos de filiación lingüística Chibcha, entre ellos guanes, chitarros y muisca. Los últimos fueron reconocidos por los invasores europeos como las sociedades complejas más importantes de todo el norte de los Andes. Para ese momento, la región muisca se extendía por los actuales departamentos de Cundinamarca, Boyacá (altiplano cundiboyacense) y parte de Santander (cordillera oriental de Colombia). Sobre la base de tipologías cerámicas, la historia humana de la región correspondiente al Holoceno tardío fue dividida en períodos cronológicos que incluyen al Período Herrera (PH; *ca.* 2350-1100 años AP), al Período Muisca Temprano (PMT; *ca.* 1100-800 años AP) y al Período Muisca Tardío (PMTa; *ca.* 800-350 años AP) (Langebaek 2004).

En la región, las primeras evidencias de desigualdad social aparecieron durante el PH, pero a medida que transcurrió el tiempo la sociedad muisca se hizo más compleja y durante el PMTa hubo una intensa competencia social y política entre cacicazgos, así como un incremento importante en el tamaño poblacional (Boada 1999; Kruschek 2003; Langebaek 2004; Henderson y Ostler 2005). También hay evidencias que indican que durante el PMTa la autoridad política se centralizó y se desarrollaron jerarquías regionales (Langebaek 2004; Francis 2007). De acuerdo con documentos oficiales españoles (*i.e.* registros parroquiales, registros de la corte real, etc.) y con el registro arqueológico, la sociedad muisca desarrolló una eficiente economía enfocada en la agricultura, con especialistas en artesanías, explotación de minas de sal, alfarería, textilería y orfebrería (Langebaek 1987, 2004; Boada 1999; Kruschek 2003). De hecho, se ha asumido que la agricultura de campos altamente productivos fue la base de la economía muisca (Langebaek 1987; Kurella 1998; Francis 2007). Asimismo, los datos etnohistó-

ricos y arqueológicos indican que los grupos muisca fueron autosuficientes en términos de producción de alimentos, aunque también mantuvieron relaciones comerciales con grupos vecinos que habitaban biomas templados y cálidos, al igual que formaron complejas redes internas de intercambio entre cacicazgos distribuidos por todo el territorio muisca (Kurella 1998; Langebaek 2004).

En el contexto de la economía muisca, el tema de la subsistencia y dieta han sido estudiados desde un amplio rango de fuentes y evidencias, incluyendo el estudio de campos agrícolas, cerámica, tecnología lítica, restos macro y microbotánicos, patologías óseas e isótopos estables (Enciso 1996; Morcote 1996; Boada 1999; Parra 2001; Cárdenas 2002; Kruschek 2003; Langebaek 2004; Langebaek *et al.* 2011). Para la región existen numerosas descripciones hechas por cronistas (*v.g.* Aguado 1956; Simón [1625] 1981) que sugieren que los cultígenos más importantes a la llegada de los conquistadores europeos fueron el maíz (*Zea mays*), la papa (*Solanum tuberosum*), la yuca (*Manihot esculenta* grantz), la batata (*Ipomea batata*), la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), la calabaza (*Cucurbita maxima*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*), la oca (*Oxalis tuberosa*), el cubio (*Tropaeolum tuberosum*), el ulluco (*Ullucus tuberosus*), la piña (*Ananas sativus*), el ají (*Capsicum annun*) y posiblemente el aguacate (*Persea americana*) y varias especies de frutas tropicales y palmas. La evidencia arqueobotánica (restos microbotánicos y fitolitos) corrobora las fuentes etnohistóricas e indica la presencia de los cultígenos arriba mencionados más otros productos como la achira (*Canna edulis* Canacea) y algunas especies de pimienta (Piperaceae) (Morcote 1996; Parra 2001). La evidencia zooarqueológica muestra que los restos de venado (*Odocoileus virginianus* y *Mazama* sp), curí (*Cavia porcellus*), pato (familia *Anatidae*) y algunas especies de moluscos (*Plekocheilus*), gasterópodos (familia *Pseudothelphusidae*) y peces de agua dulce (*Eremophilus mutisii*) son las más comunes halladas en contextos arqueológicos muiscas, aunque también se han hallado restos de felinos (*Felis wiedii*, *Leopardus wiedii*), armadillo (*Desypus novemcinctus*), zorro (*Dusycion thous*), perro (*Canis familiaris*) y conejo (*Sylvilagus brasiliensis*), en menor frecuencia (Enciso 1996). Por otro lado, la evidencia bioarqueológica muestra un patrón concordante con una sociedad agrícola, esto es, alta diversidad en la dieta y consumo de alimentos altamente procesados. Los análisis de patologías óseas indican que durante todo el período muisca hubo un incremento progresivo (respecto a otros períodos) de enfermedades orales de etiología compleja, que puede atribuirse a un alto consumo de carbohidratos y vegetales ricos en sílice, así como a una salud oral pobre tales como caries, abscesos periapicales, pérdida dental *antemortem* y cálculo (Cárdenas 2002; Polanco *et al.* 2003; Rodríguez 2006; Langebaek *et al.* 2011; Delgado 2013).

Estudios enfocados en cambios morfológicos a nivel craneofacial a lo largo del Holoceno empleando técnicas tradicionales (Cárdenas 2002; Delgado 2012a) y morfogeométricas (Delgado 2012b) indican una tendencia general ha-

cia el decrecimiento en los patrones de robusticidad y modificaciones específicas en el módulo facial probablemente relacionados con cambios en los sistemas de subsistencia y procesamiento de los alimentos. Finalmente, los escasos estudios basados en análisis de isótopos estables (colágeno y apatita) revelan una dieta mixta basada en el consumo de plantas C_4 , principalmente maíz, aunque otros cultígenos tropicales C_3 y C_4 (frijol, calabaza, yuca) probablemente jugaron un rol importante. Los datos isotópicos también evidencian un alto consumo de herbívoros C_3 (venados, curí, etc.) y peces de agua dulce, así como una débil pero sugestiva señal de consumo de productos marinos. De manera interesante, estos datos resaltan la ausencia de productos importantes en el mundo andino como los tubérculos de altura (Cárdenas 1993, 1996, 2002; Delgado *et al.* 2014).

El panorama presentado indica que las sociedades muisca exhibieron patrones diversos de dieta, así como alta variación en el tipo y cantidad de alimentos adoptados y consumidos a nivel regional. En otras palabras si bien hubo una homogenización en la forma de vida muisca (incluyendo la dieta) relacionada con aspectos políticos, económicos y religiosos, existieron también diferencias interesantes entre poblados que es necesario documentar. En el presente trabajo se presentan nuevos datos de isótopos estables y elementos traza provenientes de restos óseos humanos y faunísticos del sitio Tibanica (Sabana de Bogotá; figura 1), con el objetivo de ampliar la comprensión de la dieta y subsistencia de la sociedad muisca durante el período tardío.

EL ESTUDIO QUÍMICO DE LA DIETA Y SUBSISTENCIA: ISÓTOPOS ESTABLES Y ELEMENTOS TRAZA

Diferentes revisiones actuales proporcionan información detallada sobre el uso de isótopos estables y elementos traza en arqueología, así como los métodos empleados en su análisis, motivo por el cual no serán repetidas aquí (Schoeninger y Moore 1992; Tykot 2004; Burton 2008; Katzenberg 2008). No obstante, en la presente sección se mencionarán aspectos generales de las tres técnicas de análisis empleadas: fluorescencia de rayos X (XRF) y análisis de isótopos a partir del colágeno y de la apatita. La fluorescencia de rayos X es una técnica no destructiva que determina la cantidad de los elementos traza (*i.e.* zinc, estroncio, carbón, bario, etc.) en el hueso mediante instrumentos portátiles cuyas concentraciones pueden ser empleadas para estudiar dieta y movilidad (Burton 2008). Si bien la forma de medición empleada aquí (pXRF o *portable X-ray fluorescence instruments* por su sigla en inglés) aún puede considerarse experimental, estudios recientes sugieren su potencial en bioarqueología (Tykot 2013). Para el presente trabajo se empleó un espectrómetro portátil de fluorescencia de rayos X Bruker Tracer III-V con un filtro de obsidiana para determinar la concentración de dos

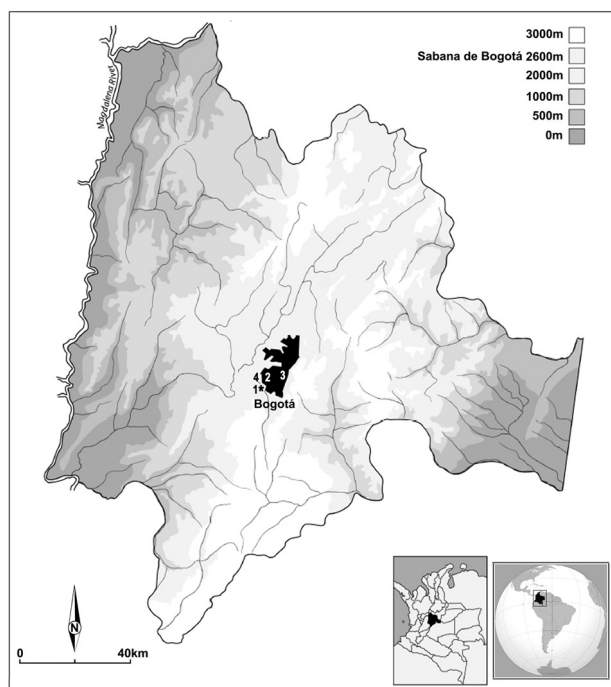


Figura 1.
Región de la Sabana de Bogotá y ubicación geográfica de los sitios arqueológicos muisca mencionados en el texto.
Referencias:
1: Tibanica;
2: Las Delicias;
3: Candelaria;
4: Portalegre.

