

Uso de la flora maderable mediante análisis antracológico de muestras procedentes del sitio precerámico Cruz Verde-valle de Chicama

Teresa E. Rosales Tham¹, Kazuho Shoji², Víctor F. Vásquez Sánchez³

¹Arqueólogo, Docente de la Escuela Profesional de Arqueología, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú. ²Universidad de Yamagata, Japón, ³Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas, "ARQUEOBIOS", Apartado Postal 595, Trujillo-Perú.

Resumen

A partir de una muestra de carbones recolectada de una serie de pisos estratificados cubiertos de depósitos culturales del sitio precerámico Cruz Verde (entre 4000 y 3800 años a.C.) en el valle de Chicama, se realizó un estudio antracológico, cuyos resultados permitieron la identificación de cuatro especies silvestres de árboles maderables: *Prosopis* sp. "algarrobo", *Acacia* sp. "espino", *Salix* sp. "sauce" y *Schinus molle* "molle"; dos arbustos silvestres: *Tessaria integrifolia* "pájaro bobo" y *Capparis* sp. "sapote". La ubicación estratigráfica de estos carbones se relaciona con la combustión y las características biogeográficas señalan que son especies que delinean una paleoecología de desierto premontano similar al actual que presenta el valle bajo de Chicama. Finalmente, la obtención de los datos de identificación botánica conjugada con el resto de otras evidencias botánicas que fueron estudiadas ha sido importante para analizar la paleoecología y conocer las actividades de uso dentro de la complejidad social en Cruz Verde.

Palabras clave: Antracología, histología, precerámico, paleoecología, microscopía simple, microscopía electrónica de barrido.

Abstract

Based on a sample of coals collected from a series of stratified floors covered with cultural deposits from the preceramic Cruz Verde site (between 4000 and 3800 years B.C.) in the Chicama valley, an anthracological study was carried out, the results of which allowed the identification of four wild species of timber trees: *Prosopis* sp. "carob", *Acacia* sp. 'hawthorn', *Salix* sp. 'willow' and *Schinus molle* 'molle'; two wild shrubs: *Tessaria integrifolia* 'pájaro bobo' and *Capparis* sp. 'sapote'. The stratigraphic location of these coals is related to combustion and the biogeographical characteristics indicate that they are species that delineate a premontane desert paleoecology similar to the current one in the lower Chicama valley. Finally, obtaining botanical identification data combined with the rest of the botanical evidence studied has been important to analyze the paleoecology and to understand the use activities within the social complexity of Cruz Verde.

Keywords: Anthracology, histology, preceramic, paleoecology, simple microscopy, scanning electron microscopy

Introducción

Las evidencias que se recuperan en las excavaciones arqueológicas son muy variadas, así tenemos dentro de la diversidad de restos arqueobotánicos a los carbones. Éstos se hallan asociados en diversos contextos arqueológicos, tal como, áreas domésticas, cocinas, fogones, hornos, basurales, áreas agrícolas, áreas de abandono, áreas de producción especializada, actos rituales, estratigrafía natural, entre artefactos, ecofactos, rasgos, entre otros.

Los restos arqueobotánicos que se presentan como “carbón vegetal” son residuos orgánicos procedentes de maderas, tallos, ramas, arbustos, huesos de frutos y cáscaras duras de vegetales, que han sido combustionados y tienen un alto porcentaje de carbono producto de haber sido sometidos a temperaturas altas entre 400° y 700°C. La combustión ha hecho que el carbón tenga ausencia o un mínimo de oxígeno por haber eliminado el agua y los componentes volátiles.

La preservación del carbón en el contexto arqueológico está sujeto a procesos tafonómicos, sin embargo, las evidencias observadas nos han mostrado carbones en diversos estados de conservación. De éstos, para el presente estudio se ha seleccionado a los que se muestran bien conservados y exponen un tamaño mayor a 20 mm. Adicionalmente éstos se manifiestan como fragmentos de materia sólida, duros, frágiles, ligeros, porosos, bituminosos y toman la forma parecida al de las leñas de las que se ha creado, teniendo formas: cilíndricas e irregulares.

En el presente estudio se incluye muestras de carbón recolectadas de las excavaciones del proyecto de investigación arqueológica Cruz Verde - valle de Chicama, provincia de Ascope, departamento de La Libertad-Perú, que se llevaron a cabo durante los años 2017 a 2019 por Kazuho Shoji (National University SOKENDAI-Japan).

El objetivo del estudio fue la identificación taxonómica de las muestras de carbón para llegar a hipotetizar sobre la cobertura forestal adyacente al sitio arqueológico para definir su paleoecología y discutir el manejo de los recursos maderables usados para la combustión de sus fogones.

Antecedentes de estudios antracológicos

Los primeros reportes de identificación de carbón de madera fueron realizados en Europa en el siglo XIX por Unger (1849). Posteriormente a principios del siglo XX el prehistoriador francés Breuil en 1903 continuó este interés con restos de carbón de yacimientos paleolíticos en Francia (Buxó 1997). Sus interpretaciones tenían una inclinación limitada a los estudios paleoecológicos.

En la época de los años 1940 cuando Libby demostraba la eficacia del Carbono 14 para conocer la cronología de los restos arqueológicos, las evidencias de carbón adquirieron más importancia. En estas fechas se destacan los trabajos de antracología de Maby (1932) que aporta con metodología para el estudio de carbones; Salisbury y Jane (1940) investigan el Castillo de Maiden, un castro (asentamiento fortificado de la Edad de Hierro, 600 a.C.) en Gran Bretaña donde las evidencias de carbón permitieron reconstruir su vegetación y proponer las condiciones climáticas pasadas. Este trabajo tuvo réplica donde Godwin y Tansley (1941) rechazan esta posibilidad.

Así en el trayecto del desenvolvimiento de la Antracología, se desarrollaron trabajos teóricos y metodológicos en Francia que definirían la vertiente más paleoecológica de la disciplina, dando lugar a la llamada escuela de Montpellier (Vernet 1967, 1973, 1997; Chabal 1997).

En esta línea ingresa otra perspectiva, Chabal et al, (1999) considera a la Antracología como una disciplina de la paleobotánica que realiza la identificación y estudio de los carbones de madera recuperados en contextos arqueológicos, así como en sedimentos naturales; por otro lado, Picornell (2009) adiciona a la Etnoarqueología como un nuevo campo de estudio para complementar estos estudios.

En la actualidad la Antracología se preocupa de utilizar una correcta metodología que se compromete desde, la recuperación de la muestra en el momento de la excavación, su embalaje hacia el laboratorio, limpieza, análisis, la identificación taxonómica e interpretación. De esta manera los carbones de los yacimientos arqueológicos no sólo son utilizados para obtener fechados absolutos, hoy han cobrado importancia como patrimonio cultural y biológico, por lo que atesoran un múltiple interés, tanto para conocer las actividades para su adquisición de este recurso, como para conocer la paleoecología del sitio arqueológico y estudiar la biodiversidad vegetal de la época.

Metodológicamente los estudios presentan al carbón como evidencia que se puede identificar en base a la observación de su organización estructural anatómica que presenta. Los inicios de los análisis de estas muestras fueron realizados con la impregnación de una resina Epoxi, de la cual se obtuvieron secciones delgadas para su examen utilizando microscopía de luz simple. Sin embargo, algunos investigadores, tal como Maby (1932), Grimes y Hyde (1935) habían comenzado a utilizar técnicas que requerían menos tiempo, mediante las cuales los fragmentos de carbón no eran tratados con resina y fueron seccionados manualmente, mediante tracción para obtener un corte fresco, limpio que se examinaría con una lupa o en microscopio estereoscopio de hasta 50X. Esto permitió una mejor visión de las

estructuras (vasos, parénquima, etc.) que son diagnósticos para la identificación taxonómica, de esta manera se redujo el costo del análisis permitiendo la identificación taxonómica de los carbones.

