



72.

UN ANÁLISIS ISOTÓPICO DE LA GANADERÍA
Y COMERCIO DE LOS ANIMALES EN CEIBAL

Ashley Sharpe

XXX SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES
ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA

MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA
18 AL 22 DE JULIO DE 2016

EDITORES

BÁRBARA ARROYO
LUIS MÉNDEZ SALINAS
GLORIA AJÚ ÁLVAREZ

REFERENCIA:

Sharpe, Ashley

2017 Un análisis isotópico de la ganadería y comercio de los animales en Ceibal. En *XXX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2016* (editado por B. Arroyo, L. Méndez Salinas y G. Ajú Álvarez), pp. 851-861. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

UN ANÁLISIS ISOTÓPICO DE LA GANADERÍA Y COMERCIO DE LOS ANIMALES EN CEIBAL

Ashley Sharpe

PALABRAS CLAVE

Tierras Bajas, Ceibal, arqueozoología, isótopos, intercambio, periodo Preclásico.

ABSTRACT

This study uses stable isotopes to examine if the animals at the site of Ceibal were raised in captivity and if they had been part of a long-distance exchange network during the Preclassic and Classic periods, as well as how these processes of domestication and exchange were carried out. The isotopes of carbon and nitrogen evaluate whether animals were eating maize in greater quantities than would be considered to be natural, which can indicate that they were being raised in captivity. The isotopes of oxygen, strontium, and lead can gauge whether certain animal products were imported to Ceibal from distant locations. The results of the study suggest that although the captivity of wild animals was uncommon, the importation of some species, particularly dogs, had occurred at the ceremonial site core during the Middle Preclassic period when the community grew to become an important political center.

INTRODUCCIÓN

La ganadería y comercio de los animales y sus recursos son esenciales para desarrollar y mantener los estados políticos. Resulta difícil detectar la evidencia arqueológica de estas actividades, especialmente en el área Maya donde había muy pocas especies domesticadas. La mayoría de los estudios del comercio de recursos de animales han examinado el intercambio de los moluscos y pez de mar entre los sitios litorales con los sitios interiores, fuera de las costas. No obstante, si el animal identificado arqueológicamente en un sitio del interior no es de origen marino, por ejemplo un animal terrestre como un venado o jabalí, es difícil identificar cuáles animales de un sitio no son autóctonos y el origen de los recursos foráneos que fueron intercambiados.

Sin embargo, las mejoras recientes en los estudios isotópicos y el desarrollo de las líneas de bases geológicas de regiones pueden presentar nuevas oportunidades para examinar la ganadería y el comercio de los animales. Este estudio examina la evidencia de la ganadería y el comercio interregional en el sitio Ceibal en el Petexbatun (Fig.1), que fue una comunidad grande con una de las historias más antiguas y extensivas en Mesoamerica (Inomata *et al.* 2015, 2013). Este resumen

es una evaluación de la dieta de los animales y de casos potenciales de ganadería a través de los análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno. También, el resumen examina la posibilidad del comercio interregional de los animales terrestres de Ceibal con los isótopos de estroncio, de oxígeno y de plomo. El uso del isótopo del plomo para identificar el origen de animales y humanos es una técnica nueva en Mesoamerica, de tal manera este es el primer estudio en emplear esta técnica en los restos de animales del área Maya.

EL SITIO DE CEIBAL

Ceibal es un sitio ceremonial grande que está ubicado en el Petexbatun, cerca del Río Pasión, un afluente del Río Usumacinta que sigue al norte hasta el Golfo de México. Las excavaciones en Ceibal han recuperado varios escondites de jade, piedras verdes, y figurillas que fueron realizados en el estilo de arte característico de los Olmecas, la civilización que existía al mismo tiempo durante el periodo Preclásico Medio. También, algunos de estos escondites fueron arreglados en un patrón cruciforme, y fueron alineados a los cuatro puntos

cardinales (Inomata *et al.* 2013; Ortiz 2011; Pinzón 2012; Pinzón y Román 2010; Román 2009). Las fechas de radiocarbono de las fases monumentales más antiguas del sitio sugieren que los habitantes de Ceibal habían construido los monumentos durante la parte temprana del periodo Preclásico Medio (Inomata *et al.* 2013). Es probable que Ceibal fuera uno de los sitios más importantes en Guatemala en este periodo, y era un centro ceremonial con conexiones al norte con los Olmecas. El sitio alcanzó su primer ápex político durante el periodo Preclásico Medio-Tardío, a partir de entonces su poder disminuyó, y posiblemente fue abandonado por un breve tiempo al final del periodo Clásico Temprano. Posteriormente, Ceibal recuperó su poder y prominencia política durante los periodos Clásico Tardío y Terminal (Fig.2).

LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Esta extensa historia es la razón por la cual Ceibal es un sitio muy interesante para examinar en relación con la economía y el rol ceremonial de los animales en estos contextos arqueológicos. Este resumen se concentra en las preguntas de dos categorías generales. Primero, ¿fueron los animales terrestres (en este caso, no solo los moluscos y peces marinos) transportados a Ceibal? Si es así, entonces, ¿cuándo ocurrió esta actividad durante la historia de Ceibal, y cuáles fueron estos animales, cuáles fueron sus contextos específicos (por ejemplo, contextos ceremoniales, basureros, etc.), y cómo es posible determinar el lugar de origen de estos animales? Segundo, ¿es posible determinar si los habitantes del sitio estuvieron alimentando a los animales con maíz? Si es así, ¿este patrón se observa sólo en los huesos de perros, los únicos animales que fueron domesticados en el área Maya además de los pavos? O ¿se observa también este patrón en otros animales, como los venados y los jabalís? Si los animales que habían sido alimentados con maíz son identificados, entonces ¿cuáles son los contextos de estos huesos? ¿Es entonces posible identificar quien crió estos animales en el pasado utilizando análisis isotópicos?