elementos, estroncio (Sr) y bario (Ba), en restos óseos humanos y de fauna, los cuales informan sobre la fuente de calcio en la dieta. Ambos varían geográficamente, por lo que pueden ser empleados para discutir movilidad. Mientras que niveles significativamente bajos se correlacionan con una dieta de mayor consumo de carne/pescado, el patrón contrario puede relacionarse con proporciones altas de vegetales en la dieta. Esta diferenciación también permitiría distinguir entre dietas terrestres y marinas (Burton 2008). Si bien los datos elementales pueden arrojar resultados interesantes, los mismos deben ser tomados con precaución ya que algunos trabajos muestran varios factores que complicarían su uso en estudios de dieta antigua (Burton 2008). El análisis de isótopos estables a partir del colágeno del hueso arroja información correspondiente al consumo de proteínas al interior de la dieta debido a su mayor abundancia en los tejidos (Tykot 2004). Para investigar dicho consumo, dos isótopos, carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$), fueron analizados. Los datos de carbono fueron usados para investigar el consumo relativo de plantas C_3 , C_4 y CAM, y específicamente consumidores de plantas C_3 . Por otro lado, los datos de nitrógeno fueron empleados para comprender mejor el consumo diferencial de recursos animales terrestres y marinos (Schoeninger y Moore 1992). La información arrojada por el nitrógeno es interesante ya que permite estudiar el nivel trófico dado que hay un cambio aproximado de entre 2 y 4‰ debido al fraccionamiento biológico y a

medida que se sube por la cadena alimenticia los valores de $\delta^{15}\text{N}$ se incrementan (Schoeninger y Moore 1992). Finalmente, los análisis de isótopos a partir de la porción inorgánica del hueso (apatita; $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$) fueron realizados con el fin de refinar las interpretaciones y complementar los dos tipos de análisis mencionados. En términos paleodietarios es importante incluir las porciones orgánicas (colágeno) e inorgánica (apatita) del hueso ya que ambas reflejan diferentes componentes de la dieta, lo cual permite interpretaciones complementarias respecto al consumo de proteína y dieta total (*i.e.* proteínas, carbohidratos y lípidos) (Tykot 2004; Katzenberg 2008). Los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$ son especialmente útiles para evaluar el consumo de maíz dado que reflejan más claramente su consumo que el $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, el cual refleja básicamente el contenido proteico de la dieta. Es decir que si bien algunos aminoácidos pueden contribuir a la síntesis del colágeno, la proteína animal, al contener todos los aminoácidos indispensables en un contexto dietario, hará probablemente una mayor contribución a dicha síntesis que la proteína vegetal (Katzenberg 2008). Adicionalmente se calculó la diferencia entre los valores de $\delta^{13}\text{C}$ del colágeno y la apatita (espaciamento denotado como $\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-ap}}$), la cual permite obtener datos adicionales en relación con la dieta (sin embargo, ver Kellner y Schoeninger 2007); un valor de 4‰ o menos sugiere que la mayoría del carbón fue obtenido de proteína animal, mientras que un valor de entre 6 y 7‰ sugiere por el contrario una dieta más relacionada con el consumo de vegetales y valores intermedios revelan una dieta omnívora (Katzenberg 2008).

En el contexto del estudio de la dieta antigua, las condiciones ambientales locales afectan la composición isotópica de los tejidos de los organismos; por lo tanto un enfoque necesario para la interpretación de las razones de isótopos estables es caracterizar las condiciones ecológicas y los posibles recursos consumidos. A pesar que los datos de isótopos estables provenientes de restos óseos proporcionan una línea independiente de información paleodietaria que ofrece información cuantitativa, no poseen un significado intrínseco y requieren un enfoque contextual que tenga en cuenta las condiciones climáticas y biogeográficas locales (Barberena *et al.* 2009). Por lo tanto, la ecología isotópica regional es un paso previo necesario para comprender datos de isótopos estables procedentes de restos humanos y su significado en términos de dieta (Gil *et al.* 2011).

Contexto ambiental

La Sabana de Bogotá es una altiplanicie ubicada a 2600 msnm sobre la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, en Colombia (figura 1). Posee un área aproximada de 1400 km² con pendientes que oscilan entre los 3000 y 4000 msnm en los lados norte y sur respectivamente (van der Hammen y Correal

1992). En su porción occidental corre el valle del Magdalena y en su porción oriental las pendientes descienden hasta las planicies orientales (Llanos Orientales). Actualmente, la región está cubierta por bosque andino, básicamente *Weinmannia* sp. div. y *Quercus*. No hay fluctuaciones estacionales de temperatura, solo diferencias en pluviosidad, con una estación seca dos veces por año. La temperatura anual varía entre 12 y 18°C y la precipitación anual entre 500 y 1500 mm (van der Hammen y Correal 1992). Igualmente, la región alberga una amplia diversidad de especies animales (Delgado 2012a). Reconstrucciones ambientales recientes, sobre la base de información polínica y diatómica, sugieren que luego de los 2500 años ¹⁴C AP las condiciones ambientales se volvieron similares a las actuales, con altas precipitaciones reflejadas en el incremento de vegetación de pantano y el surgimiento de cuerpos de agua transitorios. Los registros de polen y sedimentos sugieren una ocupación intensiva de la región (reflejada en la deforestación de *Quercus* en particular) y un incremento en la alteración del entorno, probablemente por erosión (presencia de *Amaranthaceae/Chenopodiaceae*, *Borreria* y *Dodonaea*), así como la presencia de cultígenos (maíz) y quemazones frecuentes (alta presencia de carbón en los sedimentos) (Vélez *et al.* 2006; Gómez *et al.* 2007; Delgado 2012a). Reconstrucciones de biomas basadas en datos polínicos indican un incremento de tipo arbustivos fríos, disminución del tipo bosque tropical estacionario y en general condiciones más húmedas que en períodos previos (*i.e.* Holoceno medio) (Marchant *et al.* 2002; Delgado 2012a).

DESCRIPCIÓN DEL SITIO Y MUESTRA INVESTIGADA

Las excavaciones arqueológicas desarrolladas desde el año 2005 en el sitio Alameda de Tibanica, en el sur de Bogotá (figura 1), revelaron la existencia de más 650 tumbas, cada una con restos óseos humanos y materiales bien preservados (Langebaek *et al.* 2011). La porción excavada del sitio (1,5 ha aproximadamente) corresponde parcialmente a una aldea circular donde se encontraron evidencias de actividades cotidianas, incluyendo complejos habitacionales y basureros, además del cementerio propiamente dicho. Este último estaba compuesto por cuatro agrupaciones de enterratorios (I, II, IIIAB y IVAB) con alta densidad de restos óseos y culturales afectados diferencialmente por agentes tafonómicos. El cementerio estaba integrado al área de unidades domésticas y los enterratorios se ubicaban incluso dentro de los sitios habitacionales (Langebaek *et al.* 2011). Diferentes evidencias culturales (cerámica, tipo de tumbas, etc.) y tres fechados radiocarbónicos AMS (940 ± 40 años AP, Beta 270075, carbón vegetal; 1180 ± 40 años AP, Beta 286642, carbón vegetal y 1350 ± 40 años AP, Beta 286641, carbón vegetal) permiten ubicar cronológicamente el sitio en el PMTa. Una de

sus principales características es su dimensión, incluyendo la cantidad de tumbas presentes. No obstante, aparte de su tamaño, otro rasgo importante es la evidencia hallada de estratificación social establecida a partir del estudio de las prácticas mortuorias (presencia de ajuar, de elementos alóctonos, etc.), lo que sugiere que se trata de un sitio interesante para evaluar diferentes hipótesis en torno a la naturaleza del estatus social entre grupos muiscas (Boada 1999; Kruschek 2003). En cuanto a la muestra humana investigada, se seleccionaron 60 individuos en buen estado de preservación, correspondientes a diferentes grupos de sexo y edad, los cuales se estimaron empleando métodos bioarqueológicos estándar (White y Folkens 2005). La distribución del sexo en la muestra corresponde a 20 masculinos, 20 femeninos y 30 indeterminados, mientras que la distribución de edad corresponde a dos infantes (0-3 años), cinco niños (3-12 años), ocho adolescentes (12-20 años), catorce adultos jóvenes (20-35 años), veintitrés adultos medios (35-50 años) y ocho adultos mayores (+50 años).

MÉTODOS EMPLEADOS

Debido a la necesidad de contar con una base ecológica confiable para interpretar la dieta, en el presente trabajo se realizó la reconstrucción de la ecología isotópica regional empleando múltiples fuentes de información, entre ellas valores isotópicos de especies animales halladas en el sitio estudiado que representan la fauna más común que habitó la región durante el Holoceno tardío, como el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*; $n=2$), el curí (*Cavia porcellus*; $n=1$), el conejo (*Sylvilagus brasiliensis*; $n=1$), el leopardo (*Leopardus wiedii*; $n=1$), el perro (*Canis familiaris*; $n=1$) y el pato (*Dendrocygna autumnalis*; $n=1$). Adicionalmente, datos isotópicos (carbono de vegetación actual y pasada) provenientes de reconstrucciones paleoambientales y datos de estudios dietarios previos (carbono y nitrógeno) fueron usados como una base para interpretar la dieta prehispánica.