Adicionalmente, se comenzaron a formar colecciones arqueobotánicas, como la colección referencial de maderas de Cecilia A. Western, que se formó a finales de la década de 1960 y cuyo objetivo fue que se emplee en la identificación de macrorestos arqueológicos de carbón de madera facilitando significativamente las futuras investigaciones antracológicas. De esta manera, se conformaron carbones de maderas del suroeste de Asia y Europa (Asouti 2017, Charcoal Analysis Web). Para el área andina se ha formado colecciones de carbones de maderas de arbustos y árboles de la costa, sierra y selva que pertenecen al Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas "Arqueobios", con fines de estudios antracológicos.

En América del Sur, se tienen algunas investigaciones antracológicas, varias se tratan de tesis doctorales con la influencia de la escuela francesa, tales como las realizadas por Solari (1993, 2000) de la Universidad Austral de Chile, sobre antracología de la Patagonia (Argentina) y Tierra de Fuego (Chile). En Brasil, Scheel-Ybert (1998, 2000) del Museo Nacional de la Universidad Federal de Río de Janeiro y en sus aportes a la antracología se centran en la metodología. Tardy (1998) investiga en cuatro sitios de Guyana Francesa donde los carbones arqueológicos los analiza e interpreta como marcadores ambientales identificando la ocurrencia de incendios en varias fases que podrían correlacionarse con cambios climáticos.

Otros investigadores como Marconetto (2002) del Instituto de Antropología de Córdoba y del CONICET en Argentina se ha especializado en los enfoques metodológicos de la antracología para la interpretación paleoecológica y los usos de la madera. Piqué (2002) de la Universidad Autónoma de Barcelona presenta datos interesantes de la relación de la antracología y los aportes de la etnoarqueología en Tierra de Fuego (Chile).

En el Perú la antracología viene desarrollándose y se han realizado varias investigaciones, siendo una de las pioneras la arqueóloga estadounidense especializada en paleoetnobotánica Deborah Pearsall (1980) que analizó los restos botánicos carbonizados de la cueva de Pachamachay, con una cronología de 11.000 a 10.000 años a.C., ubicado en el departamento de Junín (región puna de los andes centrales). La muestra analizada constó de 10.987 restos botánicos carbonizados, que fueron identificados por género, el 61% por familia y el 7% quedaron sin identificar (Pearsall 1978-1980; 1980). También sus aportes resaltan la descripción de las zonas ecológicas donde actualmente se puede encontrar esta vegetación, lo

cual lo realizó con el objetivo de determinar el probable uso de las especies identificadas para esa época.

En sitios de la costa peruana, Weir y Dering (1986) estudiaron los carbones del sitio precerámico La Paloma, que se ubica en el valle de Chilca. Los análisis indican que no se usó madera de árboles, si no arbustos que con el tiempo declinó por su calidad. Estos arbustos identificados se caracterizaban por tener un alto contenido de aceite, lo que conllevó a estudiar las lomas anexas y a llegar a la conclusión que existió una sobre explotación seguido de una sequía que se inició alrededor de 4.250 años A.P., que fue interrumpido por un período corto alrededor de 2.800 años A.P.

El estudio de Johannessen y Hastorf (1990) sobre el manejo activo de recursos combustibles por los habitantes del Mantaro que relativamente están desprovistos de árboles utilizaron tres tipos de información, datos arqueológicos, etnológicos y etnohistóricos. Las conclusiones explican que en la época prehispánica el inca controlaba los bosques y el cultivo de los árboles, y el corte para el combustible era de manera sostenible manejado como tributo. Esta práctica es muy probable que se haya realizado desde épocas prehispánicas tempranas en esta área a partir de cinco sitios tardíos (1.300-1.530 años d.C.) del Alto valle del Mantaro, donde se identificaron 12 taxones resaltando *Buddleja* sp., *Polylepis* sp., *Alnus* sp. y *Colletia* sp., y una concentración de maderas en las habitaciones de la clase de élite, sugiriendo un aspecto social en el uso de la madera (Hastorf et al, 2005).

Los primeros sitios costeros estudiados por investigadores del Instituto Francés de Estudios Andinos, los realiza Fanny Moutarde quién ha trabajado en antracología integrándose a varios proyectos arqueológicos, como Pampa Chica, ubicado en la parte baja del valle de Lurín, excavado por Dulanto (2002) un complejo piramidal del Horizonte Temprano, donde Moutarde (2002, 2005, 2006) a partir del análisis de los carbones reconstruyó el paleoclima de la época.

En Pachacamac, ubicado en la margen derecha del río Lurín, donde excavó Eeckhout (2004) como parte del Proyecto Ychsma de la Universidad Libre de Bruselas (Bélgica), la excavación de la arquitectura monumental correspondiente a los períodos Intermedio Tardío y Horizonte Tardío y época colonial, permitieron obtener muestras de carbones que fueron analizadas por Moutarde (2006), cuyos contextos se relacionan con áreas dedicadas a la preparación de alimentos para la elite que residía en el sitio. Los resultados indicaron la identificación de *Prosopis* sp., “algarrobo”, *Acacia* sp. “guarango”, *Caesalpinia* sp. “tara” e *Inga* sp. “paca”, además de otras especies que se presentan en menos porcentaje y que pertenecen a árboles que crecen en monte ribereño.

En Pueblo Viejo otro sitio costero en el valle de Lurín las excavaciones de Moutarde (2002, 2005, 2006) le permitió desarrollar una metodología de trabajo para la

antracología con el objetivo que los resultados permitan reconstruir el paleo paisaje vegetal y analizar la gestión del recurso leñoso usando datos etnohistóricos y etnográficos.

En la costa norte, y en el complejo arqueológico Huacas de Moche, Moutarde (2008) analiza una acumulación sedimentaria (Elemento 7-77) ubicada entre la fachada oeste de la Huaca de la Luna y la Plataforma Uhle, asociada a la fase Moche III y IV. Esta acumulación posee 17 capas. Para el estudio antracológico se tomaron muestras de carbón las capas 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 16 y 17. La cantidad de muestra de carbón para cada capa varía. Al final de un total de 1200 carbones, los resultados los presenta en valores absolutos y en porcentajes, lo que le permitió identificar *Prosopis*, *Capparis*, *Schinus* entre otros árboles del desierto costero. Esto permitió discutir sobre las especies vegetales utilizadas por el hombre para abastecerse de madera en la época mochica y ver la selección de algunas especies según las actividades que se querían realizar.

En el valle de Chicama en 2007 se inicia nuevas excavaciones en el sitio Huaca Prieta y Paredones, realizadas por Tom Dillehay y Duccio Bonavia, Los carbones de este sitio han sido estudiados por Rey (2017). La muestra tiene un total de 13.257,7 gramos, una parte corresponde a Huaca Prieta y la otra a Paredones. Los resultados resaltan las identificaciones taxonómicas sustentadas en la descripción técnica y anatomía de la madera que se obtuvo mediante microscopía electrónica de barrido. Los resultados los relaciona con los ambientes naturales del sitio con el objetivo de ver su explotación, uso y sugieren que se utilizó el mismo conjunto de especies a lo largo del tiempo para sus diversas fases en cada unidad, donde la mayor parte del carbón vegetal representa arbustos, pastos y otra vegetación de vida corta.

En este contexto, se está mostrando con los antecedentes el potencial informativo de la antracología. La problemática de investigación arqueológica en el Perú usando el carbón, no sólo se orienta a los asuntos cronológicos o de contribución cultural. Los carbones siguen recolectándose de los diversos contextos arqueológicos y su valor de estudio es valioso para la paleoecología, distribución ecológica, y el manejo por el hombre en el pasado.

