



Técnicas analíticas para el estudio de las fibras vegetales como materia prima. Propuestas metodológicas

Maria Herrero-Otal

Departament de Prehistòria
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)
08193 Bellaterra
maria.herrero@uab.cat

DOI: 10.57645/20.8080.08.4

Resum

Les fibres vegetals han tingut un paper clau des dels orígens dels grups humans en una gran diversitat d'aspectes, fet que evidencia el coneixement que aquests grups tenien sobre l'ús i processament d'aquests materials d'origen natural. Hi ha una important infrarepresentació de les fibres vegetals en el registre arqueològic, atès que es tracta de materials peribles, per la qual cosa resulta summament important analitzar-les quan es recuperen, ja que moltes vegades són troballes excepcionals.

Atesa la falta de registre –juntament a altres factors–, han estat materials tradicionalment marginats en investigació arqueològica. Malgrat això, afortunadament l'arqueobotànica ha guanyat importància en les últimes dècades i avui dia coneixem una gran diversitat de metodologies i tècniques d'estudi aplicables a l'estudi d'aquests materials, ja sigui a escala morfològica o de matèries primeres.

Aquest article vol fer un recorregut per les tècniques d'anàlisi de les matèries primeres utilitzades per a la producció d'objectes fets de fibres vegetals, des de la descripció histològica de la seva anatomia, fins a la seva composició química, passant per la cerca de la seva presència en altres materials durables, com la ceràmica i el càlcul dental.

Paraules clau: fibres vegetals, matèria primera, identificació, metodologia, anàlisi, arqueobotànica

Resumen

Las fibras vegetales han jugado un papel clave en los grupos humanos desde sus orígenes en una gran variedad de aspectos, lo que evidencia el conocimiento que estos grupos poseían sobre el manejo y el procesamiento de estos materiales de origen natural. Se observa una importante infrarepresentación de las fibras vegetales en el registro arqueológico, debido a su perecebilidad, por lo que resulta sumamente importante analizarlas cuando se recuperan, ya que muchas veces son hallazgos excepcionales.

Debido a esta falta de registro –junto a otros factores–, han sido materiales tradicionalmente marginados en la investigación arqueológica. Aun así, y afortunadamente, la arqueobotánica ha ganado importancia en las últimas décadas y hoy día conocemos una gran diversidad de metodologías y técnicas de estudio para el análisis de estos materiales, ya sea a nivel morfológico o de materias primas. El presente artículo pretende hacer un recorrido por las técnicas de análisis de materias primas utilizadas para la producción de objetos hechos de fibras vegetales, desde la descripción histológica de su anatomía hasta su composición química, pasando por la búsqueda de su presencia en otros materiales duraderos, como la cerámica y el cálculo dental.

Palabras clave: fibras vegetales, materia prima, identificación, metodología, análisis, arqueobotànica

Abstract

Vegetal fibres have played a significant role in human groups since their origins, contributing signifi-

cantly to various aspects of life. This highlights the knowledge humans had about using and processing these natural resources in the past. A significant underrepresentation of vegetal fibres is visible in the archaeological record due to their perishability. Hence, it is important to analyze these materials when they are recovered, as they often represent exceptional findings.

Due to this lack of representation, along with other factors, vegetal fibres have traditionally not been into consideration in archaeological research. Fortunately, Archaeobotany has gained importance in the last decades and nowadays, a wide array of methodologies and study techniques exists for analyzing these materials, regarding both morphotechnical and the raw material used.

This paper aims to explore the analysis techniques of raw materials used in the production of fibre-based objects, from their histological description in anatomy to their chemical composition. It also tries to search for vegetal fibre presence in other durable materials, such as ceramics and dental calculus.

Keywords: vegetal fibres, raw materials, identification, methodology, analysis, Archaeobotany

Introducción

Fibras vegetales y clasificación

Las fibras vegetales son conjuntos de células asociadas a funciones de sostén y al transporte de agua y nutrientes a través de las estructuras de las plantas. Su composición se basa en concentraciones variables de lignina y celulosa, lo que les confiere diferentes propiedades como durabilidad, flexibilidad o resistencia (Vydal/Hormozábal 2016).

Se trata de elementos que se han utilizado desde la prehistoria para la confección de objetos con diferentes funciones, por lo que han estado presentes en la vida cotidiana de las poblaciones humanas desde sus orígenes hasta la actualidad (Kuoni 1981). Estos materiales han ocupado un lugar privilegiado en la cultura material de las poblaciones de todo el mundo, ya que han constituido una materia prima básica para la manufactura de gran variedad de utensilios de usos muy variados en forma de cordelería, cestería, calzado, tejidos, entre otros (Adovasio/Soffer/Page 2008; Hurcombe 2014).

El origen de las fibras vegetales es natural y se extraen de una gran variedad de plantas vasculares –aquellas que presentan un tejido especializado en el transporte de agua y nutrientes llamado tejido vascular–, aunque no todas ellas son válidas para la extracción de fibra. Para entender la clasificación de los organismos vegetales, las plantas vasculares se dividen en dos grupos, dependiendo de si presentan flor, llamados gimnospermas (sin flor) y angiospermas (con flor). Las segundas, a su vez, se dividen en monocotiledóneas y dicotiledóneas según el número de hojas nacientes en su semilla más basal. En las plantas maduras y desde un punto de vista más histológico, observamos que las monocotiledóneas presentan un crecimiento primario y no son leñosas. En un corte transversal del tallo u hoja de la planta, se observan los haces vasculares individualizados entre ellos y repartidos por todo el corte. En el caso de las dicotiledóneas, se observa la reorganización del tejido vascular en forma de un anillo alrededor del corte, que se origina durante el crecimiento secundario que sufren. Mediante este crecimiento desarrollan lo que conocemos como la corteza, por lo que son lo que comúnmente llamamos plantas leñosas (Evert 2006).

Como ya se ha mencionado, se puede extraer fibra vegetal de diferentes familias, pero también de diferentes partes de la planta. Pueden obtenerse de las hojas, los tallos, las semillas, los frutos e incluso de las raíces, y pueden clasificarse según este origen.