Las interpretaciones sobre dieta y subsistencia fueron hechas a partir de los valores de carbono ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$), nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) y espaciamento ($\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-ap}}$) en el caso de los isótopos, y de bario (Ba) y estroncio (Sr) en el caso de los elementos traza, en el contexto de la ecología isotópica regional. Debido a que algunas pocas muestras presentaron resultados no confiables (bajo porcentaje de nitrógeno y carbono, baja amplificación, etc.), fueron excluidas del análisis (apéndices 1 y 2). Distintos procedimientos estadísticos fueron usados para evaluar las propiedades de los datos (normalidad uni y multivariada, pruebas de Shapiro-Wilks y Mardia), correlación (test de correlación de Pearson) y diferencias entre muestras (test de t). Se usaron comparaciones bivariadas entre isótopos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ y elementos Sr y Ba para evaluar las tendencias a nivel de dieta entre grupos de

edad y sexo. Aparte de las comparaciones estándar se empleó el método propuesto por Kellner y Schoneninger (2007) con el fin de obtener datos adicionales sobre la dieta en Tibanica. Dichos autores, sobre la base de información experimental, sugirieron que el uso por separado de isótopos de carbono del colágeno y la apatita, así como los valores de espaciamento empleados comúnmente para reconstruir dieta, dieta-energía y proteína, no permiten obtener información diagnóstica. Por el contrario, los gráficos bivariados de valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{co}}$ contra $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$ proporcionan un modelo de tres líneas de regresión (C_3 , C_4 y dieta basada en proteína de origen marino) donde la posición de cada línea indica la fuente de energía (C_3 , C_4 o mixta).

RESULTADOS

Ecología isotópica regional

A pesar que hasta la fecha no ha habido ningún interés en la ecología isotópica regional, por lo que existen muy pocos datos sobre los tipos de recursos disponibles en el marco temporo-espacial bajo estudio, la reconstrucción realizada permitió obtener un cuadro interesante sobre los posibles recursos consumidos durante el período muisca, aunque es claro que mucha más información es necesaria para lograr una idea más clara de la ecología isotópica a nivel regional. En el apéndice 1 se presentan los valores isotópicos para las especies estudiadas. Respecto al venado, el aspecto más interesante teniendo en cuenta sus hábitos alimenticios y rango geográfico son sus valores de carbono (colágeno y apatita) relativamente enriquecidos para una especie con una dieta exclusivamente C_3 (Moreano 2011). La evidencia fósil, experimental y arqueológica sugiere rangos más amplios en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, aunque las muestras de Tibanica están por encima de los valores medios de venados fósiles y actuales, así como de algunos casos arqueológico (Emery *et al.* 2000). Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ coinciden con el patrón esperado en términos de dieta. Los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$ y $\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-ap}}$ sugieren importantes diferencias intra-específicas, así como rangos geográficos amplios para dicha especie (*i.e.* áreas boscosas y el ecotono entre sabanas abiertas y bosques en galería) en la región estudiada (Moreano 2011). Los datos de *Cavia* indican una dieta C_3 típica con valores bajos para carbono (colágeno y apatita) y nitrógeno. Si bien esta especie está presente en contextos arqueológicos desde el Holoceno temprano y hay evidencias de domesticación desde inicios del Holoceno tardío (Ijzereef 1978), sus valores no indican una influencia humana directa en su alimentación, aunque los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ cercanos al promedio de plantas C_4 probablemente sugieran consumo de pastos tropicales.

Los valores de carbono en conejo son similares a los de curí, reflejando

básicamente la ecología local (vegetación C_3); no obstante, los valores altos de nitrógeno no coinciden con una especie herbívora. Este resultado es inusual, cuya resolución depende de la inclusión de más muestras. De manera interesante, los valores enriquecidos de $\delta^{13}C_{ap}$ sugieren el consumo de vegetales C_4 , aunque en muy baja frecuencia. En cuanto a las dos especies carnívoras incluidas (perro y leopardo), el perro presentó una dieta variable, con valores altos en $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{15}N$, indicando un alto consumo de proteína posiblemente explicada por su relación cercana con los humanos. Respecto al leopardo, los valores altos de carbono reflejan el repertorio de presas consumidas, básicamente los herbívoros mencionados, aunque su señal más próxima a una dieta C_4 refleja el consumo de presas adaptadas a tierras bajas tropicales. Los valores de $\delta^{15}N$ son los esperados para un carnívoro, aunque valores aún más altos son esperables debido al efecto del nivel trófico. Finalmente, una especie de pato incluida muestra valores concordantes con sus hábitos alimenticios y hábitat, esto es, una dieta completamente C_3 y consumo de recursos lacustres disponibles localmente.

Actualmente no hay información disponible sobre los recursos vegetales consumidos, aunque son de gran interés los estudios isotópicos paleoambientales llevados a cabo en la región, enfocados en el estudio de la distribución altitudinal de vegetación C_3/C_4 durante los últimos 18000 años AP (Guillet *et al.* 1988; Mora y Pratt 2002; Boom 2004). Los resultados más relevantes son la actual dominancia de vegetación C_3 para casi la mayoría de ecosistemas de la región, aunque también indican la presencia de vegetación C_3/C_4 mixta para algunos parches y la presencia de vegetación C_4 en diferentes momentos del Pleistoceno final y el Holoceno. Dichos autores propusieron que cambios ambientales y/o actividades agrícolas podrían explicar el incremento de plantas C_4 . Si bien el cultivo de plantas C_4 (*v.g.* maíz) puede explicar la presencia de vegetación C_3/C_4 mixta durante el Holoceno tardío, es también posible que cambios climáticos rápidos hayan favorecido la expansión de vegetación C_4 tropical debido a descensos en la presión atmosférica parcial (pCO_2), pluviosidad reducida y fluctuaciones de temperatura como sugieren Mora y Pratt (2002) y Boom (2004). De manera interesante, la base de datos de los últimos estudios reveló que al interior de los cinturones de vegetación de páramo, bosque andino y bosque sub-andino, la presencia de valores que oscilan entre -9 y -15‰ definitivamente revela la existencia de vegetación C_4 y CAM (Boom 2004). Otro aspecto relevante es la sugerencia de Guillet *et al.* (1988) sobre el rol de la deforestación humana en la expansión de vegetación C_4 en la región. Estos resultados cobran validez si tenemos en cuenta el registro arqueológico, el cual sugiere explotación intensiva de los biomas mencionados por lo que es esperable un enriquecimiento relativo de la señal C_4 en muestras humanas y animales de la región. Por último, respecto al consumo de maíz, estudios previos que

analizaron la dieta muisca (Cárdenas 1993, 1996, 2002) y grupos bajo el dominio español con una dieta exclusiva de maíz (Cárdenas 2002; Delgado 2007) sugieren que valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ entre -12,8 y -9,7‰ deberían corresponder con una dieta basada principalmente en maíz.

Dieta y subsistencia

Los datos isotópicos ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-ap}}$ y la razón C/N como indicador de alteración química *postmortem*) y de elementos traza (pXRF Ba, pXRF Sr) provenientes de muestras humanas se presentan en el apéndice 2 y en la figura 2. Un resumen de la variación isotópica de la muestra total por edad se presenta en la tabla 1 y en las figuras 2 y 3. Hubo diferencias estadísticas interesantes entre las medias de los grupos etarios estudiados. Para el $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, los pares infante-adolescente e infante-adulto medio presentaron diferencias significativas. Para el $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$ se detectaron diferencias en la comparación adulto joven-adulto medio. Respecto al $\delta^{15}\text{N}$, los valores altos de los infantes (12,1‰) produjeron diferencias significativas entre los demás grupos, los cuales presentaron el mismo valor (9,5‰). El hallazgo más conspicuo en la figura 3 es el alto valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los infantes, aunque los adultos jóvenes presentaron alta variación. El resto de la muestra posee valores que fluctúan entre -14‰ y -9‰ para el $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y 8,5 y 11,5‰ para $\delta^{15}\text{N}$, indicando una dieta C_4 (probablemente maíz y otros cultígenos tropicales) complementada con proteína animal (animales con dieta C_3).

En cuanto a los elementos traza, un resumen de su variación en términos de edad se presenta en la tabla 1 y en las figuras 2 y 4. El patrón visto es interesante, pero dado que las determinaciones se hicieron a través de un método aún en desarrollo (pXRF) que requiere mayor precisión, las tendencias deben ser vistas como preliminares. Aun así es importante mencionar que hay diferencias significativas para pXRF Ba y pXRF Sr entre los siguientes grupos: infantes y adultos mayores, niño y adulto joven, niño y adulto medio, niño y adulto mayor, adolescente y adulto mayor y adulto medio y adulto mayor. Un coeficiente de correlación alto ($r=0,991$; $p<0,01$) indica una fuerte covariación entre ambos elementos. Las diferencias en edad sugieren que hubo un incremento abrupto de ambos elementos en la niñez, con un decaimiento paulatino donde los adultos jóvenes presentan alta variación y los adultos mayores los valores más bajos.

La variación isotópica respecto al sexo se presenta en la tabla 2 y en las figuras 2 y 5. Hubo diferencias significativas entre hombres y mujeres para el $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ ($t=2,22$; $p\leq 0,05$). Igualmente, los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$ también indican diferencias importantes, aunque no en un sentido estadístico (hombres: -6,4‰; mujeres:

-7,2‰). Ni el nitrógeno ni el espaciamento produjeron diferencias entre los sexos, aunque los individuos de sexo indeterminado presentan valores mayores. La figura 5 corrobora las tendencias vistas en los isótopos de carbono mostrando valores más altos y mayor variación entre los hombres. La variación sexual de acuerdo con los elementos traza se presentan en la tabla 2 y en las figuras 2 y 6. No se observan diferencias estadísticas entre hombres y mujeres para pXRF Ba y pXRF Sr, aunque los valores bajos de ambos elementos en la muestra masculina produjeron diferencias significativas con la categoría indeterminado (para pXRF Ba: $t=2,1$; $p\leq,05$; para pXRF Sr: $t=2,0$; $p\leq,05$). La figura 6 muestra la mayor dispersión de ambos elementos en las mujeres y de hecho valores más altos, lo cual indicaría un mayor consumo de vegetales, aunque no de maíz si se tienen en cuenta los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y el patrón contrario en los hombres (*i.e.* más proteína).