El sitio arqueológico Cruz Verde

El sitio arqueológico Cruz Verde se ubica al interior del pueblo La Bocana en el valle bajo de Chicama, distrito de Magdalena de Cao, provincia de Ascope, departamento de La Libertad-Perú. Limita por el norte con Huaca Pulpar (a 12 km); por el sur, con el Complejo Arqueológico El Brujo (a 2 km); más al sur con la desembocadura del río Chicama (a 6 km); al sureste con el poblado de Magdalena de Cao (a 4 km) y en dirección oeste a 200 m se tiene la línea de playa (Figura 1).

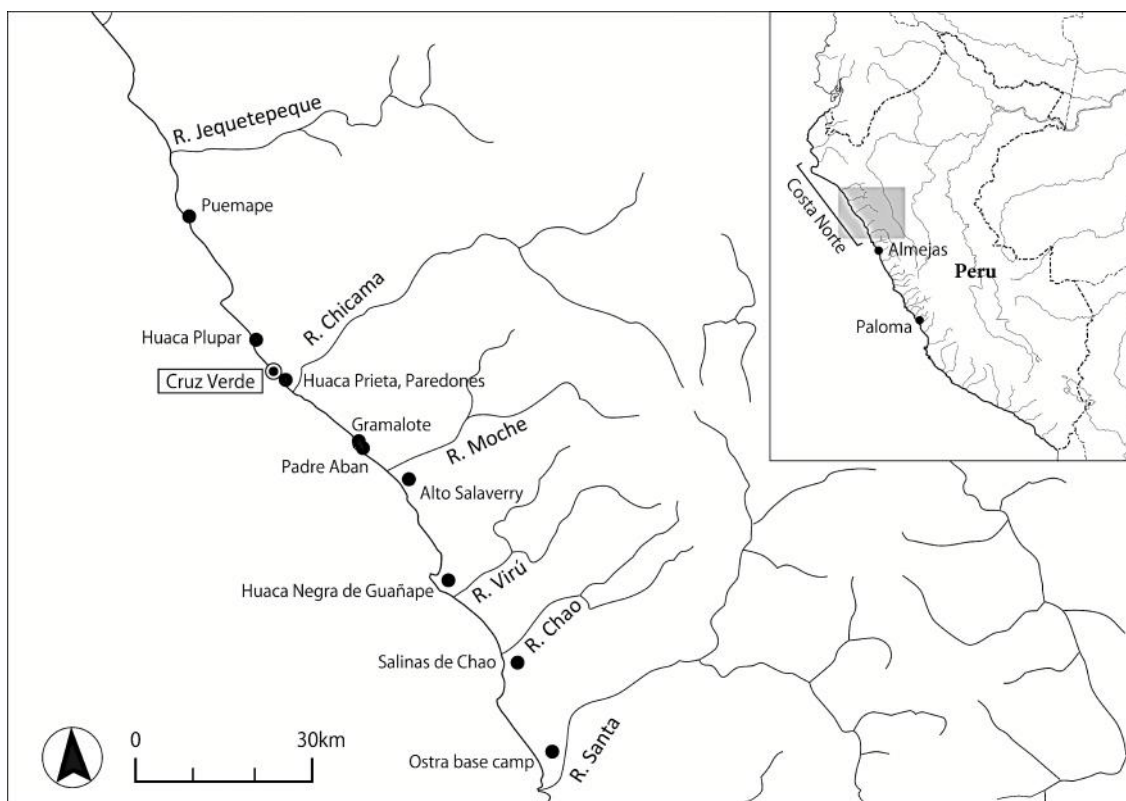


Figura 1: Ubicación del sitio arqueológico Cruz Verde y otros sitios arqueológicos precerámicos en la costa norte del Perú (Shoji, 2022).

Según las investigaciones de La Rosa y Shoji (2017, 2018), se dio a conocer las siguientes fases en la formación del montículo de Cruz Verde: en la fase CV-Ia, la formación del montículo comenzó directamente sobre la capa de tierra y la capa cultural se acumuló repetidamente conteniendo gran cantidad de restos naturales, artefactos usados con superficie compactada. Por otro lado, durante la fase CV-Ib, dichas superficies se prepararon artificialmente con suelo de arcilla blanquecina y el proceso de formación se repitió con mayor frecuencia.

Otro rasgo importante de este periodo son los enterramientos. Los ocho enterramientos excavados indican que las actividades de enterramiento suelen estar integradas en el proceso de formación de este túmulo. Dado que está claro que los bordes del suelo se inclinaban suavemente a medida que el montículo subía y bajaba, y no se observaron estructuras de piedra como muros de contención, se cree que esta estructura era sólo un "montículo", y su superficie superior era un espacio abierto cubierto por un suelo de arcilla en la fase CV-Ib.

Metodología

Muestra y Tratamiento

El contexto de donde provienen las muestras de carbón es el Sector A, Unidad: E1 S1. Aquí la excavación mostró 21 capas sedimentarias asociadas a restos orgánicos, lo que indica una actividad continua dentro del proceso de formación del sitio arqueológico. De la columna de capas del Sector A, Unidad: E1 S1 se aislaron muestras para análisis de flotación, las que fueron procesadas en el laboratorio donde se aislaron las muestras de carbón de filiación precerámica para su respectivo análisis. En este sentido las muestras investigadas corresponden al período precerámico medio contando con un fechado entre 4000 años a.C. – 3700 años a. C. y que corresponde al período arcaico medio.

Los materiales antracológicos que se recuperaron de la flotación fueron seleccionados de las muestras de carbón que procedían de la fracción pesada y que presentaron buena conservación, para que posteriormente se pueda efectuar manualmente la tracción mecánica, esto en comparación con los fragmentos pequeños de la fracción liviana de la flotación.

Seleccionadas las muestras se procedió a la limpieza individual de los carbones para lo cual se hace empleo de aire comprimido cuya presentación es en aerosol. Este aire no usa cables eléctricos ni compresor, su presentación en un tubo hermético y su aplicación emite un flujo intenso de aire que emerge por una cánula extralarga y se puede dirigir manualmente hacia las áreas elegidas, liberando y eliminando las partículas de suciedad de la superficie de la muestra y de los lugares inaccesibles, realizando así una buena limpieza.

Observación microscópica e identificación taxonómica

Posteriormente se acondicionó la muestra para realizar la tracción mecánica, que en términos técnicos implica la aplicación de fuerza a lo largo del eje longitudinal del carbón. Esta tracción requiere de experiencia y habilidad manual. A continuación, queda lista la muestra para el montaje y observación.

La observación microscópica inicial se realizó en un microscopio estereoscopio a 10X, 20X y 50X. El objetivo de esta primera observación está dirigido a ubicar la zona de muestreo, que debe revelar óptimamente las características morfológicas del carbón. Por lo cual esta zona debe estar libre de biodeterioro (sin hongos) o de otras alteraciones mecánicas.

Elegidas las mejores secciones de las muestras de carbón, se separan para que ser montadas individualmente en un porta muestras. Este montaje fijará e inmovilizará a

la muestra que luego será introducida a la cámara de vacío del microscopio electrónico de barrido (MEB).

En la cámara de vacío se genera un haz de electrones de magna intensidad, preparando a la muestra para ser observada en la pantalla de la computadora asociada al MEB.

El microscopio electrónico de barrido (MEB) utilizado es un FEI QUANTA 200 (Oxford Instruments), del Laboratorio de técnicas no destructivas del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, España. Este equipo utiliza electrones cuya longitud de onda es mucho menor que la de la luz logrando alcanzar una extraordinaria amplificación de la imagen de la muestra.

La alta resolución permite obtener información de la topografía de las partes anatómicas diagnósticas de los carbones, con aumentos de 80X, 160X y 500X.

Con los diferentes planos de corte (transversal, tangencial, radial) se lleva a cabo las capturas de imágenes, para luego hacer las descripciones siguiendo las pautas establecidas por IAWA Committee (2004) y mediante la comparación con material correctamente identificado (colección de xiloteca) o con el uso de claves basadas en las características anatómicas, procediendo a la determinación de la especie, género o familia del fragmento de carbón en estudio.