También se diferencian en dos grandes grupos en función de sus características físicas, técnicas y químicas: fibras duras y fibras blandas. Las fibras duras son principalmente las hojas de monocotiledóneas como el esparto (*Stipa tenacissima*), la yuca (*Yucca* sp.) o el sisal (*Agave* sp.), así como las juncias (familia Cyperaceae). El uso de estas se ha basado sobre todo en la producción de cordelería, cestería y calzado. Por otro lado, las fibras blandas se encuentran básicamente en los tallos de dicotiledóneas, entre las que se incluyen el lino (*Linum usitatissimum*), el yute (*Corchorus capsularis*), el cáñamo

(*Cannabis sativa*) o la ortiga (*Urtica* sp.), y se conocen como fibras liberianas o *bast fibres* en inglés. Se trata de fibras que requieren un procesado más costoso y elaborado que el de las monocotiledóneas. Se han utilizado principalmente para la producción de tejidos, útiles para vestimentas.

Esta clasificación depende del punto de vista del artesano, ya que también se consideran fibras vegetales las ramas jóvenes de distintos árboles, como el sauce (*Salix* sp.), que es lo que conocemos como mimbre, el avellano (*Corylus avellana*), las fibras liberianas del tilo (*Tilia* sp.) o los tallos de la caña como el *Arundo donax* o el *Phragmites australis*.

El registro de fibras vegetales en arqueología

Los objetos hechos a base de fibras vegetales son poco frecuentes en el registro arqueológico y su conservación tan solo se da en condiciones de preservación muy concretas, como la carbonización, la deshidratación o la saturación en agua. Es por este motivo que el conocimiento que tenemos actualmente sobre estas producciones en el pasado es parcial y se restringe a unas áreas geográficas y cronologías concretas. Esta falta de registro es debido a que se trata de una cultura perecedera, y se postula que, en el pasado, su presencia debía ser mucho mayor que el registro que conservamos (Hurcombe 2014).

A modo de ejemplo, en el sur de Europa, se conservan algunos casos de cestería y cordelería, los más antiguos de los cuales son los restos mesolíticos de Coves de Santa Maira (Alacant; ca. 11200–8200 cal BC) y que corresponden a tres fragmentos de cuerdas de esparto carbonizadas (Aura Tortosa *et al.* 2019); el conjunto de objetos de esparto mesolíticos y neolíticos procedentes de la Cueva de los Murciélagos (Granada; 7986–3740 cal BC) (Martínez-Sevilla *et al.* 2023), conservados por desecación, y los restos del Neolítico Antiguo recuperados en condiciones de saturación en agua del yacimiento de La Marmotta (ca. 5840–5010 cal BC; Italia) (Mineo *et al.* 2023) y el conjunto de cestería y cordelería hechos de monocotiledóneas y dicotiledóneas del yacimiento de La Draga (Girona; 5207–4862 cal BC) (Herrero-Otal/Romero-Brugués/Piqué 2021; Romero-Brugués/Piqué/Herrero-Otal 2021a). Otro ejemplo son los restos de ciperáceas de las Coves del Fem (Tarragona; 6065–4545 cal BC), conservados por carbonización y desecación (Herrero-Otal/Romero-Brugués/Piqué 2021; Romero-Brugués *et al.* 2021b).

Aun así, debido al predominio de un clima semiárido en la península ibérica, la mayor parte del registro de fibras que se conserva es en la región sureste, por desecación de los materiales. Es a partir del Calcolítico y la Edad del Bronce que los yacimientos en los que aparece el registro de fibras vegetales es algo más representativo. Algunos ejemplos de este registro son los fragmentos textiles de lino procedentes de la Cueva de Peñacalera (Córdoba; ca. 3462–3163 cal BC) (Gleba *et al.* 2022), o los objetos recuperados en Cabezo Redondo (Alacant, 2429–2065 cal BC), Ifré (Almería, 2360–1910 BC) (Alfaro Giner 1984), Las Angosturas (Granada, 2350–1919 BC) (Cacho *et al.* 1996) o Castellón Alto (Granada, 1900–1600 cal. BC) (Molina *et al.* 2003), entre otros.

Técnicas de análisis

Las colecciones de referencia o catálogo de especies: la base de todo análisis

Aunque hay diversidad de técnicas para estudiar las fibras vegetales como materia prima para la fabricación de útiles, una parte fundamental del estudio –al igual que ocurre en otras ramas de la investigación arqueobotánica– es la creación de una colección de referencia. Se trata de material moderno que permite comparar los restos arqueológicos con especies actuales y así plantear posibles identificaciones. El material de referencia debe ser específico para los materiales de estudio, teniendo en cuenta la cronología y el lugar de procedencia. En este sentido, las colecciones de referencia para el estudio de fibras vegetales utilizadas como materias primas deben incluir especies que se utilicen en artesanías de este tipo. Así, los estudios etnográficos y el conocimiento popular son clave, además de otros análisis arqueobotánicos previos de la zona de estudio, si es que los hay.

La colección de referencia en la península ibérica, durante la prehistoria y protohistoria, para el uso de fibras vegetales en artesanías diversas, incluiría plantas como las juncias, el esparto y otros cereales

en cuanto a las monocotiledóneas, y también el tilo, el avellano, el sauce, la ortiga, el lino y el cáñamo para las dicotiledóneas. El análisis de los materiales de referencia es un trabajo continuo, ya que se va ampliando a medida que se va desarrollando el estudio, además de ir acompañadas de literatura especializada. Existen colecciones de referencia publicadas en línea y de acceso libre, como son la *Fiber Reference Image Library* (FRIL), liderada por la *Ohio University* (fril.osu.edu), o la *Fibres in Ancient European Textiles* (FIBRANET), creada por el *Centre for Textile Research* de la *Københavns Universitet* (netlearning.gr/fibranet).