UN RESUMEN DE LOS ISÓTOPOS DIFERENTES

En cuanto a la primera pregunta, los isótopos de estroncio, de oxígeno, y de plomo fueron analizados en los restos animales para identificar si un animal era un individuo local de Ceibal, o si un animal era extranjero.

Un isótopo es una forma de un átomo de un elemento. Cada elemento tiene un número específico de protones, pero los números de neutrones pueden variar, y estos son los isótopos. Los tres isótopos de estroncio, oxígeno, y plomo necesitan una línea de base para determinar la localidad de un animal o un humano. El estroncio y el plomo reflejan la geología local de un área. Las rocas de origen volcánico presentan valores bajos de estroncio y plomo, mientras que en rocas más antiguas, como la piedra de caliza, estos elementos se encuentran en valores más altos (Bentley 2006; Budd *et al.* 2000). El estroncio entra al cuerpo de un animal cuando el animal bebe agua, porque el agua contiene el estroncio disuelto de la roca madre. El plomo entra el cuerpo de un animal cuando éste respira, porque la mayoría del plomo se encuentra en el polvo (Budd *et al.* 1998; Gulson 2008; Kamenov y Gulson 2014). Un poco de plomo también puede entrar en el cuerpo a través de la ingesta de alimentos y agua. El estroncio y el plomo son incorporados en los huesos y en el esmalte de los dientes. Los isótopos de oxígeno también entran el cuerpo por el agua y la comida. Los valores de los isótopos de oxígeno dependen de muchos factores diferentes, incluyendo la cantidad y el origen de la lluvia, la distancia de la costa, la elevación, y las fuentes de agua de beber (por ejemplo, un río, un lago, o una aguada) (Covich y Stuiver 1974; Lachniet y Patterson 2009; Scherer *et al.* 2015).

Anteriormente, investigaciones arqueológicas han usado los isótopos del estroncio y oxígeno en el área Maya para rastrear los movimientos de los humanos y los animales a través del paisaje, por lo tanto esas dos líneas de base son conocidas (Hodell *et al.* 2004; Price *et al.* 2008; Wright 2012; Wright *et al.* 2010). Sin embargo, no existe una línea de base para el plomo. Los isótopos de plomo son usados en otras partes del mundo para rastrear los movimientos de los animales y los humanos, en particular en los Andes de América del Sur (Turner *et al.* 2009), en estudios en yacimientos arqueológicos de origen romano en Europa (Montgomery 2002, *et al.* 2010), y en el Valle de Indo en India (Valentine *et al.* 2015). Recientemente un mapa de las líneas de bases para el plomo ha sido construido usando algunas muestras geológicas que fueron previamente usadas para construir la línea de base para el estroncio en la región de Mesoamerica (Sharpe *et al.* en revisión). Esta línea de base va a ser utilizada por primera vez en este estudio.

En cuanto a la segunda serie de preguntas de la investigación, los isótopos de carbono y nitrógeno fueron usados para examinar la dieta y detectar ciertos casos de

la ganadería de animales. Las proporciones de los isótopos de carbono pueden reflejar la cantidad del maíz en la dieta de un animal. En breve, los isótopos de carbono comparan la cantidad de plantas de hoja que realizan un tipo de fotosíntesis se llama “C₃” con la cantidad de plantas, como hierbas en la dieta, que realizan un tipo de fotosíntesis se llama “C₄” (Tykot 2010, 2004; van der Merwe y Vogel 1978; White *et al.* 2001). La variabilidad en la dieta de los animales es reflejada en la concentración de los isótopos de carbono. El maíz es uno de los pocos tipos de plantas que realizan fotosíntesis C₄ en Mesoamérica y que son consumidos por humanos y otros animales. El carbono en el colágeno de los huesos principalmente refleja la composición isotópica del carbono que entra al cuerpo en la proteína, mientras que el carbono en el apatito de los huesos y el esmalte de los dientes refleja el carbono en la dieta total (Ambrose y Norr 1993). Los isótopos de nitrógeno, que están presentes únicamente en el colágeno, evalúan la fuente de la proteína (por ejemplo, la proteína de carne terrestre o carne de pez marino). En combinación, los isótopos de carbono y nitrógeno pueden determinar las dietas de estos animales en la antigüedad (DeNiro y Epstein 1981; Schoeninger y DeNiro 1984).

LOS MÉTODOS DEL ESTUDIO

Este estudio usa el material faunístico que fue recuperado de las excavaciones conducidas por el Proyecto Arqueológico Ceibal-Petexbatun, bajo la dirección de Takeshi Inomata, Daniela Triadan y Flory Pinzón. Las excavaciones se concentraron en el núcleo ceremonial del sitio, con sus numerosas fases de construcción monumentales (Inomata *et al.* 2013), y también en algunos de los grupos residenciales en las periferias del sitio (Burham y MacLellan 2014; Inomata *et al.* 2015). Los especímenes para el análisis isotópico fueron escogidos en base a sus condiciones de preservación y para obtener una amplia representación de los contextos diferentes del sitio. Estos contextos incluyen los pisos de las residencias y de la Plaza Central, los basureros, el relleno de estructuras y plazas, los entierros, y los escondites ceremoniales del núcleo del sitio. En este estudio, el análisis fue limitado a la comparación de algunas especies específicas.