Identificación taxonómica de los carbones

Con las imágenes obtenidas por el MEB se procedió a su estudio para la determinar la identificación taxonómica empezando por determinar si la muestra corresponde a una gimnosperma o una angiosperma con rango local o foráneo.

Para el caso de las gimnospermas, se utilizó bibliografía especializada que va señalando algunas claves, tenemos a: García et al, (2002). Para el caso de angiospermas, se utilizó: Tortorelli (2009), la base de datos Inside Wood (2011). Para el caso de las maderas locales, se disponen de las láminas con cortes de maderas de árboles nativos cultivados y silvestres, montados y colecciones de madera de estos árboles.

Con los resultados de la identificación taxonómica obtenidos, se presenta la información bioecológica: origen, distribución geográfica, calidad de cultivada o silvestre, ecología, para realizar las interpretaciones respectivas para los objetivos de la investigación.

Resultados

De 19 muestras de flotación analizadas, se eligieron seis muestras que corresponden a la fase Cruz Verde I, sub-fase B del Sector A, Unidad E1 S1 y tienen una filiación cultural que corresponde al arcaico medio con un fechado absoluto de 4000 a.C.- 3700 años a.C y fueron excavados por Kazuho Shoji (Tabla 1).

Tabla 1: Lista de las muestras de carbón procedentes del sitio arqueológico de Cruz Verde, con filiación del período arcaico que han sido sometidas a estudios antracológicos.

CRUZ VERDE: SECTOR A							
MUESTRAS DE CARBÓN PARA ESTUDIOS ANTRACOLÓGICOS							
N° de Muestra	N° de Registro	Unidad	Capa	Fase	Sub Fase	Fechados	Filiación cultural
17CV-RN211	17CV-A-N263	E1S1	CE, 10-2	CV-I	CV-IB	4000 a.C - 3700 a.C	Arcaico Medio
17CV-RN212	17CV-A-N264	E1S1	CE, 11a	CV-I	CV-IB	4000 a.C - 3700 a.C	Arcaico Medio
17CV-RN213	17CV-A-N265	E1S1	CE, 11b	CV-I	CV-IB	4000 a.C - 3700 a.C	Arcaico Medio
17CV-RN214	17CV-A-N266	E1S1	CE, 11c	CV-I	CV-IB	4000 a.C - 3700 a.C	Arcaico Medio
17CV-RN216	17CV-A-N268	E1S1	CE, 12b	CV-I	CV-IB	4000 a.C - 3700 a.C	Arcaico Medio
17CV-RN217	17CV-A-N283	E1S1	CE, 12c	CV-I	CV-IB	4000 a.C - 3700 a.C	Arcaico Medio

El estudio con MEB permitió identificar a partir de las seis muestras de carbón cuatro especies silvestres de árboles maderables: *Prosopis* sp. "algarrobo", *Acacia* sp. "espino", *Salix* sp. "sauce", *Schinus molle* "molle"; y dos arbustos silvestres: *Tessaria integrifolia* "pájaro bobo" y *Capparis* sp. "sapote".

***Prosopis* sp. "algarrobo"**

La muestra de carbón corresponde al Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 10-2, fue identificado como *Prosopis* sp. "algarrobo".

Este es un árbol de la familia Fabaceae y se caracteriza por que puede ser de porte pequeño o llegar a ser un árbol de grandes dimensiones alcanzando hasta unos 30 m de altura, el tronco es recto, retorcido y a veces tortuoso, con o sin espinas, con la corteza resquebrajadas, copa bastante amplia.

Sus frutos, son vainas comprimidas, indehiscentes, articuladas, rectas, curvadas o falcadas, con el ápice picudo, cuando maduros de color amarillo paja, de unos 12 a 30 cm de largo por 1,4-1,9 cm de ancho y pueden alojar hasta 30 semillas. El mesocarpo es carnoso y dulce, endocarpo duro y leñoso, que limita la cavidad libre de la semilla. Semillas oblongas, comprimidas de color marrón claro, con una línea circular en la superficie.

Tanto las semillas como la pulpa dulce y comestible de las vainas son desde épocas prehispánicas (Towle, 1961) hasta la actualidad muy apreciadas en la alimentación del hombre y del ganado.

La presencia de sus restos maderables se aprecia en la arquitectura prehispánica (Strong y Evans, 1952) y su carbón se reporta como combustible desde épocas tempranas en los yacimientos costeros del Perú.

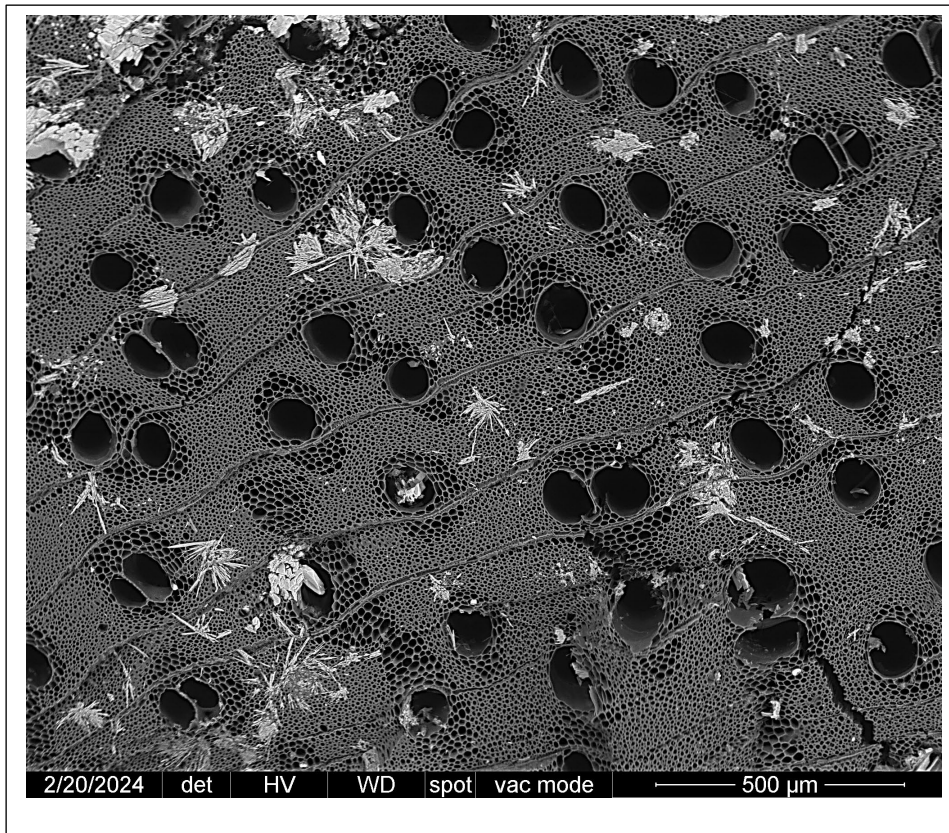


Figura 2: Corte transversal del carbón del sitio Cruz Verde, identificado como *Prosopis* sp. "algarrobo" procede del Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 10-2, captura con microscopio electrónico de barrido, escala 500 micras. Fotografía MEB propiedad de ARQUEOBIOS-2024

Características histológicas

La sección transversal del carbón que se visualiza en la figura 2, procede de una madera resinosa, con placas de perforación simple, madera sin porosidad anular, con 5 - 20 vasos por milímetro cuadrado (figura 2). Parénquima axial vasicéntrico y aliforme, dos a cuatro células por cadena de parénquima.