Como se ha comentado con anterioridad, existen diferentes técnicas de análisis que permiten conocer la materia prima que se ha utilizado en la producción de utensilios de fibras vegetales. El uso de estas metodologías de análisis depende de diferentes aspectos. Algunos están relacionados directamente con la muestra –el estado de preservación y conservación de los materiales–, la posibilidad de muestreo y destrucción de la muestra. Además, depende del objetivo del estudio, de cómo se va a desarrollar y de la accesibilidad a infraestructuras. El gran abanico de técnicas puede abarcar desde las más accesibles para la mayoría de los investigadores y laboratorios, hasta los análisis más complejos, que requieren instalaciones más sofisticadas y específicas. Estas técnicas no son excluyentes entre ellas y es interesante poder aplicar varias de ellas para conseguir resultados más detallados o acertados.

A continuación, se presentan distintas metodologías que se han utilizado a lo largo de la investigación arqueológica para el estudio de las materias primas de los objetos manufacturados con fibras vegetales, u otras que podrían tener aplicación en este aspecto de la investigación arqueológica.

Microscopía óptica y electrónica

La microscopía –óptica y electrónica– es la técnica más utilizada para la identificación de materias primas. Lo que esperamos ver son hojas o tallos de plantas que se han utilizado para la elaboración de objetos. Esto nos permite ver características histológicas del corte transversal y de la epidermis. En el transversal vemos principalmente la disposición y características del tejido vascular (xilema y

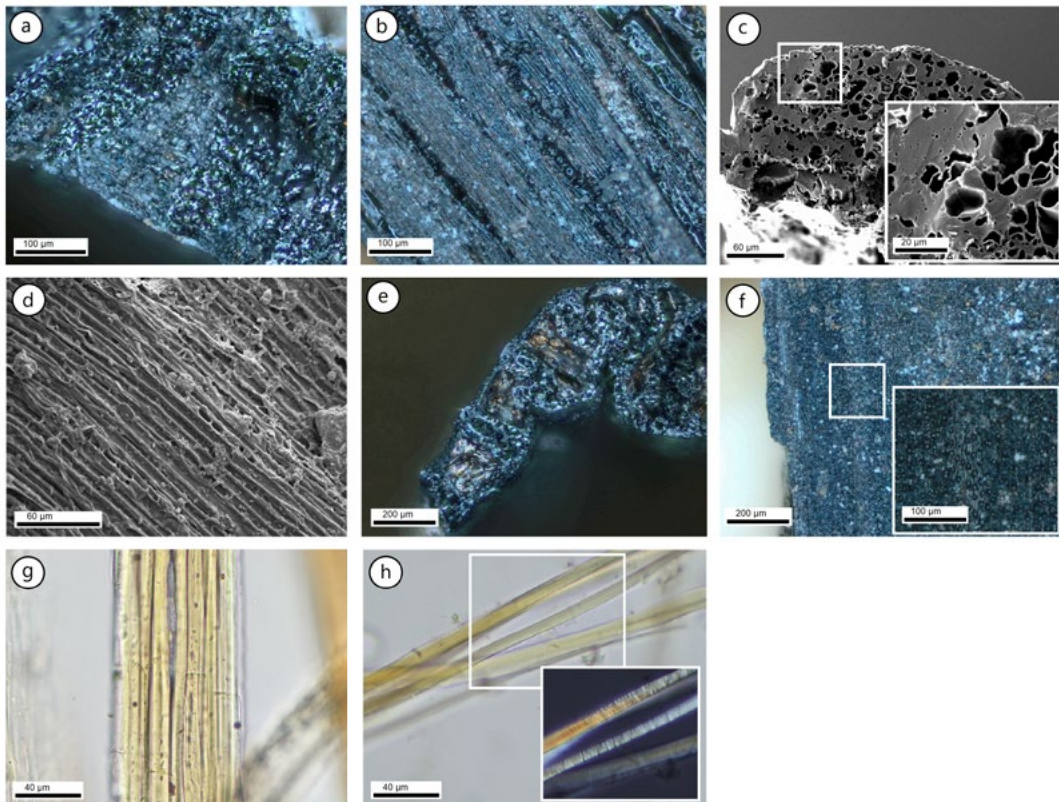


Figura 1. Uso de microscopía óptica y electrónica para la identificación de fibras de monocotiledóneas (a-f) y bast fibres (g, h) (extraído de Herrero-Otal et al. 2023).

floema), acompañado de las fibras de esclerenquima, junto con el tejido parenquimático, entre otros. En la observación de la epidermis se observan las células epidérmicas y los estomas, involucrados en la transpiración celular. Las identificaciones y descripciones histológicas se basan en la comparación con colecciones de referencia de materiales modernos que se han comentado anteriormente y con bibliografía especializada en fisiología e histología vegetal.

A modo de ejemplo, esta metodología permitió identificar tres familias de monocotiledóneas (Poaceae, Cyperaceae y Typhaceae) y de dicotiledóneas, como el tilo (*Tilia* sp.) y la ortiga (*Urtica* sp.), para la confección de cestos y cuerdas en el yacimiento neolítico de La Draga (5207–4862 cal BC; Banyoles, Girona). Además, se identificó la selección del tilo para la confección de una parte concreta de los cestos y para la producción de cuerdas junto con la ortiga (figura 1) (Herrero-Otal/Romero-Brugués/Piqué 2021; Herrero-Otal *et al.* 2023). Varios autores combinan la microscopía óptica con la electrónica. Esta técnica es válida para el análisis de restos carbonizados, pero en el caso de materiales saturados en agua se hace más complejo, debido a las condiciones de vacío a las que trabajan estos dispositivos, como los restos de redes de pesca –probablemente de ortiga– del yacimiento mesolítico de Zamostje II (Rusia) (Berihuete-Azorín *et al.* 2023). Otros ejemplos del uso de microscopía óptica y electrónica son los trabajos de Borojevic y Mountain (2013) y Martínez-Sevilla *et al.* (2023) para restos desecados, los de Aura Tortosa *et al.* (2019) para restos carbonizados, y los de Romero-Brugués *et al.* (2022) para restos desecados y carbonizados.

Aun así, el uso de la microscopía tiene cierta limitación, y es que en muchos casos las características anatómicas se solapan entre especies de una misma familia o género, lo cual dificulta la identificación de los materiales. Esto también ocurre entre las fibras liberianas, que como se ha comentado con anterioridad, son aquellas que provienen de la parte interna de la corteza de plantas dicotiledóneas. Las características que comparten las fibras catalogadas como *bast fibres* hace que su determinación sea compleja, aunque se han descrito algunas pruebas para poder identificarlas, como la prueba de Herzog.