Finalmente, los resultados del modelo Kellner-Schoeninger se presentan en la figura 7. Una correlación alta ($r=0,789$; $p\leq 0,000$) indica una fuerte covariación entre ambos isótopos, lo que muestra una relación importante entre el consumo de proteínas y dieta total en la muestra. De acuerdo con lo esperado, todos los individuos de Tibanica caen en la parte del modelo que indica que la mayoría de su energía a nivel de dieta proviene de fuentes C_4 (maíz básicamente). Los valores correspondientes a humanos se ubican entre las líneas de regresión de proteína C_3 y C_4 . Un grupo de individuos posee una dieta con un

Isótopos estables									
Edad	N	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	d.e.	$\delta^{15}\text{N}$	d.e.	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$	d.e.	$\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-ap}}$	d.e.
Infante	2	-9,3*	3,5	12,1*	2,4	-6,7	0,07	5,0	0,07
Niño	5	-12,2	0,9	9,5*	0,9	-7,1	1,1	5,1	0,8
Adolescente	8	-12,0	0,9	9,5*	0,6	-6,8	1,2	5,1	0,7
Adulto joven	14	-11,4	1,8	9,5*	0,8	-6,2*	1,0	5,2	1,0
Adulto medio	23	-11,9*	1,1	9,5*	0,6	-6,8*	0,7	5,1	0,8
Adulto mayor	8	-11,8	1,9	9,5*	0,5	-6,7	1,5	5,1	0,8
Elementos traza									
Edad	N	xPRF Ba		d.e		xPRF Sr		d.e	
Infante	2	2318,5*		419,3		1276,5*		532,4	
Niño	4	2710,2*		571,3		1804*		771,2	
Adolescente	8	2240,8*		383,7		1216,2*		443,7	
Adulto joven	14	1918,1*		392		884,2*		420,7	
Adulto medio	23	2145,3*		452		1150,2*		518,9	
Adulto mayor	8	1739,6*		239,7		679*		179,7	

Tabla 1. Promedios de los valores de isótopos y elementos traza por grupo de edad en Tibanica. Referencias: d.e.: desviación estándar; *: diferencias estadísticas significativas al nivel $p<0,05$.

alto componente C_4 , maíz más otros cultígenos tropicales, y aunque el resto de los individuos también presentan una dieta C_4 , con alta variación, también se hace evidente el consumo de vegetales C_3 y de animales consumidores de dichas plantas. De hecho, al menos un individuo posee una dieta mayoritariamente C_3 . Esto sugiere que la posición de los individuos también indica la importancia relativa en su dieta de peces de agua dulce, aves acuáticas y venado. Este patrón se ve corroborado por los valores relativamente altos de $\Delta^{13}C_{col-ap}$, los cuales reflejan una dieta omnívora compuesta por carbohidratos C_4 y proteínas C_3 (Katzenberg 2008). Adicionalmente, estos resultados evidencian que la gente de Tibanica poseía dietas cuyo rango de consumo de plantas C_4 oscilaba entre 50 y 80%. Asimismo, los valores relativamente altos de $\delta^{13}C_{col}$ reflejan la importancia de animales consumidores de plantas C_4 (venado, curí y perro). Igualmente un aspecto interesante que se desprende del modelo es la posición de la fauna herbívora local, la cual refleja valores enriquecidos de carbono respecto a lo esperado para su dieta y hábitat.

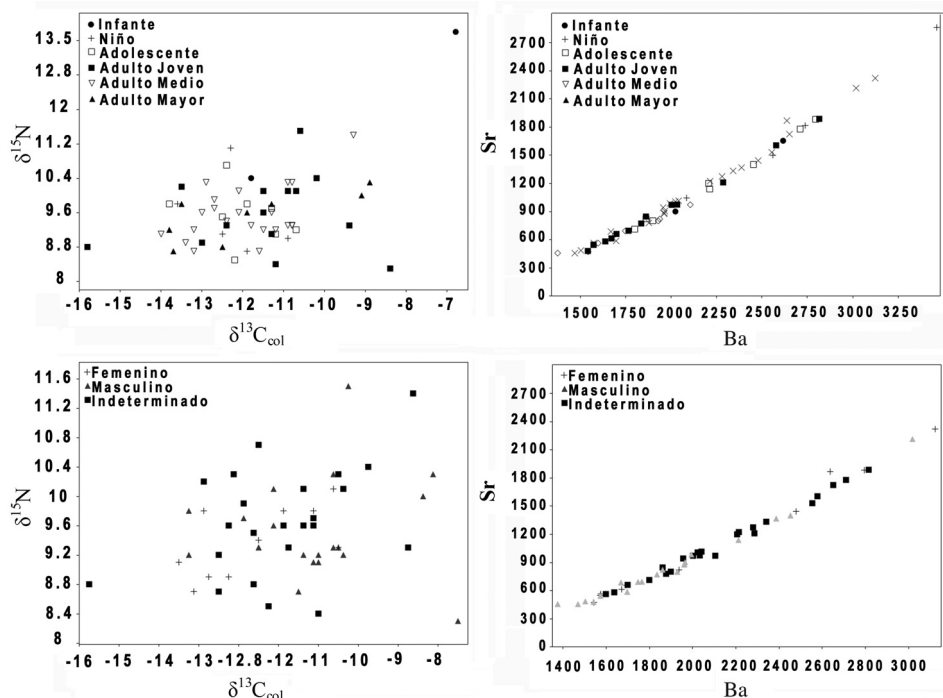


Figura 2. Gráficos de dispersión de los valores de isótopos y elementos traza por grupos de edad y género en Tibanica.

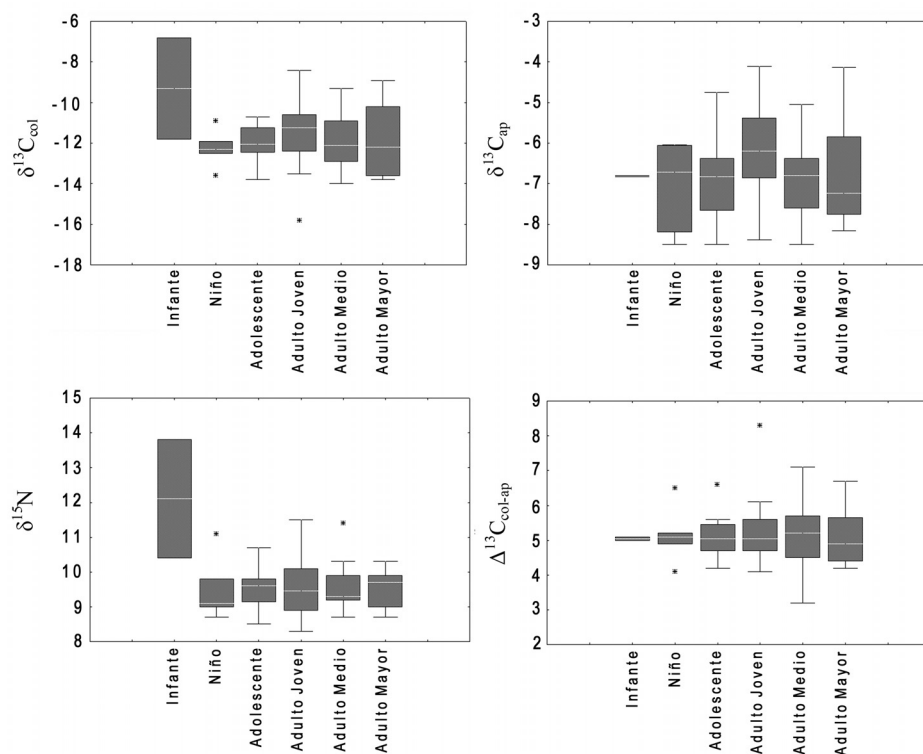


Figura 3. Gráficos de cajas de los valores isotópicos (medianas) por grupos de edad en Tibanica.

Isótopos estables									
Sexo	N	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	d.e	$\delta^{15}\text{N}$	d.e	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$	d.e	$\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-ap}}$	d.e
Mujeres	10	-12,4*	1,20	9,3	0,47	-7,2	0,61	5,2	0,86
Hombres	20	-11,3*	1,42	9,5	0,68	-6,4	1,24	4,8	0,72
Indet.	23	-11,9	1,43	9,6	0,74	-6,5	0,96	5,3	0,97
Elementos traza									
Sexo	N	xPRF Ba	d.e	xPRF Sr	d.e				
Mujeres	10	2101,2	596,7	1118,1	691				
Hombres	20	1894,7*	391,2	862,1*	420,4				
Indet.	23	2136,6*	346,9	1111,7*	385,5				

Tabla 2. Diferencias en los valores promedio de isótopos y elementos traza de acuerdo con el sexo en Tibanica. Referencias: d.e: desviación estándar; Indet.: indeterminados; *: diferencias estadísticas significativas al nivel $p < ,05$.

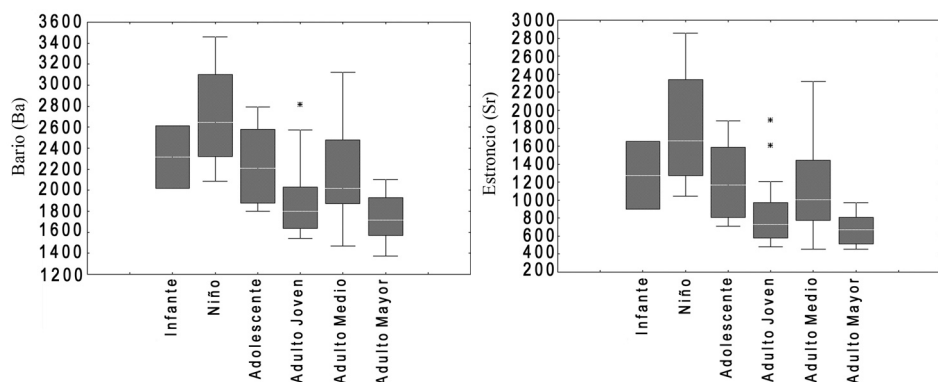


Figura 4. Gráficos de cajas de los valores de elementos traza (medianas) por grupos de edad en Tibanica.