Origen, ecología y distribución geográfica

El género *Prosopis* (Fabaceae-Mimosoidea) es originario de Perú, Ecuador y Colombia, es anfitropical y se distribuye en la costa norte del Perú, distribuyéndose desde el nivel del mar hasta los 1900 msnm y en el Perú desde el departamento de Tumbes hasta el departamento de Ica, ocupando las zonas áridas, semiáridas, dunas y médanos de la costa peruana. A nivel mundial se encuentra en todas las zonas áridas y semiáridas del mundo. Se han descrito alrededor de 44 especies, siendo la mayoría de ellas nativas de América, uno de África tropical y tres del sudeste asiático (McRostie et al, 2017). La hipótesis paleotropical postula que *Prosopis* se extendió desde África a América del Norte durante el Paleogeno y luego posteriormente se dispersó en América del Sur.

Pasiecznik et al, (2001), sugiere que el complejo *P. pallida*/*P. juliflora* ocupa el centro del terreno entre los centros texano-mexicano y argentino-paraguayo-chileno; está dispersado desde América del Norte a través de los Andes desde Argentina a Bolivia y de allí a la costa hiperárida de Chile y el sur de Perú, antes de extenderse hacia el norte peruano, donde están sus poblaciones endémicas en ecosistemas costeros desde Tumbes hasta Lima.

***Acacia* sp. “espino”**

Se identificó una muestra de carbón de *Acacia* sp. “espino” o “huarango”, esta proviene del Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11a. Se trata de un árbol nativo de América del Sur, de la familia Fabaceae, su tamaño es mediano de alrededor 5-6 m. de altura, espinoso, los troncos jóvenes, con largas espinas geminadas, fuste algo irregular, copa amplia y plana a veces inclinada por acción del viento.

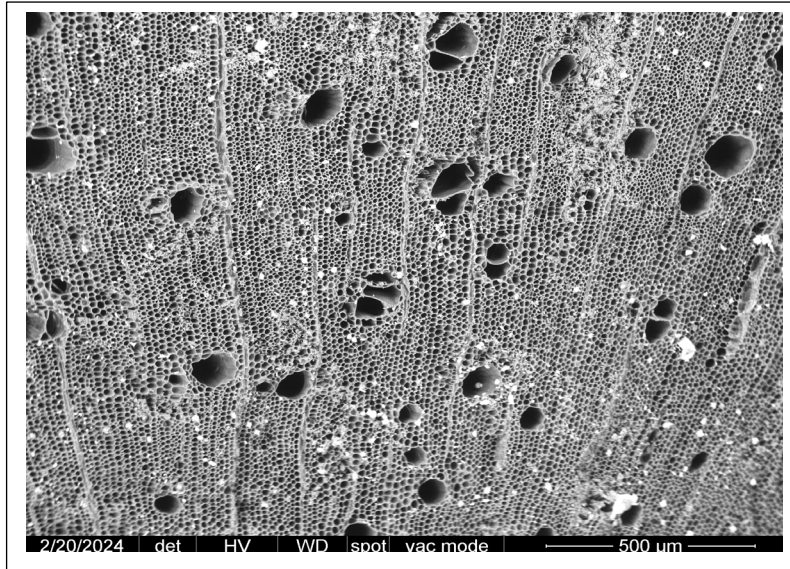


Figura 3: Corte transversal de carbón del sitio Cruz Verde, identificado como *Acacia* sp. “espino”, su contexto es Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11a, captura con microscopio electrónico de barrido, escala 500 micras. Fotografía MEB propiedad de ARQUEOBIOS-2024

Origen, ecología y distribución geográfica

El género consiste en 800 especies distribuidas en las regiones más calientes del mundo, de las cuales 16 existen en Perú. Está distribuida desde Florida y las Indias Occidentales hacia el sur de Argentina. En el Perú, esta especie crece en los declives montañosos occidentales y en los valles interandinos, así como también a lo largo de los ríos costeros. Los especímenes de esta especie han sido colectados en los departamentos de Amazonas, Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Huancavelica, Ica, Lambayeque, Lima, La Libertad, Piura, Tacna y Tumbes, entre los 0-3000 msnm (Ugent y Ochoa, 2006).

***Tessaria integrifolia* “pájaro bobo”**

Se presenta una muestra de carbón identificada como *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo” que proviene del Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11b. Este es un arbusto silvestre de la familia Asteraceae, se caracteriza por ser un árbol de mediano porte de 5 a 9 m de altura, de copa pequeña y follaje verde gris.

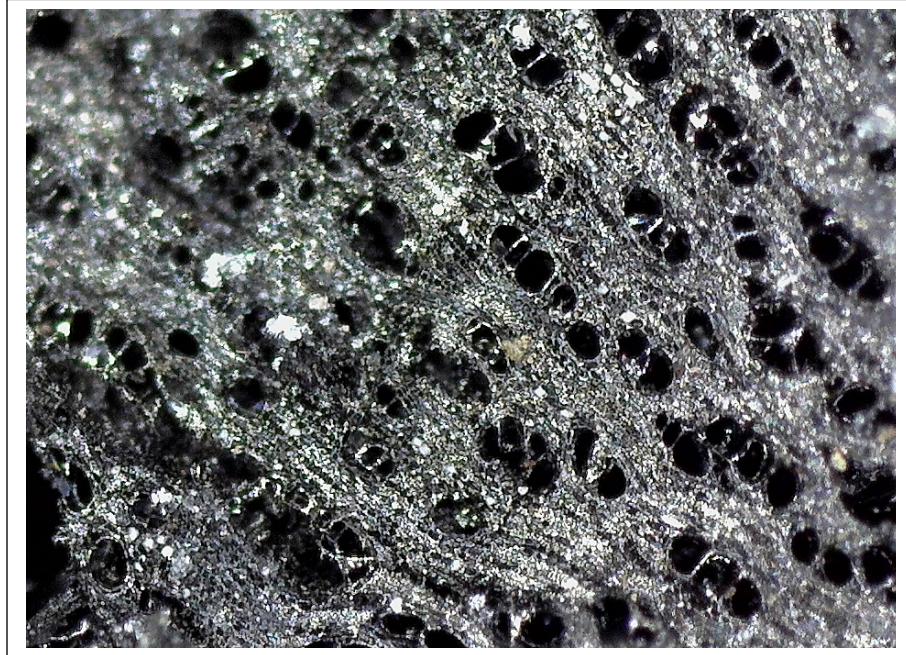


Figura 4: Corte transversal de carbón del sitio Cruz Verde, identificado como *Tessaria integrifolia* "pájaro bobo", su contexto es Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11b, captura con microscopio estereoscópico de luz simple a 50X. Fotografía propiedad de ARQUEOBIOS-2024.

Características histológicas

Este carbón proviene de un arbusto de madera porosa difusa, contorno de vaso solitario angular, placas de perforación simples, fosas entre vasos alternas. Formas de hoyos alternos poligonales (figura 4), hoyos de rayos vasculares con bordes distintos; similar a los hoyos entre vasos en tamaño y forma en toda la célula de los radios. Recipientes de dos clases distintas de diámetro, de madera sin porosidad anular. 5 - 20 vasos por milímetro cuadrado, fibras con hoyos simples a diminutos bordeados, fibras no septadas presentes, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial vasicéntrico, ancho de rayo 1 a 3 celdas, radios más grandes comúnmente de 4 a 10 seriados, radios con células procumbentes, cuadradas y erguidas mezcladas en todo el radio.

Origen, ecología y distribución geográfica

Tessaria (Ruiz y Pavón, 1753) es un género de la familia Asteraceae, a veces considerado como *Pluchea*, compuesto por 17 especies propuestas. Esta distribuido desde el suroeste de los Estados Unidos hasta Argentina; incluidos Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. Actualmente, hay sólo cinco especies aceptadas y confirmadas: *T. absinthioides* (Hook. & Arn.); *T. ambigua*; *T. dodoneifolia*; *T. fastigiata* y *T. integrifolia*

Ruiz & Pav. *T. integrifolia* es un arbusto que crece en la ribera de los ríos de la costa y selva del Perú, entre 0 y 1500 msnm, en suelos arenosos.