Todos los análisis isotópicos fueron realizados en la Universidad de Florida en los Estados Unidos. Para ello se limpiaron y prepararon las muestras en el Laboratorio de Química de Huesos en el Departamento de Antropología. Los isótopos de estroncio y plomo fueron

separados y aislados usando una sistema de cromatografía de iones en los laboratorios del Departamento de Geociencias y fueron medidos usando un espectrómetro de masas. Los isótopos de carbono, nitrógeno, y oxígeno fueron medidos en el laboratorio de Isótopos Ligeros en el mismo departamento.

LA DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS: EL COMERCIO E INTERCAMBIO DE ANIMALES (SR, PB Y O)

La primera parte de la discusión de los resultados se concentra en los isótopos de estroncio, plomo y oxígeno para determinar, cuándo, y de donde los animales fueron importados a Ceibal. En la primera figura (Fig.3) que compara el estroncio y el plomo, hay 48 muestras. Las muestras negras son de roca madre y tierra de Ceibal. Los rangos en los corchetes son los rangos locales de las Tierras Bajas de Petén. Los puntos con etiquetas fuera de los corchetes son los datos atípicos. Esos datos atípicos contestan la primera pregunta: sí, hay evidencia de animales foráneos en Ceibal.

Estos animales incluyen tres perros (con etiquetas de A, B y C), y una danta. La primera muela del Perro A y su mandíbula fueron probados, y por eso hay dos puntos de este individuo en el gráfico. Este perro es el dato más atípico de todos. El esmalte del perro refleja la composición de la geología de su lugar de origen, donde había nacido. El hueso de la mandíbula puede reflejar donde murió. El hueso puede cambiar durante la vida de un animal, pero el esmalte nunca cambia después de su formación original. Por eso, el hueso puede incorporar nuevo estroncio y plomo de cualquier ubicación donde el animal ha consumido agua. Por lo tanto, si el perro estaba viviendo en Ceibal por un tiempo, sus huesos podrían haber incorporado el estroncio local del área. También, es posible que los huesos se hubiesen empezado a descomponer en la tierra y que adoptaron el valor del estroncio local en el proceso de diagénesis. Este es un problema más común en los huesos que en los dientes, porque el esmalte dental es muy duro, en cambio los huesos son más susceptibles a la contaminación. La edad de muerte del perro no es segura porque solo el cráneo fue recuperado, pero seguramente el perro llegó a tener un año de edad o un poco más. Los huesos de perros necesitan de cinco a diez años para cambiar completamente (Clarke 2008; Frost 1969; Huja *et al.* 2006). En este caso, es improbable que este perro hubiera vivido en Ceibal por tiempo suficiente para lograr cambiar su signatura isotópica

completamente, lo que indicó esta signatura isotópica fue el resultado de diagénesis.

La próxima pregunta es: ¿cuáles son los periodos cronológicos de estos animales? Todos los perros son del periodo Preclásico, durante el primer apogeo sociopolítico de Ceibal. Los tres perros fueron encontrados en uno de los monumentos más tempranos del sitio, que fueron construidos durante el periodo Preclásico Medio (para la información de los contextos específicos consultar: Castillo 2012; Ortiz y Ávila 2011; Palomo 2012). Este patrón es significativo, porque 25 muestras de diferentes perros fueron analizadas que provienen de varios lugares del sitio, incluyendo las residencias en las periferias. Es probable que estos perros extranjeros fueran participantes o tenían otros papeles importantes en las actividades ceremoniales tempranas del sitio. También, la danta foránea fue encontrada en un escondite en la Plaza Central del sitio (Fondebilla 2009). Los isótopos de un diente diferente de otra danta proveniente de una residencia en las periferias fueron analizados también, pero la danta de la residencia era local. La danta del escondite de la plaza era probablemente un animal especial, como los perros.

Los mismos datos atípicos aparecen cuando las proporciones de los isótopos de oxígeno son comparados con los isótopos de estroncio (Fig.4). En general, el isótopo ^{16}O es evaporado preferencialmente en la atmósfera porque el isótopo ^{16}O pesa menos que el isótopo ^{18}O . Cuando el isótopo ^{16}O es evaporado en el aire, entonces hay más del isótopo ^{18}O en el agua. Los valores de $\delta^{18}\text{O}$ son más altos cerca de la costa del mar (Covich y Stuiver 1974; Lachniet y Patterson 2009). Ceibal tiene las proporciones de oxígeno más bajas que la región de Petén al este y de Belice porque está más lejos de la costa. Sin embargo, hay áreas al oeste y al sur de Ceibal que tienen valores de oxígeno aunque más bajo. Por lo tanto, es posible que los perros, que son datos atípicos en este gráfico, hayan venido de un área al oeste o al sur.

La danta tiene una proporción baja de oxígeno. Esto puede reflejar el comportamiento natural del animal, porque las dantas pasan gran parte de su tiempo en el agua como en lagos y aguadas. Sin embargo, el diente de una segunda danta que fue recuperado de una residencia no tiene esos datos atípicos. Los ríos como el Usumacinta no tienen valores altos de $\delta^{18}\text{O}$ (Scherer *et al.* 2015), por lo tanto eso es posible que esta danta no fuera originaria del área del Río Pasión.

La próxima pregunta es: ¿de dónde eran estos animales extranjeros originalmente? El dato atípico signi-

ficante, el Perro A, tiene los valores bajos de estroncio, plomo, y oxígeno. Este patrón es característico de las Tierras Altas y de las rocas volcánicas. Existía una ruta importante entre las Tierras Altas y las Tierras Bajas durante los periodos Preclásico y Clásico, y la obsidiana era un recurso muy importante que era intercambiado allí. Es posible que este perro viniera a Ceibal por esta ruta de comercio. También, el Perro B tiene valores bajos de estroncio, plomo, y oxígeno, aunque estos valores son más altos que los valores de las Tierras Altas. Entonces es posible que el Perro B viniera de un área de las estribaciones, por ejemplo, en el área de Alta Verapaz.