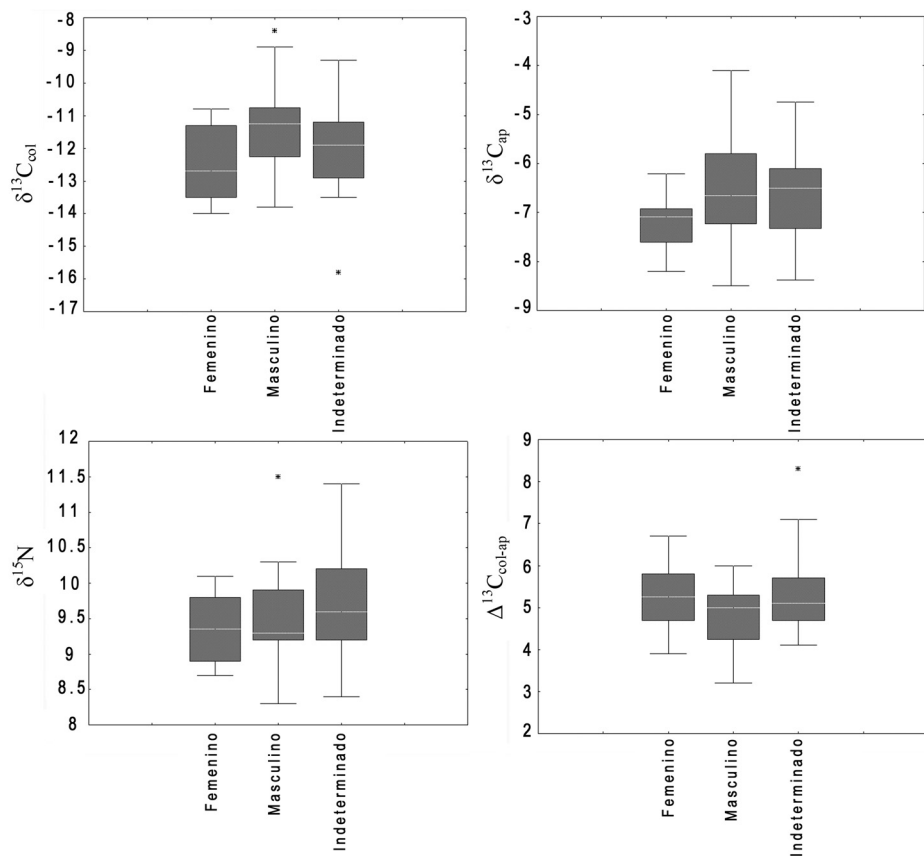


Figura 5. Gráficos de cajas de los valores de isotópicos (medianas) por sexo en Tibanica.

DISCUSIÓN

Diversidad de la dieta relacionada con la edad

Tanto los datos isotópicos como los elementales muestran que hubo cambios importantes a nivel de dieta relacionados con la edad en Tibanica. Los infantes presentaron los valores más altos en carbono y nitrógeno (colágeno), lo que sugiere dietas ricas en proteína. El promedio de $\delta^{15}\text{N}$ en infantes muestra un enriquecimiento de *ca.* 3‰ respecto a otras cohortes de edad, lo que refleja el fraccionamiento del nivel trófico entre la dieta materna, la leche materna y los tejidos del infante. Otro dato interesante que emerge del estudio de los infantes es que en el período comprendido entre los 1,4 y 2,5 años de edad ocurre el cambio de una dieta rica en proteínas a una más empobrecida. Este valor se corresponde con la edad de destete en Tibanica, la cual se ubica del rango de las sociedades agrícolas (poblaciones etnográficas: 0,48-2,7 años; poblaciones arqueológicas: 1,07-2,8 años; Tsutaya y Yoneda 2013). Asimismo, la ausencia de diferencias estadísticas en los valores de apatita *versus* la diferencia significativa en los valores del colágeno ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$) sugiere que fue el consumo de proteína animal y no la composición total de la dieta la que varió con la edad. Es difícil conocer a partir de los datos isotópicos los alimentos incorporados en la dieta de los infantes luego del destete; sin embargo, si se tienen en cuenta los indicadores arqueobotánicos que sugieren un rol importante del maíz en la dieta muisca, es esperable que los niños y otras categorías etarias presenten valores enriquecidos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$. No obstante, los datos aquí presentados concuerdan más con un suplemento dietario C_3 . En esa misma dirección, los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de los infantes respecto a los niños y adolescentes indican que no hubo un decreci-

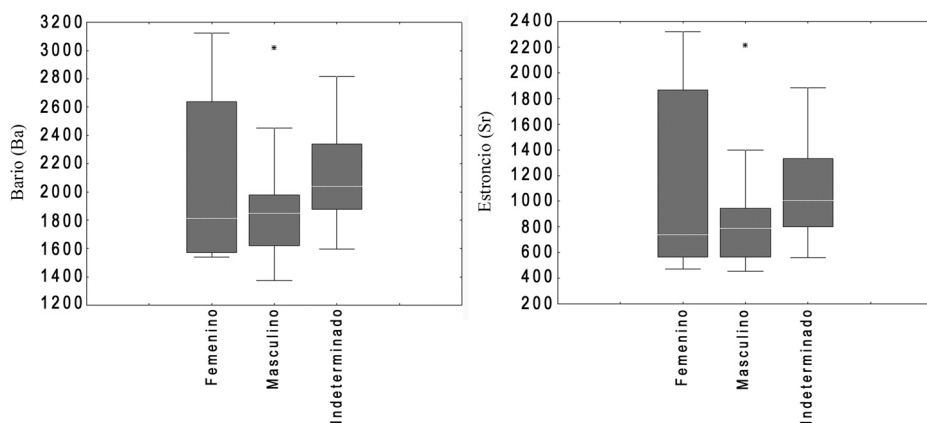


Figura 6. Gráficos de cajas de los valores de elementos traza (medianas) por sexo en Tibanica.

miento progresivo sino abrupto, lo que podría indicar que luego del destete no hubo un suplemento dietario (*v.g.* leche de herbívoros) que compensara las grandes cantidades de proteína proporcionadas durante la lactancia. Esto sugeriría que el consumo proteico provino del consumo de carne y/o otras fuentes, como el pescado. Los elementos traza muestran igualmente que el paso de infante a niño produjo diferencias importantes tanto en Ba como Sr (ver también $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$). El cambio relativamente brusco pudo influenciar la presencia de hipoplasia del esmalte dental y *cribra orbitalia*, las cuales están presentes en Tibanica, aunque en baja frecuencia (14 y 13,6% respectivamente; Langebaek *et al.* 2011).

Luego de los 5 años de edad existen cambios importantes a nivel de dieta, aunque no tan marcados. Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ se mantienen constantes a lo largo del tiempo, lo cual sugiere que la gente de Tibanica consumía proteína animal en proporciones similares durante su vida, corroborando la evidencia zooarqueológica y etnohistórica (Enciso 1996; Francis, 2007). Además, los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$ fluctúan en el tiempo con un pico durante la adultez temprana (adultos jóvenes). Esto indica que el consumo de vegetales C_4 cambió en el tiempo y de alguna manera los jóvenes consumían más maíz y/o productos a base de maíz que el resto de los individuos. No está clara la naturaleza de esta tendencia y si está relacionada con aspectos sociales, económicos o ambos. Los datos de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-ap}}$ muestran que el consumo diferencial de proteína vegetal y animal se mantuvo constante en el tiempo, sin cambios importantes en ninguno de los cohortes. Finalmente, los elementos traza muestran un decaimiento progresivo luego de la niñez, con valores muy bajos en los adultos mayores y gran variación en los adultos jóvenes. Esta tendencia sugiere, de acuerdo con el modelo (dietas con mayor consumo de carne/pescado=valores bajos de Ba y Sr), un consumo diferencial de vegetales/proteína animal, donde los individuos en edades tempranas (niño y adolescente) consumían mayor proporción de vegetales en relación con la proteína animal, mientras que en edades tardías (adulto mayor) el patrón es opuesto. El isótopo $\delta^{15}\text{N}$ parecería sugerir una interpretación similar al mostrar valores un poco más altos en esos mismos rangos de edad.

Estudios previos que abordaron la diferencia de dieta en individuos infantes en otros sitios pertenecientes al período muisca tardío como las Delicias (*ca.* 1180-1010 años ^{14}C AP) y Candelaria (*ca.* 775-700 años ^{14}C AP) (Cárdenas 1993, 1996) encontraron una variación similar a la vista en el presente estudio, esto es valores altos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$. Los datos de los infantes de ambos sitios (Las Delicias: N=7; media $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}=-11$; media $\delta^{15}\text{N}=10,9$; Candelaria: N=5; media $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}=-10,9$; media $\delta^{15}\text{N}=11,6$) no señalan el fraccionamiento del nivel trófico visto en Tibanica dado que las diferencias respecto a los valores de los adultos son apenas de 1,4‰ y 2,1‰ en Las Delicias y Candelaria respectivamente. Esto a su vez sugiere la existencia de diferentes prácticas de destete entre grupos muiscas, las cuales influenciaron el tiempo, el nivel del suplemento die-