***Salix* sp. “sauce”**

La muestra de carbón identificada como *Salix* sp. “sauce” proviene del Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11c. Es un árbol maderable silvestre de la familia Salicaceae, que se caracteriza por su fácil propagación vegetativa, vive en sitios húmedos y a menudo forma vegetación ribereña; crece hasta los 3000 msnm.

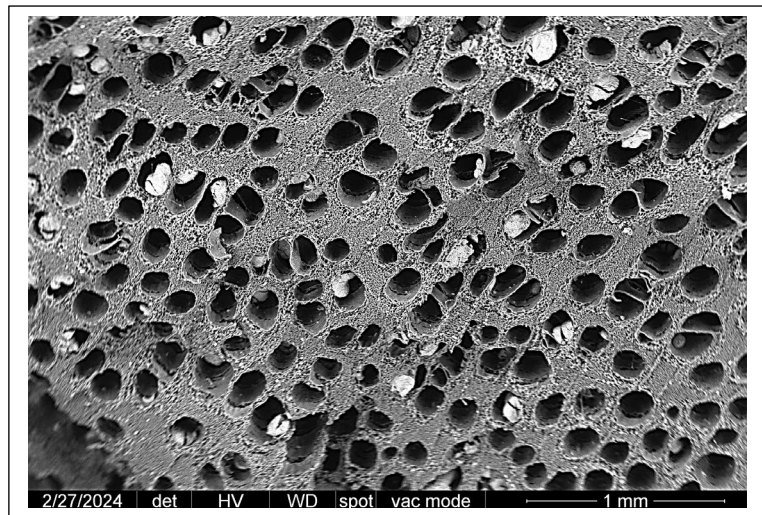


Figura 5: Corte transversal de carbón del sitio Cruz Verde, identificado como *Salix* sp. “sauce”, su contexto corresponde al Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11c. (5A), captura con microscopio electrónico de barrido, escala 1 mm. Fotografía MEB propiedad de ARQUEOBIOS-2024.

Características histológicas

Los carbones provienen de madera porosa difusa, vasos en patrón diagonal y/o radial, placas de perforación simples, fosas entre vasos alternos (figura 5). Forma de hoyos alternos poligonales, hoyos en radios vasculares con bordes muy reducidos a aparentemente simples: hoyos redondeados o angulares. Pozos de rayos vasculares restringidos a hileras marginales. 20 - 40 vasos por milímetro cuadrado, de 350 - 800 micras, fibras con hoyos simples o con bordes diminutos, fibras no septadas presentes, fibras de paredes muy finas, parénquima axial ausente o extremadamente raro.

Origen, ecología y distribución geográfica

Es originario del norte templado y consiste en 500 especies, de las cuales tres especies: *Salix chilensis*, *Salix humboldtiana* y *Salix martiana*, existen en el Perú. *Salix chilensis* ha sido identificada en excavaciones arqueológicas y distribuida desde

México y Belize hasta el sur de Argentina y Chile. Los especímenes peruanos han sido colectados en los valles de los ríos en los departamentos de Amazonas, Ancash, Arequipa, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, Lima, Loreto, Pasco, Tumbes y Ucayali, entre 0-3500 msnm.

***Schinus molle* “molle”**

Una muestra de carbón identificada como *Schinus molle* “molle”, se ha registrado en el contexto el Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 12b. Este es un árbol maderable silvestre de la familia Anacardiaceae, es frondoso, crece hasta los 3600 msnm en el sur y hasta 2200 msnm en el norte peruano. Se le encuentra en bordes de acequias y ríos.

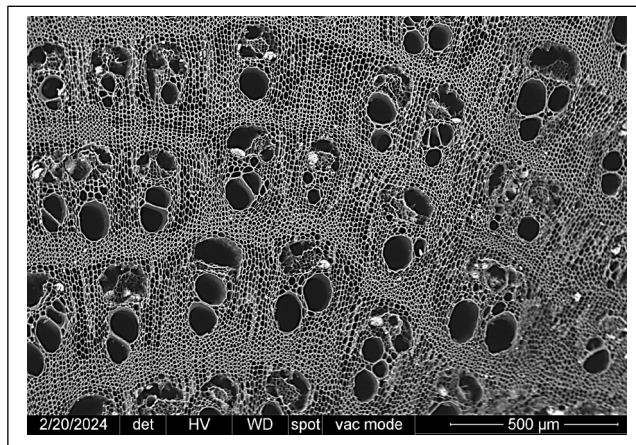


Figura 6: Corte transversal de carbón identificado como *Schinus molle* “molle”, su contexto corresponde al Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 12b, captura con microscopio electrónico de barrido, escala 500 micras. Fotografía MEB propiedad de ARQUEOBIOS-2024.

Características histológicas

El carbón proviene de un árbol de madera porosa difusa, con vasos en patrón diagonal y/o radial, placas de perforación simples. Forma de vasos alternos poligonales. Hoyos de rayos vasculares con bordes muy reducidos a aparentemente simples: horizontales (escalariformes, en forma de corte) a verticales (empalizada). 20 - 40 vasos por milímetro cuadrado (figura 6). Tíldes comunes. Parénquima axial ausente o extremadamente raro. Parénquima axial paratraqueal escaso.

Origen, ecología y distribución geográfica

Este género consiste en 30 especies distribuidas desde México hasta Chile, de las cuales cuatro especies ocurren en Perú. Los frutos de estas especies de este género son usados variadamente para teñir, como taninos, medicina y para preparar una bebida alcohólica "chicha de molle", lo preparaban refregando los frutos maduros

suavemente entre las manos en agua caliente, hasta que el agua adquiriera sabor dulzaino, procurando no disolver el amargo de éstos, dejándolos luego fermentar.

Las dos especies principales son *S. terebenthifolius* (árbol pimienta de Brasil) y *S. molle* (árbol pimienta peruano). Esta distribuido desde Colombia y Ecuador hasta Chile. En el Perú, esta especie se ha recolectado en declives rocosos de los departamentos de Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Ica, Junín, Lima, La Libertad, Moquegua, Pasco y Tacna, en altitudes desde 0-3500 msnm.

***Capparis* sp. “sapote”**

Se identificó un carbón de un arbusto silvestre conocido como: *Capparis* sp., el cual se ha evidenciado en el Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 12c.

Este es un arbusto silvestre nativo del Perú, pertenece a la familia Capparaceae. Habita en zonas del desierto premontano tropical, crece en la costa norte del Perú hasta 2000 msnm. Sin embargo también se le encuentra en la zona nororiental de Bagua (Amazonas). Se asocia con el algarrobo con el cual forma el bosque de algarrobos.

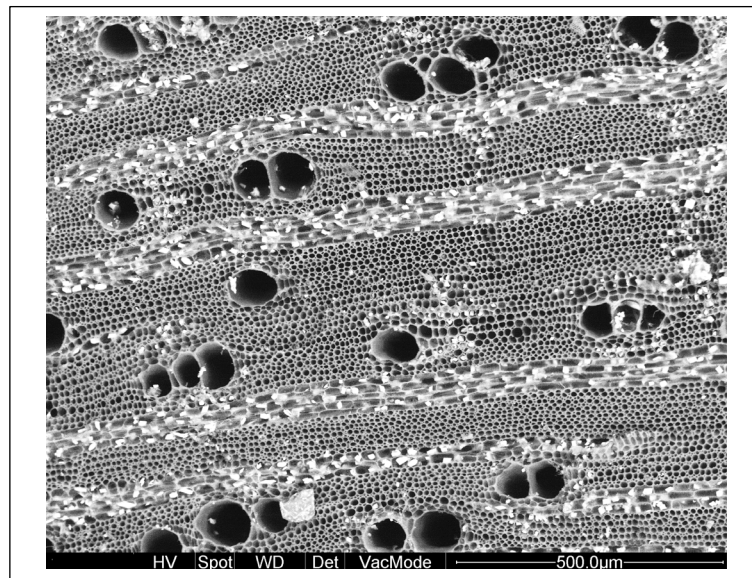


Figura 7: Corte transversal de carbón del sitio Cruz Verde, identificada como *Capparis* sp. “sapote”, su contexto corresponde al Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 12c. (7A), captura con microscopio electrónico de barrido, escala 500 micras. Fotografía MEB propiedad de ARQUEOBIOS-2024.