Cuando se analizaron los restos de flotación provenientes de la operación y el lote donde este perro fue encontrado, un pedazo pequeño de jade o piedra verde fue descubierto, que probablemente vino del Valle del Motagua. El depósito del perro y la piedra verde corresponde al periodo Preclásico Medio, una época donde muchas ceremonias eran realizadas en el centro del sitio. Esta manifestación añade al creciente cuerpo de evidencia de que rutas importantes existían entre Ceibal y otros lugares distantes durante esta época temprana. Algunas rutas vinieron de las Tierras Altas del sur, mientras otras vinieron del área Olmeca en el norte. Además de materiales como la obsidiana y jade, la gente que viajaba en estas rutas traía también sus perros.

El caso del Perro C es extraño. Sus valores de estroncio y oxígeno son locales de Ceibal y de las Tierras Bajas, pero su valor de plomo es muy, muy bajo. Un valor de plomo como éste usualmente significa que el material está contaminado con plomo moderno (Budd *et al.* 1998; Kamenov y Gulson 2014). El nivel de plomo moderno, proveniente de las fábricas actuales y de la gasolina, es muy bajo. También, la muestra ósea proveniente del Perro C es un húmero, que es susceptible a contaminación, mientras que las muestras de Perro A y B son de esmalte dental, el cual no es muy susceptible a contaminación. Sin embargo, el Perro C fue descubierto en un entierro de un humano que estuvo varios metros bajo la superficie del sitio – entonces, ¿cómo fue contaminado? Es posible que la fuente de contaminación fuera el papel de aluminio que se utilizó para envolver los huesos del humano en el entierro y también el hueso de este perro. Los valores de plomo en el papel de aluminio son muy bajos, en el rango de 17 a 18 (Kamenov y Gilli, comunicación personal), y los valores en este perro están cerca de 18. Este problema podría presentarse a futuro con los análisis de huesos y plomo, porque muchos entierros son recuperados y envueltos en papel de aluminio.

En el caso de la danta, que era solamente un diente, no hay evidencia de contaminación. Sin embargo esta danta tiene un valor de oxígeno muy bajo. Es posible que éste sea resultado del comportamiento natural del animal, porque las dantas pasan mucho tiempo en el agua. Pero otra danta que fue analizada de Ceibal no arrojó un valor de oxígeno como este. Entonces es posible que esta danta foránea no estuviera viviendo en el río, pero tal vez en un lago o aguada. Los lagos y las aguadas tienen valores de oxígeno que son bajos como éste (Scherer *et al.* 2015). Porque la danta tiene valores de estroncio y plomo un poco menos del área de Petén, por lo que es probable que vinera del sur de Petén o del oeste, posiblemente del área de Chiapas.

LA DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS: LA GANADERÍA DE ANIMALES (C Y N)

En cuanto a la dieta y la ganadería de animales, la Fig. 5 muestra los valores de los isótopos de carbono y nitrógeno del colágeno. Hay una diferencia significativa entre los perros y los otros animales salvajes, porque todos los perros tienen valores altos de carbono y nitrógeno, que significa que estaban consumiendo maíz y carne en cantidades considerables. Probablemente los humanos estaban alimentando a los perros, y también es probable que los perros eran consumidos por los humanos, como fue reportado en estudios anteriores. Los resultados aquí demuestran que los 21 venados no comían el maíz, ni siquiera en cantidades pequeñas, y por eso no estaban comiendo el maíz de las milpas. Sin embargo, hay un caso raro de un jaguar con niveles altos de carbono y nitrógeno, similar a los valores de los perros, y otro caso de un jabalí con un valor alto de carbono pero bajo en nitrógeno.

El $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap-col}}$ (diferencia de apatito y colágeno en carbono, Fig. 6) es una evaluación más precisa de la fuente de carbono en la dieta de un animal, porque el valor del colágeno es sólo del carbono en las proteínas (Ambrose y Norr 1993; Krueger y Sullivan 1984). En la dieta total el patrón es similar. El venado, el tepezcuintli, y la mayoría de los jabalís tenían una dieta de C₃ vegetación, o vegetación de hoja. Los perros y los felinos estaban comiendo una dieta más variada. El carbono en la dieta de los felinos probablemente fue del consumo de carne más bien que del consumo de plantas directamente. El jabalí con la menor diferencia de apatito y colágeno probablemente estaba comiendo una dieta mixta de plantas diferentes, incluyendo el maíz.

Además de los perros, ¿hay evidencia de animales salvajes comiendo el maíz? La respuesta tentativa es afirmativa en este caso, en lo que respecta al jabalí y al jaguar. Los jabalís son omnívoros, y el valor de carbono del jabalí atípico significa que era alimentado con maíz por los humanos mientras lo tenían en cautiverio, o estaba comiendo el maíz de las milpas. Este jabalí fue encontrado con otros restos de animales en el patio del palacio del periodo Clásico Tardío (Triadan 2009), y probablemente formaba parte de la dieta de las élites o de un gobernante del sitio.