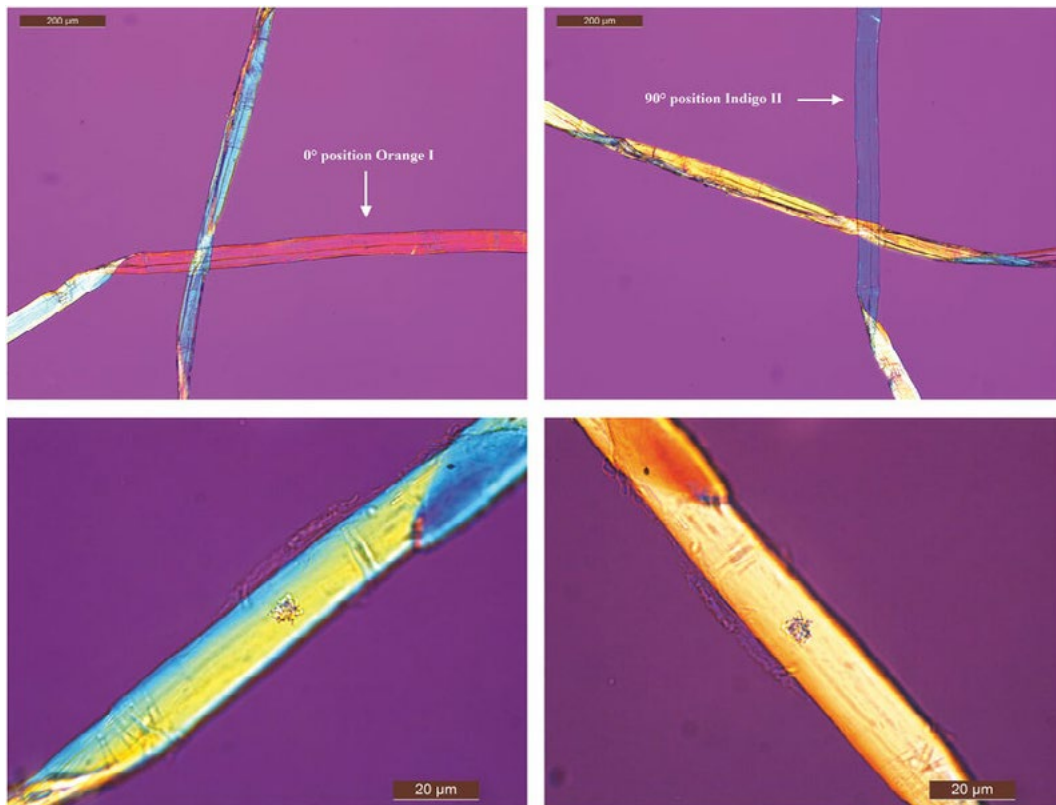


Figura 2. Prueba de Herzog basada en la polarización de la luz en microscopía óptica (extraído de Lukesová *et al.* 2018).

La prueba de Herzog (*Herzog test* o *Red Plate test*) es una prueba empírica para determinar la orientación fibrilar de la estructura interna de las fibras liberianas mediante el uso de un microscopio óptico acoplado a un filtro de luz polarizada (figura 2). Diferencias en la orientación permiten diferenciar la planta de origen, como por ejemplo el cáñamo del lino. Otros investigadores estudian las secciones transversales de las *bast fibers*, aunque ninguno de ellos se postula como el único método de identificación (Lukesová/Holst 2021). Los últimos trabajos resaltan la necesidad de combinar distintas pruebas para mejorar su identificación, aunque se podría extender a la determinación de fibras en general (Bergfjord/Holst 2010; Haugan/Holst 2013; Haugan/Holst 2014; Suomela/Vjanto/Räisänen 2018).

El continuo desarrollo de técnicas aplicables a la identificación de fibras hace que en los últimos años se hayan ido actualizando trabajos antiguos. Un ejemplo sería el caso de los tejidos de Çatalhöyük (Turquía), identificados como lino o lana en un principio, pero recientemente determinados como fibras extraídas de la corteza de roble (*Quercus* sp.) y hojas de gramíneas (Poaceae/Gramineae) (Rast-Eischer/Karg/Bender 2021). Este trabajo resalta que el liber de los árboles se ha pasado por alto en la identificación de las fibras, a excepción de algunas especies, como por ejemplo el tilo sobre todo en el norte de Europa.

Análisis de fitolitos

El análisis de fitolitos relacionados con las fibras junto con el de los sedimentos, estructuras, silos y hornos también proporciona información sobre fibras que no se han conservado. Ryan (2011) y Wendrich y Ryan (2013) analizan los fitolitos relacionados con estructuras tipo silo en el yacimiento de Çatalhöyük (Turquía) (figura 3). Estas investigadoras determinan que se utilizaron hasta cuatro especies vegetales distintas para la fabricación de utensilios domésticos hechos de fibras vegetales, y que fueron reutilizados en contextos funerarios. Las autoras advierten de la problemática del análisis de fitolitos para el estudio de estos materiales, y es que algunas de las plantas usadas producen pocos fitolitos, como las dicotiledóneas, por lo que es posible que haya una infrarrepresentación de los objetos hechos en fibras mediante este análisis.