Características histológicas

El carbón proviene de un arbusto silvestre, de madera poroso difuso, sus vasos se presentan en patrón diagonal y/o radial, sus fibras no septadas presentan parénquima axial paratraqueal escaso, dos células por hebra de parénquima.

Origen, ecología y distribución geográfica

Usualmente arbusto en zonas protegidas, en lugares desérticos o abiertos adopta una mata postrada en dunas y médanos (estabiliza); tronco con la corteza agrietada, copa amplia; hojas grandes coriáceas, alternas, lanceoladas lustrosas en el haz, con escasos pelos caducos; en el envés densamente pubescente. El fruto es bacciforme cuando tierno y luego una cápsula oblonga, carnosas con hendiduras longitudinales, densamente pubescente; semillas reniformes cubiertas por una pulpa corchosa y oleaginosa, numerosas (100).

Discusión

Ecológicamente el sitio Cruz Verde está situado en la costa, adyacente a la orilla marina y según la clasificación de la ONERN (1973) su denominación es desierto premontano a premontano bajo, con una temperatura de 29°C durante el verano, cambiando el clima a 16°C para la estación de invierno, acompañado con un cielo nublado y humedad constante. Estos rasgos ecológicos son los que han proporcionado la sistematización de las comunidades florísticas que prosperan y desarrollan en estos ambientes costeros, lo que posibilita con la identificación taxonómica de los carbones analizar las evidencias de árboles maderables, tallos, ramas, arbustos, semillas de frutos y cáscaras duras de vegetales que crecieron y proliferaron en los alrededores del sitio, bosquejando el paleoambiente del período arcaico, de hace 4000 años en estos ecosistemas.

Las seis especies vegetales que se identificaron a partir de carbón, cuatro son árboles maderables silvestres, *Prosopis* sp. “algarrobo”, *Acacia* sp. “espino”, *Salix* sp. “sauce”, *Schinus molle* “molle” y dos arbustos silvestres: *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo” y *Capparis* sp. “sapote”.

Estas seis especies tienen una notable presencia desde épocas tempranas en la costa norte, sus datos arqueobotánicos señalan que existían bosques de *Prosopis* sp. “algarrobo” y que se encuentran conviviendo con *Acacia* sp. “espino” y en el ambiente desértico habita *Capparis* sp. “sapote”.

Las especies *Salix* sp. “sauce”, *Schinus molle* “molle” y *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo” permite perfilar que al frente de los bosques de *Prosopis* sp. “algarrobo” y

Acacia sp. “espino” se presentaba cursos de agua con la presencia de un monte ribereño donde se desarrolla los arbustos de *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo”, los árboles de *Salix* sp. “sauce” y *Schinus molle* “molle”. Toda esta vegetación aún se puede apreciar en el entorno de Cruz Verde, quizás no con la misma cobertura de tiempo prehispánicos, pero sí presentes.

Estas seis especies identificadas se aprecian en la columna estratigráfica del Sector A, Unidad E1 S1 en asociación a evidencias culturales que se asocian a momentos del periodo arcaico medio, lo cual se interpretaría como un incidente ocupacional en Cruz Verde, probablemente por comunidades de pobladores.

Se piensa que al no identificarse otras especies diferentes, los pobladores prehispánicos estaban recolectando el recurso maderable en los alrededores del sitio, donde debió de existir bosques de algarrobo y espino asociado a la flora del monte ribereño.

Los estudios antracológicos realizados para los carbones extraídos de Huaca Prieta y realizados por Rey (2017), también reportan las mismas especies, por lo cual es indicativo de una fitoecología con características similares a Cruz Verde.

Conclusiones

Son seis muestras de carbón investigadas que proceden del sitio arqueológico Cruz Verde, corresponden al periodo arcaico medio y se ha utilizado dos tipos de microscopía, microscopía electrónica de barrido y microscopía con estereoscopio de luz simple. El MEB ha proporcionado una mejor visión de la anatomía vascular de los carbones dando como resultado una confiable identificación taxonómica por su alta resolución. Los árboles maderables silvestres identificados taxonómicamente son: *Prosopis* sp. “algarrobo”, *Acacia* sp. “espino”, *Salix* sp. “sauce”, *Schinus molle* “molle” y los arbustos silvestres son: *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo” y *Capparis* sp. “sapote”.

Esta vegetación identificada ha permitido delinear la paleoecología del sitio Cruz Verde correspondiente al periodo arcaico medio, revelando una ecología similar a la actual denominada desierto premontano del valle bajo de Chicama.

Estas especies al encontrarse como evidencia de carbón suministraron combustible a partir de la recolecta de madera de los bosques de algarrobos y espinos, vegetación arbustiva del monte ribereño en los alrededores de Cruz Verde, por lo cual se propone que tenían un radio de colecta asociado a la ecología local.

Referencias bibliográficas

- Asouti E (2017): Charcoal analysis Web. Cecilia A. Wester Wood reference collection archive.
<http://pcwww.liv.ac.uk/~easouti/Cecilia%20A.%20Western%20Wood%20Reference%20Collection%20Notebook.html> and <http://pcwww.liv.ac.uk/~easouti/Cecilia%20A.%20Western.htm>.
- Breuil H (1903): Les fouilles dans la grotte du Mas d'Azil (Arie`ge). *Bull. arche´ol. Comite´ Trav. Historiques et Scientifiques*: 421- 436.
- Buxó R (1997): *Arqueología de las Plantas*. Editorial Crítica. España.
- Chabal L (1997): Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'antracologie, méthode et paléoécologie. *Documents d'Archéologie Française* 63, Eds. de la Maison des Sciences de L'Home-CNRS, Paris.
- Chabal L, Fabre L, Terral JF, Théry-Parisot I (1999): L'antracologie. *La Botanique* (A. Ferdière ed.), Errance, Paris: 43-104.
- Dulanto J (2002): Pampa Chica: Prácticas de culto a los ancestros en la Costa Central del Perú. *Gaceta Arqueológica Andina* 26:37-67.
- Eeckhout P (2004): Pachacamac y el proyecto Ychsma (1999-2003). *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos* 33(3):425-448.
- García L, De Palacios P, Guindeo A, García L, Lázaro I, González L, Rodríguez Y, García F, Bobadilla I, Camacho A (2002): *Anatomía e identificación de maderas de coníferas a nivel de especie*. Fundación Conde del Valle de Salazar-Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.
- Godwin H, Tansley AG (1941): Prehistoric charcoals as evidence of former vegetation, soil and climate. *Journal of Ecology* 29: 117-126.
- Grimes WF, Hyde HA. (1935): A prehistoric hearth at Radyr, Glamorgan, and its bearing on the nativity of beech (*Fagus sylvatica* L.) in Britain. *Reports and Transactions* (Cardiff Naturalists' Society), 68, 46–54.
- Hastorf CA, Whitehead WT, Johannessen S (2005): Late prehistoric wood use in an andean intermontane valley. *Economic Botany*, 59(4): 337-355.
- Iawa Committee (2004): IAWA list of microscopic features for softwood identification. *IAWA Journal* 25: 1-70.
- Inside Wood (2011): En línea: <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search?>

Johannessen S, Hastorf CA (1990): A History of Fuel Management (A.D. 500 to the Present) in the Mantaro Valley, Peru. *Journal of Ethnobiology* 10: 61–90.