El jaguar es más difícil explicar. Este jaguar tiene los valores locales de estroncio y plomo, pero fue encontrado en el mismo lote del Perro B, el perro extranjero del Preclásico Medio. Por lo tanto, el jaguar fue de un depósito especial en el relleno de un monumento temprano del sitio. En un estudio reciente que fue realizado por los investigadores de Teotihuacan en México Central (Sugiyama *et al.* 2015), los arqueólogos descubrieron que algunos jaguares, pumas y aves rapaces de los escondites ceremoniales de las pirámides habían consumido el maíz en cantidades grandes. Algunos de los valores de carbono en los huesos fueron más altos que el jaguar de Ceibal. Los investigadores creen que estos animales de sacrificio eran mantenidos en cautiverio para las fiestas ceremoniales, y que los carnívoros comían la carne de animales que habían consumido el maíz, como los perros y posiblemente los humanos. Los felinos no pueden comer el maíz directamente, y por eso es probable que comían perros y otros animales cautivos. Si esta práctica de la cría de felinos hubiera ocurrido en Ceibal, entonces este jaguar del Preclásico Medio es posiblemente uno de los casos más tempranos en las Américas de un felino en cautiverio. Es posible que su cautividad fuera una demostración del poder de su posición por parte de las élites emergentes.

LAS CONCLUSIONES

En conclusión, los perros foráneos, la danta extranjera en un escondite, y la posibilidad de un jaguar cautivo en el núcleo ceremonial de Ceibal durante el periodo Preclásico son indicadores de la importancia temprana del sitio. Ceibal habría sido un centro político de actividades ceremoniales emocionantes. Habría invitado a la gente de los alrededores para ver y participar en estas ceremonias. También, las actividades habrían necesitado recursos raros y exóticos, como el jade y la obsidiana, y también los animales extra-locales, posiblemente como regalos o las ofertas de homenaje. Posiblemente

la reputación de Ceibal era tan importante durante el Preclásico Medio que la gente que viajaba en las rutas tempranas entre las Tierras Altas y las Tierras Bajas habría venido de lejos para visitar Ceibal, y posiblemente habrían traído sus perros consigo. La clase de las élites emergentes podría haber manifestado su autoridad con la captura de felinos grandes, que eran símbolos feroces de poder y que, por muchos siglos en el futuro durante del periodo Clásico, se mantuvieron como símbolos de autoridad de los reyes y reinas. Más trabajo es necesario para entender los papeles de los animales antiguos en la historia de Ceibal y de la región Maya en general. Este breve análisis de isótopos en el comercio y la ganadería de animales en Ceibal ha provisto nueva información en cuanto a cómo este sitio temprano había desarrollado para convertirse en uno de los primeros centros políticos y monumentales en las Tierras Bajas.

AGRADECIMIENTOS

La autora desea agradecer al Proyecto Arqueológico Ceibal-Petexbatun, incluyendo los directores, los arqueólogos, los excavadores, y los estudiantes que han trabajado con las excavaciones desde 2005. Sin su trabajo, este análisis nunca sería posible. En cuanto a la identificación de huesos, a la autora le gustaría agradecer a los curadores del Programa de Arqueología Medioambiental del Museo de Historia Natural de Florida (EE.UU.). La autora también agradece a la Dra. Kitty Emery y la Lic. Miriam Domínguez por sus recomendaciones y sus consejos editoriales en el documento. Este estudio fue financiado por las becas generosas de la Fundación de Ciencias Nacional (NSF#1433043), Sigma Xi Grants-in-Aid, y el Programa de Estudios Latinoamericanos de la Universidad de Florida.

REFERENCIAS

- AMBROSE, Stanley H. y Lynette Norr
1993 Experimental Evidence for the Relationship of the Carbon Isotope Ratios of Whole Diet and Dietary Protein to Those of Bone Collagen and Carbonate. En *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level* (editado por J. B. Lambert y G. Grupe), pp.1-37. Springer-Verlag, Berlin.
- BENTLEY, R. Alexander
2006 Strontium isotopes from the earth to the archaeological skeleton: A review. *Journal of Archaeological Method and Theory* 13(3):135-187. New York.
- BUDD, Paul; Janet Montgomery, A. Cox, P. Krause, Barbara Barreiro y Richard G. Thomas
1998 The distribution of lead within ancient and modern human teeth: Implications for long-term and historical exposure monitoring. *The Science of the Total Environment* 220:121-136. Amsterdam.
- BUDD, Paul; Janet Montgomery, Barbara Barreiro y Richard G. Thomas
2000 Differential diagenesis of strontium in archaeological human dental tissues. *Applied Geochemistry* 15:687-694. Amsterdam.
- BURHAM, Melissa y Jessica MacLellan
2014 Thinking outside the plaza: ritual practices in Preclassic Maya residential groups at Ceibal, Guatemala. *Antiquity* 88. Durham.
- CASTILLO, Víctor
2012 Excavación en la Estructura A-18: Operación CB205A. En *Proyecto Arqueológico Ceibal- Petexbatun: Informe de la Temporada de Campo 2012* (editado por V. Castillo Aguilar y T. Inomata), pp.110-117. Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.
- CLARKE, Bart
2008 Normal bone anatomy and physiology. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology* 3 (3):S131-S139, Washington D.C.
- COVICH, Alan y Minze Stuiver
1974 Changes in oxygen-18 as a measure of long-term fluctuations in tropical lake levels and molluscan populations. *Limnology and Oceanography* 19:682-691. Madison.
- DE NIRO, Michael J. y Samuel Epstein
1981 Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45:341-351. Amsterdam.
- FONDEBILLA, Géraldine
2009 Excavación en la Parte Norte de la Plaza Central: Operación CB202A. En *Informe del Proyecto Arqueológico Ceibal-Petexbatun: La Temporada de 2009* (editado por O. Román, T. Inomata, y D. Triadan), pp.89-97. Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.