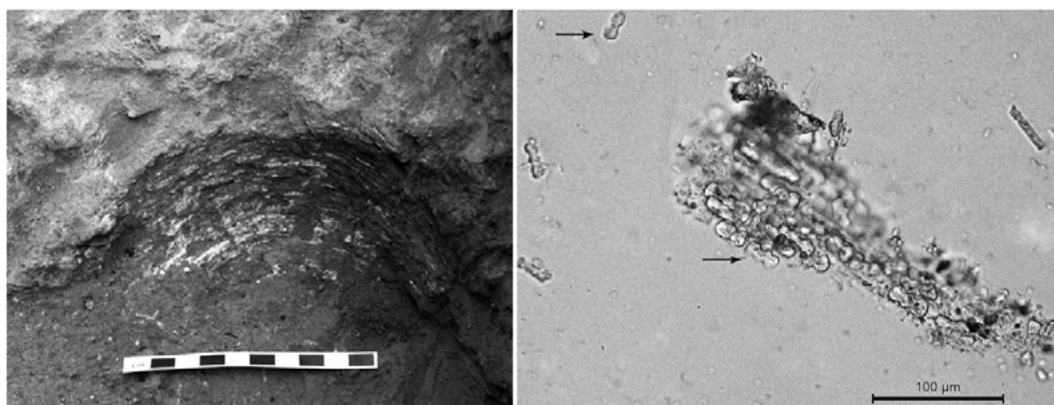


Figura 3. Fitolitos analizados en el yacimiento de Çatalhöyük (Turquía) (modificado de Wendrich/Ryan 2013).

Tomografía computarizada

La tomografía computarizada (CT), o más concretamente la microtomografía computarizada (micro-CT), es una técnica de imagen que utiliza rayos X para obtener imágenes detalladas de secciones transversales de un objeto de estudio (figura 4). En el contexto del estudio de las fibras vegetales, la CT (o micro-CT) puede ser de utilidad debido a su capacidad de crear imágenes tridimensionales detalladas de la estructura interna de las fibras sin dañar o alterar la muestra (Dierick *et al.* 2014; Andonova 2021).

Esta metodología puede utilizarse para identificar la estructura interna de las fibras, así como su morfología –tamaño, forma y estructura interna– y la variación de estas fibras a lo largo de la planta. El estado de degradación de las fibras también puede estudiarse mediante esta técnica, lo que aporta

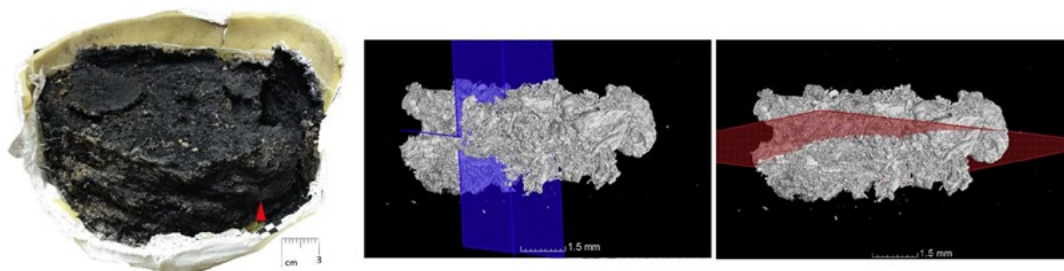


Figura 4. Imágenes micro-CT de materiales de cestería procedentes de Akrotiri (Grecia) (modificado de Andonova 2021).

información sobre la durabilidad de los materiales y cómo su estructura puede verse modificada bajo diferentes condiciones ambientales de preservación o tafonómicas.

Quimiotaxonomía

La quimiotaxonomía es el estudio de la correlación entre la química de las plantas y su clasificación taxonómica. En otras palabras, se basa en la idea de que diferentes especies, géneros o familias de plantas producen diferentes compuestos químicos. Estos perfiles químicos podrían ser utilizados para identificar y clasificar las especies vegetales (Ankanna/ Suhrulatha/Savithramma 2012; Singh 2016; Courel/Adam/Schaeffer 2019; Jardine *et al.* 2019).

En contexto arqueológico, esta técnica puede aplicarse para identificar los compuestos químicos presentes en las fibras que deferirán entre las plantas de origen. Al igual que la tomografía computarizada, permitiría obtener información sobre la degradación de los materiales y cómo puede cambiar su estructura bajo diferentes condiciones ambientales.

Es importante tener en cuenta que, aunque la quimiotaxonomía puede ser una buena herramienta en el estudio de las fibras vegetales arqueológicas, también tiene sus limitaciones, ya que la preservación de los compuestos químicos puede verse afectada por factores tafonómicos diversos como el tiempo, las condiciones de deposición y los procesos de preparación de las fibras por parte de los artesanos.

Proteómica

La proteómica es el estudio, a gran escala, de las proteínas, incluida su estructura, función e interacciones. En el contexto de las fibras vegetales arqueológicas, la proteómica puede utilizarse para identificar los vegetales de origen de las fibras y para obtener información sobre cómo se procesaron y utilizaron.

Las plantas producen una amplia variedad de proteínas, muchas de las cuales son específicas de ciertas especies, géneros o familias. Al analizar las proteínas presentes en las fibras vegetales, los investigadores pueden identificar su origen taxonómico. Es importante tener en cuenta que la proteómica es una técnica relativamente nueva en el campo de la arqueología y todavía se están desarrollando métodos y protocolos para su uso (Hendy *et al.* 2018).

Estudio de impresiones negativas

Debido al alto carácter perecedero de los materiales orgánicos como las fibras vegetales, es necesario buscar este tipo de registro en otro tipo de materiales. Las improntas que estos materiales han dejado sobre materiales no perecederos como la cerámica o arcillas son un ejemplo, y es una línea de investigación que se ha desarrollado con mayor interés en los últimos años (Andonova/Nikolov 2022).

Si bien es cierto que la técnica con la que se realizaron los objetos –cordelería y cestería– es relativamente sencilla (o posible) de describir, la identificación de las materias primas es algo más complejo a través del estudio de estos materiales. En este caso, a partir de la morfología y las medidas de las



Figura 5. Imprimas de cestería del yacimiento de Cova Fonda (Tarragona) (modificado de Romero-Brugués *et al.* 2021).

imprimas que dejan las fibras, se puede llegar a proponer una aproximación de las familias de vegetales que pudieron ser utilizadas, aunque no suelen ser resultados muy precisos.

Un ejemplo sería el trabajo realizado por Romero-Brugués *et al.* (2021) sobre las imprimas de cestería hechas en cerámica procedentes del yacimiento de la Edad de Bronce de Cova Fonda (Tarragona). El análisis determina que la totalidad de los objetos cesteros se confeccionaron con la técnica de espiral cosida y que se pudieron realizar mediante el uso de plantas monocotiledóneas como el junco, además del uso de corteza de dicotiledóneas (no determinadas) para el cosido de los mismos objetos (figura 5).