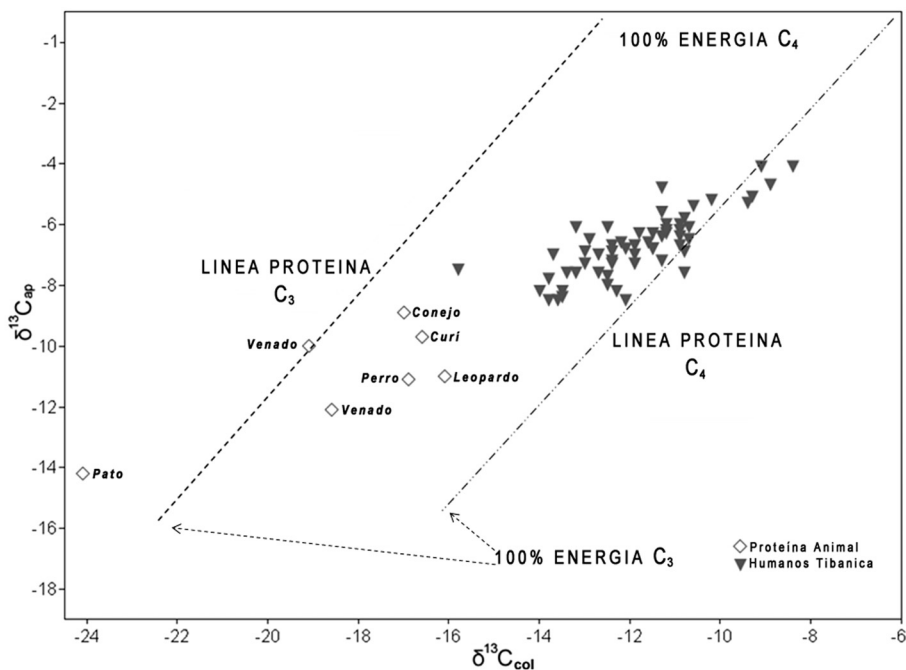


Figura 7. Gráfico de dispersión de valores de $\delta^{13}C_{col}$ contra $\delta^{13}C_{ap}$ de muestras humanas y faunísticas de Tibanica, según el modelo de Kellner y Schoeninger (2007).

tario y la duración e intensidad del período de lactancia. Estas diferencias se ven apoyadas por las edades probables de destete en ambas muestras (1 año en Las Delicias y 0,4 años en Candelaria). Los valores de $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{15}N$ de los infantes de Tibanica son mayores a los hallados en Las Delicias y Candelaria, lo que a pesar del tamaño muestral puede sugerir también un mayor consumo de proteínas de las madres en Tibanica, que a diferencia de lo que ocurre en Las Delicias y Candelaria, presentan evidencias de diferenciación social. Ambos infantes de hecho pertenece a la categoría de *estatus alto*, lo que explicaría los valores mayores en Tibanica así como un tiempo de destete más prolongado. Obviamente, más datos son necesarios para mantener esta hipótesis.

Diversidad de la dieta según el sexo

Los marcadores isotópicos de dieta relacionados con el sexo son útiles para discutir características culturales poco tangibles como la variación de la dieta de acuerdo con ese parámetro. Las diferencias sexuales vistas en Tibanica (y otros sitios) son interesantes ya que ninguna otra evidencia aparte de la isotópica pa-

rece indicar acceso diferencial a recursos alimenticios en grupos muiscas. Las diferencias vistas tanto en colágeno como en apatita se pueden explicar mejor si se asume un mayor consumo de plantas C_4 en hombres. El maíz es el principal cultígeno que pudo fomentar dicha diferenciación, aunque probablemente otras plantas C_3 y C_4 como el fríjol, la mandioca, la calabaza, etc., pudieron haber contribuido, lo que corroboraría otras evidencias (Langebaek 1987; Morcote 1996; Parra 2001). Existen evidencias culturales de diferenciación a nivel del sexo en la sociedad muisca, entre ellas el patrón de residencia postmarital avunculocal, la herencia matrilineal de la posición social entre la elite y la producción textil (Tavera de Télles 1994; Kruschek 2003). Por lo tanto, es esperable que dicha distinción se vea también reflejada en aspectos relacionados con la alimentación, especialmente en ciertos contextos sociales que requirieron del consumo diferencial de determinados alimentos, por ejemplo el maíz en la forma de cerveza o *chicha* en festejos relacionados con aspectos religiosos, económicos, de estatus, etc. Según Kruschek (2003), diferentes elites muisca locales en su competencia por prestigio ofrecían constantemente fiestas y/o ritos religiosos donde se consumían grandes cantidades de alimentos a base de maíz y *chicha*. Es en este tipo de situaciones donde parte de la diferenciación a nivel sexual se pudo haber generado, sobre todo si se tiene en cuenta el mayor consumo de maíz en adultos jóvenes. Los elementos traza indican, a pesar de la falta de significación estadística, que hubo diferencias en ambos elementos entre hombres y mujeres, con valores más bajos para los primeros. Esto podría sugerir mayor consumo de proteína animal en hombres que en mujeres, lo cual concordaría parcialmente con la diferencia vista en $\delta^{13}C_{col}$, pero no en $\delta^{15}N$ (diferencias de apenas 0,2‰). Los valores de $\Delta^{13}C_{col-ap}$ también indican dietas con mayor porcentaje de proteína animal en hombres que en mujeres (dietas más omnívoras). Las investigaciones previas sobre la dieta muisca a partir de isótopos estables no abordaron profundamente las diferencias entre sexos; no obstante, datos provenientes de Candelaria y Portalegre (ca. 915-720 años ^{14}C AP; Cárdenas 2002) sugieren que también hubo diferencias en otros sitios del período tardío. Por ejemplo, en Candelaria se hallaron diferencias significativas en $\delta^{15}N$ ($t=2,3$; $p \leq 0,5$; masculino=9,8; femenino=9,1) pero no en $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{13}C_{ap}$, aunque los masculinos presentaron valores más altos en los últimos. En Portalegre, aunque no hubo diferencias estadísticas, los masculinos presentaron valores mayores en $\delta^{15}N$ (masculino=11,8; femenino=11,1). De acuerdo con estos datos, en ambos sitios los hombres consumían mayores cantidades de proteína animal, aunque los valores de Portalegre posiblemente estén reflejando también cantidades pequeñas de recursos marinos (Cárdenas 2002). En su conjunto, los datos de los sitios mencionados, incluyendo Tibanica, comienzan a mostrar un patrón emergente relacionado con el consumo y acceso diferencial a determinados alimentos en términos de sexo. Esto cobra aún más relevancia si se tiene en cuenta que

ninguna otra línea de evidencia indica dicha diferenciación; no obstante, dicho patrón debe confirmarse con más datos y sobre todo debe esclarecerse el contexto social en el cual pudo haber ocurrido.

Dieta y subsistencia en la sociedad muisca: evidencias bioquímicas

Las interpretaciones tradicionales sobre la dieta y economía muiscas sugirieron una dependencia casi exclusiva de maíz y tubérculos de altura, explicadas a través de modelos de microverticalidad (Domínguez 1981). Dicho escenario emergió en parte por la incorporación acrítica de la información etnohistórica y documental. Los datos aquí presentados, al igual que la ecología isotópica regional, sugieren un escenario más complejo ya que por un lado muestran claras especializaciones regionales que reflejan en gran parte la ecología local y por el otro una dieta mixta con alta proporción de vegetales C_4 , básicamente maíz, pero complementada con otros cultígenos y frutas C_3 y C_4 , animales consumidores C_3/C_4 y recursos de agua dulce. Otras líneas de evidencia (etnohistórica, arqueobotánica, zooarqueológica, bioarqueológica) e incluso datos isotópicos previos confirman el patrón visto. Aun así, esta información representa solo una fracción de la diversidad de la dieta muisca, la cual no solo puede ser explicada en términos de autosuficiencia económica sino también por modelos bilaterales (no centro-periferia) de circulación e intercambio de productos desde las tierras altas a las bajas y viceversa (Cárdenas 1996). En este contexto debe mencionarse que la variación en la dieta vista se relaciona no solamente con las diferencias de edad y sexo sino también con preferencias en el uso y consumo de determinados recursos así como su acceso y disponibilidad.

Un aspecto de interés en este contexto es por supuesto el cultivo de maíz, que al parecer representó uno de los principales recursos consumidos. Mientras que en otras regiones de América el maíz representa un buen *proxy* para monitorear isotópicamente el establecimiento y desarrollo de la agricultura (Gil *et al.* 2011), en el norte de los Andes la importancia de otros cultígenos tropicales complica el escenario. Estudios arqueobotánicos identificaron en contextos arqueológicos muiscas tardíos dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L y *Phaseolus lunatis* L) y mandioca (*Manihot esculenta*) (Morcote 1996). Igualmente estudios de fitolitos hallados en el cálculo dental en grupos muiscas hallaron aparte de maíz ahuyama (*Cucurbita máxima*), calabaza (*Cucurbita pepo*), achira (*Canna edulis*) y formas compatibles con la familia de las Piperaceae (Parra 2001). Las fuentes etnohistóricas sugieren una variedad aún más amplia de recursos tropicales consumidos por los grupos muiscas a la llegada de los invasores europeos (Langebaek 1987). El conjunto de evidencias muestran que si bien el maíz fue el principal cultígeno, su consumo se vio complementado con otros

productos C_4 que posiblemente incrementaron su señal isotópica; esto a su vez indica que algunos productos están subrepresentados en nuestra comprensión de la dieta muisca. En este contexto cabe preguntarse porqué no encontramos evidencias a nivel isotópico del consumo de tubérculos de altura (papa *Solanum sp.*, batata *Ipomea batata*, ulluco *Ullucus tuberosus*, arracacha *Arracacia xanthorrhiza* y cubios *Tropeolum tuberosum*, entre otras), que según la evidencia etnohistórica (Langebaek 1987) y arqueobotánica (Morcote 1996) representaban una contribución importante de la dieta muisca. La respuesta podría estar tanto en el consumo de múltiples productos C_4 como en la ecología isotópica regional. Como se mencionó arriba, sin duda el consumo de más de un cultígeno C_4 , que hasta ahora ha sido interpretado como señal de maíz, opaca la señal isotópica de otros recursos sobre todo C_3 . No obstante, de especial interés son los valores enriquecidos en $\delta^{13}C_{col}$ vistos en algunas especies de herbívoros (venado, curí, conejo) y la presencia de plantas C_4 y CAM en diferentes momentos del Holoceno, que evidencian un incremento aun mayor de la señal de recursos C_4 en humanos y fauna de la región. Esto explicaría, al menos parcialmente, la supuesta ausencia isotópica del consumo de este importante tipo de recursos. Otro aspecto que complica aún más el escenario es la existencia de amplias redes de intercambio o alternatively el probable control político y económico ejercido por grupos muiscas en tierras bajas, lo que permitió la circulación y consumo de un amplio rango de alimentos, entre ellos de tipo exótico como la sal marina, el pescado de mar y ciertos alucinógenos.