- FROST, Harold M.
1969 Tetracycline-based histological analysis of bone remodeling. *Calcified Tissue Research* 3(1):211-237. New York.
- GULSON, Brian
2008 Stable lead isotopes in environmental health with emphasis on human investigations. *Science of the Total Environment* 400(1-3):75-92. Amsterdam.
- HODELL, David A.; Rhonda L. Quinn, Mark Brenner y George Kamenov
2004 Spatial variation of strontium isotopes ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) in the Maya region: A tool for tracking ancient human migration. *Journal of Archaeological Science* 31(5):585-601. Amsterdam.
- HUJA, Sarandeep S.; Soledad A. Fernandez, Kara J. Hill y Yan Li
2006 Remodeling dynamics in the alveolar process in skeletally mature dogs. *The Anatomical Record* 288(12): 1243-1249. Hoboken.
- INOMATA, Takeshi; Daniela Triadan, Kazuo Aoyama, Victor Castillo y Hitoshi Yonenobu
2013 Early ceremonial constructions at Ceibal, Guatemala, and the origins of lowland Maya civilization. *Science* 340:467-471. Washington D.C.
- INOMATA, Takeshi; Jessica MacLellan, Daniela Triadan, Jessica Munson, Melissa Burham, Kazuo Aoyama, Hiro Nasu, Flory Pinzón y Hitoshi Yonenobu
2015 Development of sedentary communities in the Maya Lowlands: coexisting mobile groups and public ceremonies at Ceibal, Guatemala. *PNAS* 112(14):4268-4273. Washington D.C.
- KAMENOV, George D. y Brian L. Gulson
2014 The Pb isotopic record of historical to modern human lead exposure. *Science of the Total Environment* 490:861-870. Amsterdam.
- KRUEGER, Harold W. y Charles H. Sullivan
1984 Models for Carbon Isotope Fractionation between Diet and Bone. En *Stable Isotopes in Nutrition* (editado por J. R. Turnland y P. E. Johnson), pp.205-220. American Chemical Society Symposium Series, Washington, D.C.
- LACHNIET, Matthew S. y William P. Patterson
2009 Oxygen isotope values of precipitation and surface waters in northern Central America (Belize and Guatemala) are dominated by temperature and amount effects. *Earth and Planetary Science Letters* 284:435-446. Amsterdam.
- MONTGOMERY, Janet
2002 *Lead and strontium isotope compositions of human dental tissues as an indicator of ancient exposure and population dynamics*. Tesis de doctorado, Departamento de Arqueología, University of Bradford, Bradford.
- MONTGOMERY, Janet; Jane A. Evans, Simon R. Chenery, Vanessa Pashley y Kristina Killgrove
2010 Gleaming, white and deadly: Using lead to track human exposure and geographic origins in the Roman Period in Britain. *Journal of Roman Archaeology* 78:199-226. Portsmouth.
- ORTIZ, José Raúl
2011 Excavaciones frente y debajo de la Estructura A-20: Operación 203E. En *Informe del Proyecto Arqueológico Ceibal-Petexbatun: La Temporada 2011* (editado por V. Castillo Aguilar y T. Inomata), pp.98-109. Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.
- ORTIZ, José Raúl y Oswaldo Sal Ávila
2011 Excavaciones al lado de la escalinata de la Estructura A-10: Operación 203D. En *Informe del Proyecto Arqueológico Ceibal-Petexbatun: La Temporada 2011* (editado por T. Inomata y V. Castillo Aguilar), pp. 88-97. Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.
- PALOMO, Juan Manuel
2012 Excavación de la Estructura A-10: Operación CB203G. En *Informe del Proyecto Arqueológico Ceibal-Petexbatun: La Temporada 2012* (editado por V. Castillo Aguilar y T. Inomata), pp.58-71. Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.
- PINZÓN, Flory
2012 Excavaciones en la Parte Este de la Plaza Central: Operación CB203B. En *Proyecto Arqueológico Ceibal-Petexbatun* (editado por V. Castillo Aguilar y T. Inomata), pp.7-31. Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.

PINZÓN, Flory y Otto Rodrigo Román

2010 Excavaciones en la escalinata y al frente de la Estructura A-10: Operación CB203B. En *Informe del Proyecto Arqueológico Ceibal-Petexbatun: La Temporada 2010* (editado por O. Román y T. Inomata), pp.79-90. Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.

PRICE, T. Douglas; James H. Burton, Paul D. Fullagar, Lori E. Wright, Jane E. Buikstra y Vera Tiesler Blos

2008 Strontium isotopes and the study of human mobility in ancient Mesoamerica. *Latin American Antiquity* 19(2):167-180. Washington D.C.

ROMÁN DE LEÓN, Otto Rodrigo

2009 Excavación enfrente de la Estructura A-20: Operación 203A. En *Informe del Proyecto Arqueológico Ceibal-Petexbatun: La Temporada 2009* (editado por O. Román, T. Inomata, y D. Triadan), pp. 61-73. Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.

SCHERER, Andrew; Alyce de Carteret y Sarah Newman

2015 Local water resource variability and oxygen isotopic reconstructions of mobility: A case study from the Maya area. *Journal of Archaeological Science: Reports* 2:666-676. Amsterdam.

SCHOENINGER, Margaret J. y Michael J. De Niro

1984 Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48:625-639. Amsterdam.

SHARPE, Ashley E.; George D. Kamenov, Adrian Gilli, David A. Hodell, Kitty F. Emery, Mark Brenner y John Krigbaum

e.p. New lead (Pb) isotopic baseline for studies of ancient residential mobility and trade in the Maya region. *PLOS ONE*. San Francisco.