Análisis de cálculo dental

El cálculo dental es lo que se conoce como placa bacteriana calcificada. Para su producción es necesaria la presencia de saliva, por lo que se origina durante la vida del individuo e impide que haya inclusiones *post mortem*. Es justamente por este motivo que representa un material potencial de estudio en investigación arqueológica (Blatt *et al.* 2011; Hendy/Charlton/Radini 2013; Cristiani *et al.* 2016; Juhola *et al.* 2019).

En la matriz del cálculo pueden preservarse microfósiles de origen vegetal como pólenes, almidones, fitolitos, pero también fibras vegetales (figura 6). Estos microfósiles pueden proporcionar información sobre la dieta y las prácticas de higiene oral de las poblaciones antiguas, así como del uso de la dentición como herramienta (Sperduti *et al.* 2018; Lozano *et al.* 2020). Una vez estos materiales quedan atrapados en la matriz del cálculo, se conservan durante miles de años. Al analizar estas fibras, se puede obtener información sobre las plantas que se consumían y cómo se procesaban.

La identificación de las fibras vegetales en el cálculo dental es un trabajo complejo, debido a la pequeña cantidad de fibras presentes y a la posibilidad de contaminación. Por lo tanto, es importante tomar precauciones para evitar la contaminación de las muestras. Por ese motivo se llevan a cabo protocolos como el uso de equipamientos limpios y desinfectados para cada prueba, la manipulación cuidadosa de las muestras, la limpieza superficial de los depósitos de cálculo y muestras de control.

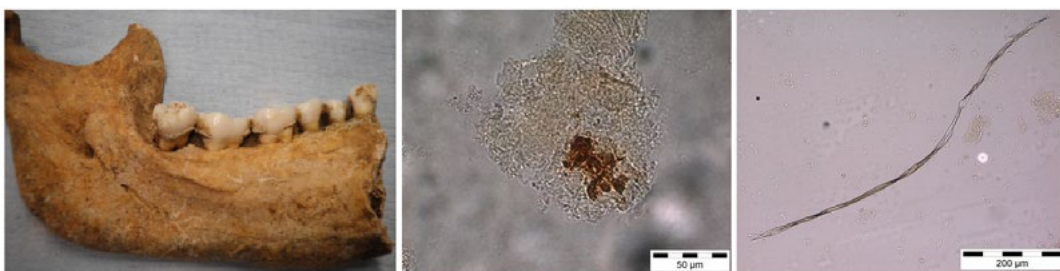


Figura 6. Análisis de las fibras encontradas dentro de matrices de cálculo dental (modificado de Hendy/Charlton/Radini 2013).

También es aconsejable desarrollar los análisis dentro de campanas de extracción, que evitan la entrada de agentes contaminantes del exterior. Aun así, es difícil controlar las fuentes de contaminación, por lo que los resultados del análisis de cálculo dental deben interpretarse con precaución.

Conclusiones

Las fibras vegetales tuvieron y tienen un papel crucial en las sociedades humanas desde sus orígenes, y se utilizan en una gran variedad de aplicaciones, desde la fabricación de ropa, cuerdas y cestos hasta la construcción de viviendas y embarcaciones. Esto evidencia el conocimiento de las sociedades prehistóricas sobre **cómo procesar y trabajar** estos materiales.

Existe una amplia variedad de fibras que se pueden extraer de diferentes partes de las plantas de distintas especies, pero también de especies arbóreas. Cada una de estas fibras tiene propiedades únicas que las hacen adecuadas para diferentes usos. El uso de estas fibras por parte de las poblaciones dependerá de su disponibilidad en el ambiente más cercano, así como su idoneidad a ser elegidas materia prima para la producción de útiles para los grupos humanos.

El conocimiento que tenemos sobre estas producciones en el pasado es limitado, debido a que, al tratarse de materia orgánica, desaparecen en la mayoría de los contextos arqueológicos. Su preservación está condicionada por las condiciones de conservación en los yacimientos y se materializan de manera excepcional cuando se dan situaciones de carbonización, desecación/deshidratación o saturación en agua. Esta infrarrepresentación en el registro arqueológico ha hecho que hayan sido materiales tradicionalmente marginados de la investigación arqueológica.

El hecho de que sean materiales tan escasos en el registro arqueológico hace necesaria la búsqueda de su presencia en otros materiales, aunque sean evidencias residuales de su existencia. Un ejemplo serían las impresiones en materiales duraderos –cerámica o arcilla– de las producciones directas, como cuerdas o cestos, o vestigios del procesado de las fibras inmersas en depósitos de cálculo dental. Aun así, en estos casos, el estudio de las fibras vegetales es complejo y los resultados no son demasiado precisos.

En este artículo se ha visto que hay diversidad de técnicas que pueden utilizarse para analizar las materias primas utilizadas en artesanías en fibras, como por ejemplo la microscopía (óptica y electrónica), el análisis de fitolitos, la microtomografía computarizada, la quimiotaxonomía y la proteómica, entre otras. Estas **técnicas** pueden proporcionar información valiosa sobre las fibras vegetales y su uso en la prehistoria. Sirven para identificar el origen de las fibras, pero también su estructura, y para entender cómo se procesaron para poder ser utilizadas. Si bien varias de ellas ya se han utilizado para el estudio de estos materiales, como se ha ido presentando con ejemplos de estudios a lo largo del trabajo, algunas de ellas podrían ser potencialmente útiles, pero falta explorar su utilidad para este objetivo.

A pesar de los avances en el estudio de las fibras vegetales, todavía hay mucho por desarrollar. Se necesita más investigación para entender completamente cómo se utilizaron las fibras vegetales en la prehistoria, cómo se seleccionaron y procesaron las plantas para obtener fibras y cómo estas prácticas variaron entre diferentes sociedades y periodos de tiempo. Se trata de una línea de la investigación arqueobotánica poco desarrollada hasta este momento que tiene un gran potencial de análisis, aunque cada vez más existen más proyectos de investigación que implican el estudio de estos materiales. Los resultados de estas investigaciones ayudarán a describir desde otro punto de vista el funcionamiento y la organización de las sociedades en el pasado, así como su relación con el ambiente.