Otro aspecto interesante en la presente discusión sobre la dieta muisca es el probable consumo de alimentos marinos. Si bien en trabajos previos se confundió el alto contenido de nitrógeno en infantes lactantes como indicadores de una dieta marina (Cárdenas 1993, 1996), resultados recientes muestran que valores altos de $\delta^{15}N$ en adultos del sitio Portalegre sugerirían su consumo, aunque en baja proporción (Cárdenas 2002). En el presente estudio los valores de nitrógeno no reflejan ningún consumo de productos marinos; no obstante, es importante mencionar que en diferentes sitios se han encontrado evidencias (restos de gasterópodos, bivalvos, sal marina, etc.) que permitirían dejar abierta la posibilidad del ingreso al altiplano de diferentes recursos costeros a través de intercambio y comercio.

Los indicadores bioquímicos de dieta investigados en Tibanica, isótopos estables y elementos traza, permiten explorar nuevos aspectos relacionados con la alimentación y subsistencia de los grupos muiscas durante el período tardío debido a que incluye variación antes no tenida en cuenta como diferencias por edad y sexo, así como la construcción de una base interpretativa de los recursos consumidos (ecología isotópica). Este conjunto de datos, así como la incorporación de nuevas evidencias (isótopos de $\delta^{18}O$) y preguntas (variación de la dieta de acuerdo con el estatus social, movilidad humana y movilidad de la dieta, etc.)

permitirá abordar aspectos aún más detallados de la diversidad alimenticia muisca así como evaluar la validez de los modelos económicos y políticos empleados tradicionalmente para explicarla.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos la invitación de los editores a participar en el presente volumen. Diferentes instituciones apoyaron financiera y logísticamente el proyecto cuyos resultados son presentados aquí entre ellas Departamento de Antropología y Vicerrectoría de Investigaciones, Universidad de los Andes, Colombia; Instituto Colombiano de Antropología e Historia; Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Colombia; Banco de la República y Museo del Oro, Colombia. El primer autor agradece el soporte del CONICET (Argentina), así como la guía, apoyo y amistad dados por Gustavo Barrientos. Finalmente, los autores agradecemos las sugerencias hechas por los revisores, las cuales mejoraron notablemente el texto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, F. 1954. *Recopilación historial*. Bogotá, Biblioteca de la Presidencia de la República.
- Barberena, R., F. Zangrando, A. Gil, G. Martínez, G. Politis, L. Borrero y G. Neme. 2009. Guanaco (*Lama guanicoe*) isotopic ecology in southern South America. *Journal of Archaeological Science* 36: 2666-2675.
- Boada, A. 1999. Organización social y económica en la aldea muisca de El Venado, valle de Samacá, Boyacá. *Revista Colombiana de Antropología* 35: 118-145.
- Boom, A. 2004. A geochemical study of lacustrine sediments: towards palaeo-climatic reconstructions of high Andean biomes in Colombia. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias, Universidad de Amsterdam, Holanda.
- Burton, J. 2008. Bone chemistry and trace element analysis. En M. Katzenberg y S. Saunders (eds.), *Biological anthropology of the human skeleton*: 443-460. Nueva Jersey, John Wiley & Sons.
- Cárdenas, F. 1993. Paleodieta y paleodemografía en poblaciones arqueológicas muiscas (sitios Las Delicias y Candelaria). *Revista Colombiana de Antropología* 30: 129-148.
- Cárdenas, F. 1996. La dieta prehispánica en poblaciones arqueológicas muiscas. En M. Therrien y B. Enciso (eds.), *Bioantropología de la Sabana de Bogotá*: 85-109. Bogotá, Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
- Cárdenas, F. 2002. *Datos sobre la alimentación prehispánica en la Sabana de Bogotá, Colombia*. Informes Arqueológicos No 3. Bogotá, Colombia, Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
- Delgado, M. 2007. El impacto de la colonización española: evidencias paleopatológicas e isotópicas de cambios en la salud oral y reducción de la diversidad de la dieta en sociedades coloniales nativas del sur Occidente de Colombia. *Revista de Estomatología* 15: 17-37.
- Delgado, M. 2012a. Mid and late Holocene population changes at the Sabana de Bogotá (Northern South America) inferred from skeletal morphology and radiocarbon chronology. *Quaternary International* 256: 2-11.

- Delgado, M. 2012b. Diversificación morfológica y el poblamiento temprano del Noroccidente de Sur América: un estudio de la variación craneofacial. En M. Delgado y J. Rosique (eds.), *Tendencias Actuales de la Bioantropología en Colombia*. *Revista Colombiana de Antropología* 48: 189-232.
- Delgado, M. 2013. Cambios dietarios y económicos durante el Holoceno temprano, medio y tardío en la Sabana de Bogotá (Colombia). Un estudio de la evidencia dental e isotópica. Trabajo presentado en el *XVIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. La Rioja, Argentina.
- Delgado, M., C. Langebaek, L. Aristizabal, R. Tykot y L. Johnson. 2014. Biochemical indicators of diet in a Late Muisca settlement in the Northern Andes: stable isotopes and trace elements. Trabajo presentado en el *40th International Symposium on Archaeometry*. Los Angeles, California, USA.
- Domínguez, C. 1981. Apuntes sobre el origen y difusión de las principales plantas precolombinas cultivadas en Colombia. *Maguaré* 1: 81-92.
- Emery, K. L. Wright y H. Schwarcz. 2000. Isotopic analysis of ancient deer bone: biotic stability in collapse period Maya land-use. *Journal of Archaeological Science* 27: 537-550.
- Enciso, B. 1996. Fauna asociada a tres asentamientos muisca del sur de la Sabana de Bogotá. Siglos VIII-XIV DC. En M. Therrien y B. Enciso (eds.), *Bioantropología de la Sabana de Bogotá*: 44-58. Bogotá, Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
- Francis, J. 2007. *Invading Colombia. Spanish accounts of the Gonzalo Jimenez de Quesada expedition of conquest*. Pennsylvania, University Park, Pennsylvania State University.
- Gil, A., G. Neme y R. Tykot. 2011. Stable isotopes and diet in central western Argentina. *Journal of Archaeological Science* 38: 1395-1404.
- Gómez, A., J. Berrío, H. Hooghiemstra, M. Becerra y R. Marchant. 2007. A Holocene pollen record of vegetation change and impact from Pantano de Vargas, and Intra-Andean basin of Duitama, Colombia. *Review of Paleobotany and Palynology* 145: 143-157.
- Guillet, B., P. Faivre, A. Mariotti y J. Khobzi. 1988. The ^{14}C and $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios of soil organic matter as a means of studying the past vegetation in intertropical regions: examples from Colombia (South America). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 65: 51-58.
- Henderson, H. y N. Ostler. 2005. Muisca settlement organization and chiefly authority at Suta, valle de Leyva, Colombia: a critical appraisal of native concepts of house for studies of complex societies. *Journal of Anthropological Archaeology* 24: 148-178.
- Ijzereef, G. 1978. Faunal remains from the El Abra Rockshelters (Colombia). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoeecology* 25: 163-177.
- Katzenberg, M. 2008. Stable isotope analysis: a tool for studying past diet, demography and life history. En M. Katzenberg y S. Saunders (eds.), *Biological anthropology of the human skeleton*: 413-442. Nueva Jersey, John Wiley & Sons.
- Kellner, C. y M. Schoeninger. 2007. A simple carbon isotope model for reconstructing prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology* 133: 1112-1127.
- Kruschek, M. 2003. The evolution of Bogotá chiefdom: a household view. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Artes y Ciencias, Departamento de Antropología, Universidad de Pittsburg, California.
- Kurella, D. 1998. The muisca: chiefdoms in transition. En E. Redmond (ed.), *Chiefdoms and chieftaincy in the Americas*: 189-216. Gainesville, University of Florida Press.
- Langebaek, C. 1987. *Mercados, poblamiento e integración étnica entre los muisca, siglo XVI*. Colección Bibliográfica Banco de La República. Bogotá, Colombia, Editorial Banco de La República.
- Langebaek, C. 2004. Secuencias y procesos. Estudio comparativo del desarrollo de jerarquías de asentamiento prehispánicas en el norte de Sur América. *Arqueología del Área Intermedia* 6: 199-248.