SUGIYAMA, Nawa; Andrew D. Somerville y Margaret J. Schoeninger

2015 Stable isotopes and zooarchaeology at Teotihuacan, Mexico reveal earliest evidence of wild carnivore management in Mesoamerica. *PLOS ONE* 10(9):e0135635. San Francisco.

TRIADAN, Daniela

2009 Excavaciones en la Estructura A-15: Operación CB201B. En *Informe Arqueológico Ceibal-Petexbatun: La Temporada 2009* (editado por O. Román, T. Inomata y D. Triadan), pp.17-30. Informe entregado a Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.

TURNER, Bethany L.; George D. Kamenov, John D. Kingston y George J. Armelagos

2009 Insights into immigration and social class at Machu Picchu, Peru based on oxygen, strontium, and lead isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science* 36(2):317-332. Amsterdam.

TYKOT, Robert H.

2004 Stable Isotopes and Diet: You Are What You Eat. En *Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi" Course CLIV* (editado por M. Martini, M. Milazzo, y M. Piacentini), pp. 433-444. IOS Press, Amsterdam.

2010 Isotope Analyses and the Histories of Maize. En *Histories of Maize in Mesoamerica: Multidisciplinary Approaches* (editado por J. E. Staller, R. H. Tykot, y B. F. Benz), pp. 31-142. Left Coast Press, Amsterdam.

VALENTINE, Benjamin; George D. Kamenov, Jonathan Mark Kenoyer, Vasant Shinde, Veena Mushrif-Tripathy, Erik Otarola-Castillo y John Krigbaum

2015 Evidence for patterns of selective urban migration in the greater Indus Valley (2600-1900 BC): A lead and strontium isotope mortuary analysis. *PLOS ONE* 10(4):e0123103. San Francisco.

VAN DER MERWE, Nikolaas J. y J.C. Vogel

1978 Carbon content of human collagen as a measurement of prehistoric diet in Woodland North America. *Nature* 276:815-816. Washington D.C.

WHITE, Christine D.; Mary D. Pohl, Henry P. Schwarcz y Fred J. Longstaffe

2001 Isotopic evidence for Maya patterns of deer and dog use at Preclassic Colha. *Journal of Archaeological Science* 28:89-107. Amsterdam.

WRIGHT, Lori E.

2012 Immigration to Tikal, Guatemala: Evidence from stable strontium and oxygen isotopes. *Journal of Anthropological Archaeology* 31(3):334-352. Amsterdam.

WRIGHT, Lori E.; Juan Antonio Valdes, James H. Burton, T. Douglas Price y Henry P. Schwarcz

2010 The children of Kaminaljuyu: Isotopic insight into diet and long distance interaction in Mesoamerica. *Journal of Anthropological Archaeology* 29(2):155-178. Amsterdam.

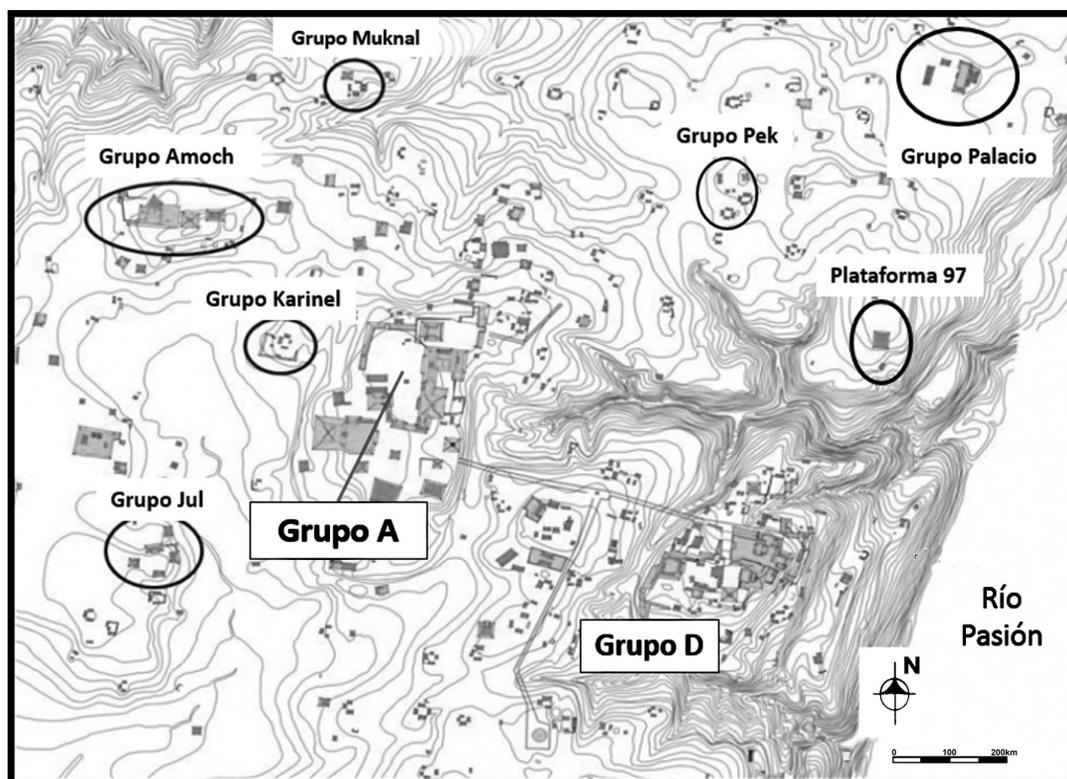


Fig.1: Mapa de Ceibal, Guatemala (modificado de Burham y MacLellan 2014).