Bibliografía

- Adovasio, J.M., Soffer, O., Page, J. 2008, *El sexo invisible: una nueva mirada a la historia de las mujeres*, Editorial Lumen, ISBN: 9788426416513.
- Alfaro Giner, C. 1984, *Tejido y cestería en la Península Ibérica. Historia de su técnica e industrias desde la prehistoria hasta la romanización*, Madrid, CSIC Instituto Español de Prehistoria, Bibliotheca Praehistorica Hispana; 21.
- Andonova, M. 2021, Ancient basketry on the inside: X-ray computed microtomography for non-destructive assessment of small archaeological monocotyledonous fragments: examples from Southeast Europe, *Heritage Science*, 9:158, DOI: 10.1186/s40494-021-00631-z.
- Andonova, M., Nikolov, V. 2022, Pots on mats: mat-impressed salt-extraction pottery at Chalcolithic Provadia-Solnitsata, Bulgaria, *Antiquity*, 96(358), 51-66, DOI: 10.15184/aqy.2021.145.
- Ankanna, S., Suhrlatha, D., Savithamma, N. 2012, Chemotaxonomical studies of some important monocotyledons, *Botany Research International*, 5(4), 90-96, DOI: 10.5829/idosi.bri.2012.5.4.501.
- Aura Tortosa, J. E., Pérez-Jordà, G., Carrión Marco, Y., Seguí Seguí, J. R., Jordà Pardo, J. F., Miret i Estruch, C., Verdascó Cebrián, C. C. 2019, Cordage, basketry and containers at the Pleistocene-Holocene boundary in southwest Europe. Evidence from Coves de Santa Maira (Valencian region, Spain), *Vegetation History and Archaeobotany*, 29, 581-594, DOI: 10.1007/s00334-019-00758-x.
- Bergfjord, C., Holst, B. 2010, A procedure for identifying textile bast fibers using microscopy: Flax, nettle/ramie, hemp and jute, *Ultramicroscopy*, 110(9), 1192-1197, DOI: 10.1016/j.ultramic.2010.04.014.
- Berihuete-Azorín, M., Lozovskaya, O., Herrero-Otal, M., Piqué Huerta, R. 2023, Fishing Nets and String at the Final Mesolithic and Early Neolithic Site of Zamostje 2, Sergiev Posad (Russia), *Open Archaeology*, 9(1), 20220283-11, DOI: 10.1515/oper-2022-0283
- Blatt, S. H., Redmond, B. G., Cassman, V., Sciulli, P. W. 2011, Dirty teeth and ancient trade: Evidence of cotton fibres in human dental calculus from Late Woodland, Ohio, *International Journal of Osteoarchaeology*, 21(6), 669-678, DOI: 10.1002/oa.1173.
- Borojevic, K., Mountain, R. 2013, Microscopic identification and sourcing of ancient Egyptian plant fibres using longitudinal thin sectioning, *Archaeometry*, 55(1), 81-112, DOI: 10.1111/j.1475-4754.2012.00673.x.
- Cacho, C., Papi, C., Sánchez-Barriga, A., Alonso, F., 1996, La cestería decorada de la Cueva de Los Murciélagos (Albuñol, Granada), *Complutum* 6 (1), 105-122.
- Courel, B., Adam, P., Schaeffer, P. 2019, The potential of triterpenoids as chemotaxonomic tools to identify and differentiate genuine, adulterated and archaeological balsams, *Microchemical Journal*, 147, 411-421, DOI: 10.1016/j.microc.2019.03.035.
- Cristiani, E., Radini, A., Edinborough, M., Boric, D. 2016, Dental calculus reveals Mesolithic foragers in the Balkans consumed domesticated plant foods, *PNAS*, DOI: 10.1073/pnas.1603477113.
- Dierick, M., Van Loo, D., Van den Bulcke, J., Van Acker, J., Cnudde, V., Van Hoorebeke, L. 2014, Recent micro-CT scanner development at UGCT. Nuclear Instruments and Methods, in *Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 324, 35-40, DOI: 10.1016/j.nimb.2013.10.051.
- Evert, R. F. 2006, *Esau's plant anatomy: meristems, cells and tissues of the plant body: their structure, function, and development*, 3rd edn, Hoboken, Wiley.
- FIBRANET – FIBRes in Ancient European Textiles. Grant agreement no. 745865, University of Copenhagen in 2017-2019, <https://netlearning.gr/fibranet/>.
- FRIL – Fiber Reference Image Library, Ohio State University, National Center for Preservation Training and Technology (NCPTT), <https://fril.osu.edu>.
- Gleba, M., Bretones-García, M. D., Cimarelli, C., Vera-Rodríguez, J. C., Martínez-Sánchez, R. M. 2021, Multidisciplinary investigation reveals the earliest textiles and cinnabar-coloured cloth in Iberian Peninsula, *Science Reports*, 11, 21918.
- Haugan, E., Holst, B. 2013, Determining the fibrillar orientation in bast fibres using polarized light microscopy: the modified Herzog test (red plate test) explained, *Journal of Microscopy*, 252(2), 159-168, DOI: 10.1111/jmi.12079.
- Haugan, E., Holst, B. 2014, Flax look-alikes: pitfalls of ancient plant fibre identification, *Archaeometry*, 56(6), 951-960, DOI: 10.1111/arcm.12054.