- Langebaek, C., M. Bernal, L. Aristizabal, M. Corcione, C. Rojas y T. Santa. 2011. Condiciones de vida y jerarquías sociales en el norte de Sur América: el caso de la población muisca en Tibanica, Soacha. *Indiana* 28: 15-34.
- Marchant, R., H. Behling, J. Berrío, A. Cleef, J. Duivenvoorden, H. Hooghiemstra, P. Kuhry, B. Melief, E. Schreve, B. van Geel, T. van der Hammen, G. van Reenen y M. Wille. 2002. Pollen-based biome reconstructions for Colombia at 3000, 6000, 9000, 12000, 15000 and 18000 ¹⁴C yr ago: late Quaternary tropical vegetation dynamics. *Journal of Quaternary Science* 17: 113-129.
- Mora, G. y L. Pratt. 2002. Carbon isotopic evidences from paleosols for mixed C3/C4 vegetation in the Bogotá basin, Colombia. *Quaternary Science Reviews* 21: 985-995.
- Morcote, G. 1996. Evidencia arqueobotánica de cultígenos presentes en grupos muiscas de la Sabana de Bogotá en los siglos VIII y IX. En M. Therrien y B. Enciso (eds.), *Bioantropología de la Sabana de Bogotá*: 59-83. Bogotá, Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
- Moreano, A. 2011. Análisis arqueozoológico de elementos óseos de fauna recuperados en el complejo funerario muisca Tibanica (Soacha). Bogotá, Informe del Departamento de Antropología, Universidad de los Andes.
- Parra, R. 2001. Identificación de fitolitos en el cálculo dental de individuos prehispánicos de Tunja (Boyacá) y Soacha (Cundinamarca). En J. Rodríguez (ed.), *Los Chibchas. Adaptación y diversidad en los Andes Orientales de Colombia*: 237-249. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.
- Polanco, H., H. Herazo, J. Rodríguez, G. Correal y A. Groot. 2003. Morbilidad bucodental en restos arqueológicos de seis comunidades prehispánicas en Colombia. *Revista de Odontología Universidad Nacional* 22: 27-37.
- Rodríguez, J. V. 2006. *Las enfermedades en las condiciones de vida prehispánica de Colombia*. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.
- Schoeninger, M. y K. Moore. 1992. Bone stable isotopes studies in archaeology. *Journal of World Prehistory* 6: 247-296.
- Simón, P. [1625] 1981. *Noticias históricas de la conquista de tierra firme en las Indias Occidentales*. Bogotá, Banco Popular.
- Tavera de Telléz, G. 1994. Tejido precolombino, inicio de la actividad femenina. *Historia Crítica* 9: 7-12.
- Tsutaya, T. y M. Yoneda. 2013. Quantitative reconstructions of weaning ages in archaeological human populations using bone collagen nitrogen isotopes ratios and approximate Bayesian computation. *Plos One* E72327.
- Tykot, R. 2004. Stable isotopes and diet: you are what you eat. En C. Course, M. Martini, M. Milazzo y M. Piacentini (eds.), *Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi"*: 433-444. Amsterdam, IOS Press.
- Tykot, R. 2013. Using bone chemistry to identify the introduction and importance of maize in the diet: archaeological data for Florida prior to European contact. Trabajo presentado en *19th Annual Meeting of the European Association of Archaeology*. Pilsen, República Checa.
- van der Hammen, T. y G. Correal. 1992. El hombre prehistórico en la Sabana de Bogotá: datos para una prehistoria ecológica. En van der Hammen, T. (ed.), *Historia, ecología y vegetación*: 211-230. Bogotá, Corporación Colombiana para la Amazonia, Araraucara.
- Vélez, M., H. Hooghiemstra, S. Metcalfe, M. Willie y J. Berrío. 2006. Late glacial and Holocene environmental and climatic changes from a limnological transects through Colombia, northern South America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 234: 81-96.
- White, T. y P. Folkens. 2005. *The human bone manual*. Nueva York, Academic Press.

APÉNDICE 1

Código	Especie	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$	$\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-ap}}$	C/N	Ba	Sr
14628	<i>Odocoileus virginianus</i>	-18,6	7,8	-12,1	6,6	3,2	1682	613
14629	<i>Odocoileus virginianus</i>	-19,1	6	-10	9,1	3,4	-	-
14633	<i>Cavia porcellus</i>	-16,6	7,3	-9,7	6,9	3,4	1550	460
14634	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	-17	9,6	-8,9	8,1	3,5	2018	936
14632	<i>Leopardus wiedii</i>	-16,1	8,8	-11	5,1	3,3	1922	775
14630	<i>Canis familiaris</i>	-16,9	9,4	-11,1	5,8	3,4	1460	434
14631	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	-24,1	7,9	-14,2	10	3,3	2788	1785

Apéndice 1. Valores isotópicos y de elementos traza en restos faunísticos de Tibanica. Referencias: C/N: razón carbono/nitrógeno; Ba: bario; Sr: estroncio; -: valor ausente.

APÉNDICE 2

Código	Edad (años)	Sexo	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$	$\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-ap}}$	C/N	Ba	Sr
14513	0-3	I	-6,8	13,8	-6,8	-	3,5	2022	900
14515	0-3	I	-11,8	10,4	-6,8	5,0	3,4	2615	1653
14512	3-12	I	-12,3	11,1	-8,2	4,1	3,5	2084	1044
14525	3-12	I	-	9,1	-6,1	-	3,4	2559	1498
14509	3-12	I	-10,9	9	-6,0	4,9	3,5	2737	1815
14514	3-12	I	-11,9	8,7	-6,7	5,2	3,3	3461	2859
14534	3-12	I	-13,6	9,8	-8,5	5,1	3,2	2709	1777
14551	12-20	I	-12,4	10,7	-7,3	5,1	3,3	2452	1400
14543	12-20	I	-12,5	-	-8	4,5	3,4	1798	712
14566	12-20	M	-13,8	9,8	-8,5	5,3	3,3	1860	822
14518	12-20	I	-12,2	8,5	-6,6	5,6	-	2794	1881
14522	12-20	M	-10,7	9,2	-6,5	4,2	3,3	1898	801
14527	12-20	I	-11,3	9,7	-4,8	6,6	3,5	2205	1198
14530	12-20	M	-11,2	9,1	-6,3	5,0	3,4	2211	1139
14524	12-20	F	-11,9	9,8	-7,0	4,9	3,2	2032	973
14559	20-35	I	-15,8	-	-7,5	8,3	3,7	2814	1886
14540	20-35	I	-10,7	10,1	-6,1	4,6	3,4	2001	971
14541	20-35	I	-11,5	9,6	-6,8	4,7	3,5	1670	613

Apéndice 2. Valores isotópicos y de elementos traza en restos humanos de Tibanica. Referencias: F: femenino; M: masculino; I: indeterminado; C/N: razón carbono/nitrógeno; Ba: bario; Sr: estroncio; -: valor ausente.

Código	Edad (años)	Sexo	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$	$\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-ap}}$	C/N	Ba	Sr
14561	20-35	M	-8,4	8,3	-4,1	4,3	3,2	1764	695
14567	20-35	M	-11,3	9,1	-5,6	5,7	3,3	1636	581
14508	20-35	I	-13,5	10,2	-8,4	5,1	3,3	1698	660
14511	20-35	I	-10,2	10,4	-5,2	5,0	-	1571	547
14519	20-35	I	-9,4	9,3	-5,3	4,1	3,4	1540	479
14520	20-35	F	-10,9	10,1	-6,2	4,7	3,8	2577	1604
14523	20-35	M	-10,6	11,5	-5,4	5,2	3,5	1860	846
14529	20-35	I	-11,5	10,1	-6,3	5,2	3,4	2285	1209
14531	20-35	I	-11,2	8,4	-6,2	5,0	3,4	1572	544
14535	20-35	F	-13,0	8,9	-6,9	6,1	3,4	1834	772
14532	20-35	M	-12,4	9,3	-6,9	5,6	3,4	2213	1223
14558	35-50	F	-13,4	8,9	-7,6	5,8	3,7	1955	942
14565	35-50	F	-12,4	9,4	-7,2	5,2	3,5	1876	778
14563	35-50	F	-10,8	9,3	-6,9	3,9	3,3	2022	1006
14539	35-50	I	-12,9	10,3	-6,5	6,4	3,3	2636	1867
14548	35-50	I	-12,7	9,9	-7	5,7	3,6	1573	564
14564	35-50	M	-10,9	10,3	-6,7	4,2	3,3	2478	1442
14562	35-50	M	-11,5	9,2	-6,8	4,7	3,3	2340	1332
14544	35-50	M	-11,2	9,2	-6	5,2	3,4	2553	1530
14547	35-50	M	-10,8	9,3	-7,6	3,2	3,2	1993	985
14550	35-50	M	-10,9	9,3	-6,4	4,5	3,5	2386	1367
14552	35-50	M	-12,1	9,6	-8,5	3,6	3,5	1667	686
14553	35-50	M	-11,6	8,7	-6,6	5,0	3,4	1961	883
14555	35-50	F	-14	9,1	-8,2	5,8	3,4	1468	456
14556	35-50	I	-13	9,6	-7,3	5,7	3,3	1696	587
14538	35-50	M	-12,4	9,3	-6,7	5,7	3,4	1960	876
14542	35-50	I	-11,8	9,3	-6,3	5,5	3,4	3122	2319
14545	35-50	I	-13,2	8,7	-7,6	5,6	3,4	2650	1723
14546	35-50	M	-12,7	9,7	-7,6	5,1	3,5	1964	904
14554	35-50	M	-12,1	10,1	-6,8	5,3	3,3	2279	1273
14521	35-50	I	-10,8	10,3	-5,8	5,0	3,6	2040	1014
14528	35-50	I	-11,3	9,6	-6,4	4,9	3,5	1502	485
14533	35-50	I	-13,2	9,2	-6,1	7,1	3,3	3017	2213
14516	35-50	I	-9,3	11,4	-5,1	4,3	3,5	1374	457
14549	50+	I	-12,5	8,8	-7,7	4,8	3,3	1597	563
14557	50+	F	-13,7	8,7	-7	6,7	3,5	1690	656
14560	50+	M	-13,8	9,2	-7,8	6,0	3,4	1542	472
14510	50+	M	-9,1	10	-4,1	5,0	3,5	1746	693
14517	50+	I	-11,9	9,6	-7,3	4,6	3,5	2104	971
14526	50+	F	-11,3	9,8	-7,2	4,2	3,2	1936	820
14536	50+	F	-13,5	9,8	-8,2	5,3	3,2	1928	800
14537	50+	M	-8,9	10,3	-4,7	4,2	3,4	2022	900

Apéndice 2 (cont.). Valores isotópicos y de elementos traza en restos humanos de Tibanica. Referencias: F: femenino; M: masculino; I: indeterminado; C/N: razón carbono/nitrógeno; Ba: bario; Sr: estroncio; -: valor ausente.