La Rosa V, Shoji K (2017): Informe final del proyecto de investigación arqueológica: Cruz Verde, valle de Chicama, provincia de Ascope, departamento de La Libertad, Perú (Temporada de excavación 2016). Informe presentado al Ministerio de Cultura del Perú, Lima.

La Rosa V, Shoji K (2018): Informe final del proyecto de investigación arqueológica: Cruz Verde, valle de Chicama, provincia de Ascope, departamento de La Libertad, Perú (Temporada de excavación 2017). Informe presentado al Ministerio de Cultura del Perú, Lima.

Maby CJ (1932): The identification of wood and wood charcoal fragments. *The Analyst* 57: 2–8.

Marconetto MB (2002): Analysis of burnt building structures of the Ambato valley (Catamarca, Argentina). Charcoal Analysis. Methodological Approaches, Palaeoecological Results and Wood Uses. Proceedings of the Second International Meeting of Anthracology, Paris, September 2000, S. Thiébaud (ed.), pp. 267-271. *BAR International Series 1063*, Oxford, England.

McRostie VB, Gayo EM, Santoro CM, De Pol-Holz R, Latorre C (2017): The pre-Columbian introduction and dispersal of Algarrobo (*Prosopis*, Section Algarobia) in the Atacama Desert of northern Chile. *PLoS ONE* 12(7): e0181759.

Moutarde F (2002): *Première approche de la végétation ligneuse du Pérou précolombien: mise en place d'un référentiel anthracologique à partir de la végétation côtière péruvienne actuelle. Application archéologique: étude anthracologique du site de Pampa Chica (côte centrale, 1^{er} millénaire BC)*. Tesis de DEA, Université Paris 1, Panthéon-Sorbonne.

Moutarde F (2005): La antracología aplicada a la arqueología peruana: un análisis de los carbones provenientes de los fogones de Pampa Chica, valle de Lurín, 700-200 AC. Cyril Giorgi (ed.). De l'Altiplano mexicain à la Patagonie. Travaux et recherches à l'Université de Paris 1. *BAR 1389*. Paris: *Monographs in American Archaeology* 16 : 239-246. Oxford.

Moutarde F (2006): *L'évolution du couvert ligneux et son exploitation par l'homme dans la vallée Du Lurín (côte Centrale Du Pérou), de l'Horizon Ancien (900-100 Av. J. -C.) à l'Horizon Tardif (1460-1532 Apr. J.-C.): Approche Anthracologique*. PhD diss. Université Paris 1 Panthéon- Sorbonne.

Moutarde F (2008): Los carbones hablan: un estudio del material antracológico de la Plataforma Uhle, Huaca de la Luna. Un acercamiento a la economía vegetal de la costa norte del Perú en la época mochica. *Arqueología mochica: nuevos enfoques:*

- 295-305. Actas del Primer Congreso Internacional de Jóvenes Investigadores de la Cultura Mochica. Lima, 4 y 5 de agosto de 2004, edited by L. J. Castillo Butters, H. Bernier, G. Lockard, and J. Rucabado Yong. Lima, Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ONERN (1973): *Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la Costa. Cuenca del río Moche*. Vol. 1, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Lima, Perú.
- Pasiecznik NM, Felker P, Harris PJC, Harsh LN, Cruz G, Tewari JC, Cadoret K, Maldonado LJ (2001): *The Prosopis juliflora-Prosopis pallida* Complex: A Monograph. HDRA, Coventry, UK.
- Pearsall DM (1978-1980): Apéndice: Recursos y utilización de las plantas en Pachamachay. *Revista del Museo Nacional*, Tomo XLIV: 65-68.
- Pearsall DM (1980): Pachamachay Ethnobotanical Report: Plant Utilization at a Hunting Base Camp. *Prehistoric Hunters of the High Andes*, edited by J. W. Rick, 191–231. New York: Academic Press.
- Picornell L (2009): Antracología y etnoarqueología. Perspectivas para el estudio de las relaciones entre las sociedades humanas y su entorno. *Complutum* 20 (1): 133-151.
- Piqué R (2002): Paisaje y explotación de recursos forestales entre los canoeros magallánico-fueguinos. Aportación de la etnoarqueología. *América Latina, historia y sociedad: una visión interdisciplinaria*. Cinco años de Aula Oberta en la UAB, R. Piqué Huerta y M. Ventura i Oller (eds.), pp.77-94. Barcelona: Institut Català de Cooperació Iberoamericana/ Universitat Autònoma de Barcelona.
- Rey I (2017): Charcoal Analysis. *Where the land meets the sea. Fourteen millennia of human history at Huaca Prieta, Peru*. Edited by Tom D.Dillehay: 631-633. University of Texas Press.
- Salisbury EJ, Jane FW (1940): Charcoals from Maiden Castle and their significance in relation to the vegetation and climatic conditions in prehistoric times. *Journal of Ecology* 28: 310-325.
- Scheel-Ybert R (1998): *Stabilité de l'écosystème sur le littoral sud-est du Brésil à l'Holocène supérieur (5500- 1400 ans BP). Les pêcheurs-Cueilleurs- Chasseurs et le Milieu Végétal: Apports de l'Anthracologie*. Tesis doctoral, Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc.
- Scheel-Ybert R (2000): Vegetation stability in the Southeastern Brazilian coastal area from 5500 to 1400 14C yr BP deduced from charcoal analysis. *Review of Palaeobotany and Palynology* 110: 111–138.

- Shoji K (2022): La utilización de la fauna durante el período Arcaico a partir de los macro restos de Cruz Verde, costa norte del Perú. *Archaeobios* 17: 64-87.
- Solari ME (1993): *L'Homme et le bois en Patagonie et Terre de Feu au cours des six derniers millénaires: recherches anthracologiques au Chili et en Argentine*. Tesis doctoral, Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc.
- Solari ME (2000): Antracología, modo de empleo. Entorno a Paisajes, Maderas y fogones. *Revista Austral de Ciencias Sociales* 4: 167-174.
- Strong D, Evans C (1952): Cultural Stratigraphy in the Viru Valley, Northern Peru: The Formative and Florescent Epoch. Columbia Studies. *Archaeology and Ethnology* 4. Columbia University Press, New York.
- Tardy C (1998): *Paléoincendies naturels, feux anthropiques et environnements forestiers de Guyane française du tardiglaciaire à l'holocène récent, approches chronologiques et anthracologiques*. Tesis doctoral, Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc.
- Tortorelli L (2009): *Maderas y bosques argentinos*. Orientación Gráfica Editora. 2da edición. Buenos Aires, Argentina.
- Towle MA (1961): *The ethnobotany of pre-Columbian Peru*. Chicago, Illinois: Viking Fund Publ. Anthropol., N° 30.
- Ugent D, Ochoa C (2006): *La etnobotánica del Perú: desde la prehistoria al presente*. CONCYTEC. Lima.
- Unger DF (1849): Pflanzen geschichtliche Bemerkungen über den Kaiserwald bei Grätz. *Botanische Zeitung* 7 (17): 313–321.
- Vernet JL (1967): Premières résultats de l'étude anatomique de charbons de bois préhistoriques de la région Méditerranéenne française. *Bulletin de l'AFEQ* 3: 211-222.
- Vernet JL (1973): Étude sur l'histoire de la végétation du sud-est de la France au Quaternaire, d'après les charbons de bois principalement. *Paléobiologie Continentale* IV: 1-90.
- Vernet JL (1997): L'homme et la forêt méditerranéenne de la Préhistoire à nos jours. *Collection des Hesperides*, Ed. Errance, Paris.
- Weir GH, Dering P (1986): The Lomas of Paloma, Human-Environment Relationship in a Central Peruvian Fog Oasis: Archaeobotany and Palynology. *Andean Archaeology*: 18-44. Edited by R. Matos Mendieta, Los Angeles. UCLA.