- Hendy, J., Charlton, S., Radini, A. 2013, Ancient dental plaque: an unexpected journey into the past, *The Post Hole*, Issue; 29.
- Hendy, J., Welker, F., Demarchi, B., Speller, C., Warinner, C., Collins, M. J. 2018, A guide to ancient protein studies, *Nature: ecology and evolution*, 2, 791-799, DOI: 10.1038/s41559-018-0510-x.
- Herrero-Otal, M., Romero-Brugués, S., Piqué Huerta, R. 2021, Plants used in basketry production during the Early Neolithic in the north-eastern Iberian Peninsula, *Vegetation History and Archaeobotany*, DOI: 10.1007/s00334-021-00826-1.
- Herrero-Otal, M., Romero-Brugués, S., Piqué Huerta, R., Homs, A., De Diego, M., Palomo, A. 2023, Describing the neolithic cord production process: Raw materials, techniques and experimental archaeology in La Draga (Girona, Spain; 5207-4862 cal BC), *Journal of Archaeological Science: Reports*, 50, 104092, DOI: 10.1016/j.jasrep.2023.104092.
- Hurcombe, L. 2014, *Perishable material culture in Prehistory: Investigating the missing majority*, Routledge, ISBN: 9780415537933.
- Jardine, P. E., Gosling, W. D., Lomax, B. H., Julier, A. C., M., Fraser, W. T. 2019, Chemotaxonomy of domesticated grasses: a pathway to understanding the origins of agricultura, *Journal of Micropalaeontology*, 38, 83-95, DOI: 10.5194/jm-38-83-2019.
- Juhola, T., Henry, A. G., Kirkinen, T., Laakkonen, J., Väilirante, M. 2019. Phytoliths, parasites, fibers, and feathers from dental calculus and sediment from Iron Age Luistari cemetery, Finland, *Quaternary Science Reviews*, 222, 105888, DOI: 10.1016/j.quascirev.2019.105888.
- Kuoni B. 1981, *Cestería tradicional ibérica*, Barcelona, Ediciones del Serbal, ISBN: 8485800117.
- Lozano, M., Jiménez-Brobeil, S. A., Willman, J. C., Sánchez-Barba, L. P., Molina, F., Rubio, A. 2020, Argaric craftswomen: Sex-based division of labor in the Bronze Age southeastern Iberia, *Journal of Archaeological Science*, DOI: 10.1016/j.jas.2020.105239.
- Lukešová, H., Palau, A.S., Holst, B. 2017, Identifying plant fibre textiles from Norwegian Merovingian Period and Viking Age graves: The Late Iron Age Collection of the University Museum of Bergen, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13, 281-285, DOI: 10.1016/j.jasrep.2017.03.051
- Lukesová, H., Holst, B. 2021, Is cross-section shape a distinct feature in plant fibre identification?, *Archaeometry*, 63(1), 216-226, DOI: 0.1111/arc.12604.
- Martínez-Sevilla, F., Herrero-Otal, M., Martín-Seijo, M., Santana, J., Lozano Rodríguez, J.A., Maicas Ramos, R., Cubas, M., Homs, A., Martínez Sánchez, R. M., Bertin, I., Barroso Bermejo, R., Bueno Ramírez, P., de Balbín Behrmann, R., Palomo Pérez, A., Álvarez-Valero, A. M., Peña-Chocarro, L., Muriillo-Barroso, M., Fernández-Domínguez, E., Altamirano-García, M., Pardo-Martínez, R., Iriarte-Cela, M., Carrasco Rus, J. L., Alfaro Giner, C., Piqué Huerta, R., The earliest basketry in Southern Europe: hunter-gatherer and first farmers plant-based technology preserved in the Cueva de los Murciélagos (Albuñol, Spain), *Science Advances*, vol. 9, Iss.; 39, DOI: 10.1126/sciadv.adi3055.
- Mineo, M., Mazzucco, N., Rottoli, M., Remolins, G., Caruso-Fermé, L., Gibaja, J. F. 2023, Textiles, basketry and cordage from the Early Neolithic settlement of La Marmotta, Lazio, *Antiquity*, 97, 314-330.
- Molina, F., Rodríguez-Ariza, M. O., Jiménez, S., Botella, M. 2003, La sepultura 121 del yacimiento argárico de El Castellón Alto (Galera, Granada), *Trabajos de Prehistoria*, 60:1, 153-158.
- Rast-Eicher, A., Karg, S., Bender Jørgensen, L. 2021, The use of local fibres for textiles at Neolithic Çatalhöyük, *Antiquity*, 1-16, DOI: 10.15184/aqy.2021.89.
- Romero-Brugués, S., Piqué Huerta, R., Herrero-Otal, M. 2021a, The basketry at the early Neolithic site of La Draga (Banyoles, Spain), *Journal of Archaeological Sciences: Reports*, 35, 102692, DOI: 10.1016/j.jasrep.2020.102692.
- Romero-Brugués, S., Herrero-Otal, M., Piqué, R., Rosillo, R., Terradas, X., López-Bultó, O., Berrocal-Barberà, A., Palomo, A. 2021b, Los implementos elaborados con fibras vegetales del neolítico antiguo de Coves del Fem, Ulldemolins (Tarragona), *Munibe*, 72, 43-56, DOI: 10.21630/maa.2021.72.14.
- Ryan, P. 2011, Plants as material culture in the Near Eastern Neolithic: Perspectives from the silica skeleton artifactual remains at Çatalhöyük, *Journal of Anthropological Archaeology*, 30, 292-305, DOI: 10.1016/j.jaa.2011.06.002.
- Singh, R. 2016, Chemotaxonomy: a tool for plant classification, *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(2), 90-93.
- Sperduti, A., Giuliani, M. R., Guida, G., Petrone, P. P., Rossi, P. F., Vaccaro, S., Frayer, D. W. Bondioli, L. 2018, Tooth grooves, occlusal striations, dental calculus, and evidence for fiber processing in an

- Italian eneolithic/bronze age cemetery, *American Journal of Physical Anthropology*, 1-10, DOI: 10.1002/ajpa.23619.
- Suomela, J. A., Vajanto, K., Räisänen, R. 2018, Seeking nettle textiles – Utilizing a combination of microscopic methods for fibre identification, *Studies in Conservation*, 63(7), 412-422, DOI: 10.1080/00393630.2017.1410956.
- Vydal, G., Hormazábal, S. 2016, *Las fibras vegetales y sus aplicaciones. Innovación en su generación a partir de la depuración de agua*, Chile, Universidad de Concepción.
- Wendrich, W., Ryan, P. 2013, Phytoliths and basketry materials at Çatalhöyük (Turkey): Timelines of growth, harvest and objects life histories, *Paléorient*, 38, 55-63, DOI: 10.3406/paleo.2012.5458.