Período	Fase Cerámica	Años
Preclásico Medio-Temprano	Real-Xe	1000-700 a.C.
Preclásico Medio	Escoba-Mamom	700-350 a.C.
Preclásico Tardío	Cantutse-Chicanel	350-0 a.C.
Preclásico Terminal	Xate	0 - 250 d.C.
Clásico Temprano (periodo abandonado)	Junc o	250-450 d.C. 450-600 d.C.
Clásico Tardío	Tepejlote	600-830 d.C.
Clásico Terminal	Bayal	830-950 d.C.

Fig.2: Cronología de la historia de Ceibal.

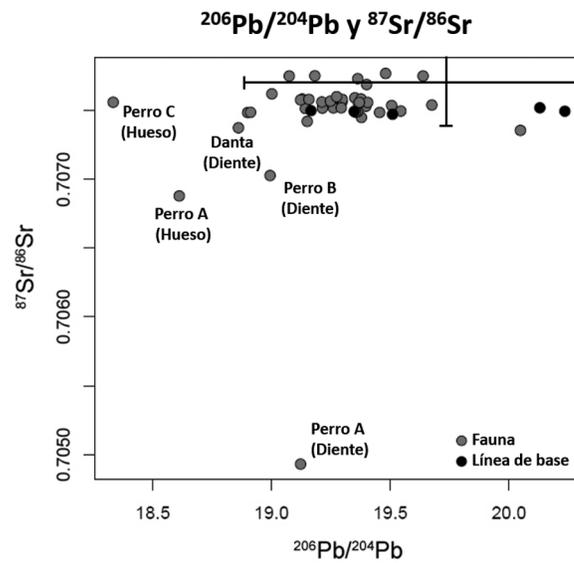


Fig.3: Los resultados de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en los restos faunísticos de Ceibal. Los corchetes son los rangos locales del área de Ceibal (de Hodell *et al.* 2004 y Sharpe *et al.* En Revisión).

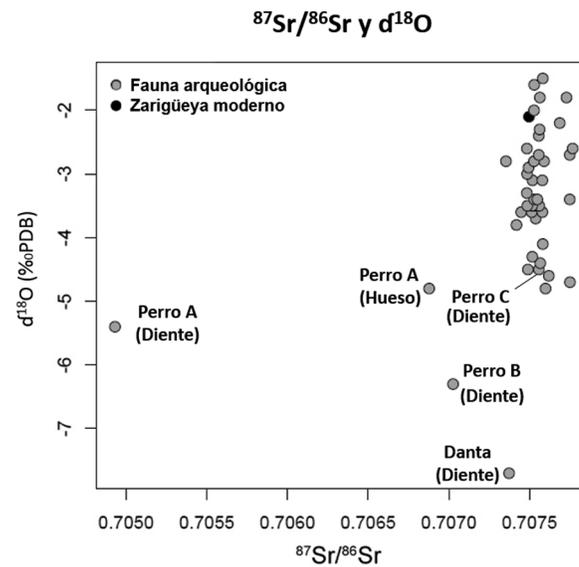


Fig.4: Los resultados de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en los restos faunísticos de Ceibal.

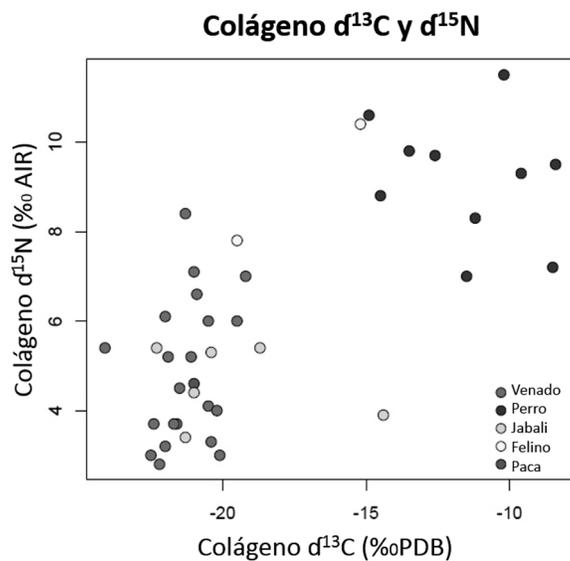


Fig.5: Los resultados de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los restos faunísticos de Ceibal.

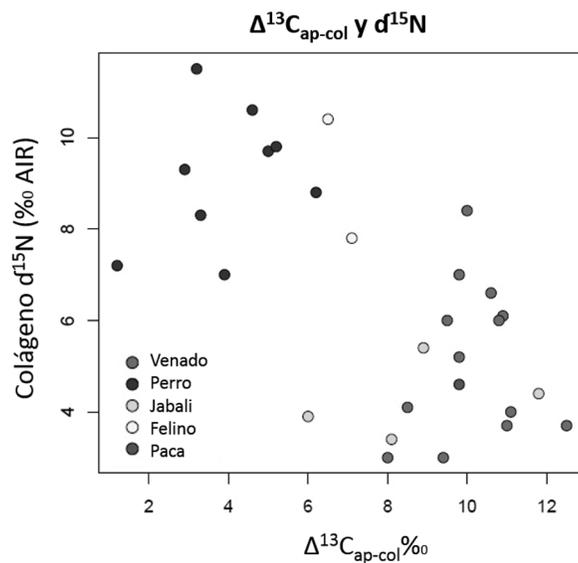


Fig.6: Una comparación de $\delta^{13}\text{C}_{\text{ap-col}}$ ‰ y $\delta^{15}\text{N}$ en los restos faunísticos de Ceibal.