



# Tècniques analítiques per a l'estudi de les fibres vegetals com a primera matèria. Propostes metodològiques

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 infrarrepresentación 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

---

## Introducció

### Fibres vegetals i classificació

Les fibres vegetals són conjunts de cèl·lules associades a funcions de sustentació i al transport d'aigua i nutrients a través de les estructures de les plantes. La seva composició es basa en concentracions variables de lignina i cel·lulosa, cosa que els confereix diferents, com durabilitat, flexibilitat o resistència (Vydal/Hormozábal 2016).

Es tracta d'elements que s'han utilitzat des de la prehistòria per confeccionar objectes amb diferents funcions, per la qual cosa han estat presents a la vida quotidiana de les poblacions humanes des dels seus orígens fins a l'actualitat (Kuoni 1981). Aquests materials han ocupat un lloc privilegiat a la cultura material de les poblacions de tot el món, ja que han constituït una matèria primera bàsica per a la manufactura de gran varietat d'utensilis d'usos molt variats en forma de corderia, cistelleria, calçat i teixits, entre altres (Adovasio/Soffer/Page 2008; Hurcombe 2014).

L'origen de les fibres vegetals és natural i s'extreuen d'una gran varietat de plantes vasculares –aquestes que presenten un teixit especialitzat en el transport d'aigua i nutrients anomenat teixit vascular–, malgrat que no totes són vàlides per extraure'n fibra. Per entendre la classificació dels organismes vegetals, les plantes vasculares es divideixen en dos grups, depenent de si presenten flor, el grup de les anomenades gimnospermes (sense flor) i el de les angiospermes (amb flor). Les segones, al seu torn, es divideixen en monocotiledònies i dicotiledònies, segons el nombre de fulles naixents a la llavor més basal. En plantes madures i des d'un punt de vista més histològic, observem que les monocotiledònies presenten un creixement primari i no són llenyoses. En un tall transversal de la tija o fulla de la planta, s'observen els feixos vasculares individualitzats entre ells i repartits per tota la tija. En el cas de les dicotiledònies, s'observa la reorganització del teixit vascular en forma d'un anell al voltant de la tija, que s'origina durant el creixement secundari que pateixen. Mitjançant aquest creixement desenvolupen el que coneixem com l'escorça, per la qual cosa són el que comunament anomenem plantes llenyoses (Evert 2006).

Com ja hem esmentat, es pot extreure fibra vegetal de diferents famílies, però també de diferents parts de la planta. Es poden obtenir de les fulles, les tiges, les llavors, els fruits i fins i tot de les arrels, i es poden classificar segons aquest origen.

També es diferencien en dos grans grups en funció de les característiques físiques, tècniques i químiques: fibres dures i fibres toves. Les fibres dures són principalment les fulles de monocotiledònies com l'espart (*Stipa tenacissima*), la iuca (*Yucca* sp.) o el sisal (*Agave* sp.), així com les juncies (família Cyperaceae). L'ús d'aquestes fibres s'ha centrat sobretot en la producció de corderia, cistelleria i calçat. D'altra banda, les fibres toves es troben bàsicament a les tiges de dicotiledònies, entre les quals s'inclouen el lli (*Linum usitatissimum*), el jute (*Corchorus capsularis*), el cànem (*Cannabis sativa*) o l'ortiga (*Urtica* sp.), i es coneixen com a fibres liberianes o *bast fibres* en anglès. Es tracta de fibres

que requereixen un processament més costós i elaborat que el de les monocotiledònies. S'han utilitzat principalment per a la producció de teixits, útils per a vestimentes.

Aquesta classificació depèn del punt de vista de l'artesà, ja que també es consideren fibres vegetals les branques joves de diferents arbres com el salze (*Salix* sp.), que és el que coneixem com vímet, l'avellaner (*Corylus avellana*), les fibres liberianes del til·ler (*Tilia* sp.) o les tiges de la canya, com l'*Arun-do donax* o el *Phragmites australis*.

### El registre de fibres vegetals a arqueologia

Els objectes fets amb fibres vegetals són poc freqüents en el registre arqueològic i la seva conservació tan sols es dona en condicions de preservació molt concretes, com la carbonització, la deshidratació o la saturació en aigua. És per això que el coneixement que tenim actualment sobre aquestes produccions en el passat és parcial i es restringeix a unes àrees geogràfiques i cronologies concretes. Aquesta manca de registre és perquè es tracta d'una cultura perible, i es postula que, en el passat, la seva presència havia de ser molt més gran que el registre que en conservem (Hurcombe 2014).

A tall d'exemple, al sud d'Europa, hi ha alguns casos de cistelleria i corderia. Les restes més antigues són les restes mesolítiques de les Coves de Santa Maira (Alacant; ca. 11200-8200 cal BC), que corresponen a tres fragments de cordes d'espart carbonitzades (Aura Tortosa *et al.* 2019); el conjunt d'objectes d'espart mesolític i neolític procedents de la Cueva de los Murciélagos (Granada; 7986-3740 cal BC) (Martínez-Sevilla *et al.* 2023) conservats per dessecació, i les restes del neolític antic recuperades en condicions de saturació en aigua del jaciment de La Marmotta (ca. 5840-5010 cal BC; Itàlia) (Mineo *et al.* 2023) i el conjunt de cistelleria i corderia fet de monocotiledònies i dicotiledònies del jaciment de La Draga (Girona; 5207-4862 cal BC) (Herrero-Otal/Romero-Brugués/Piqué 2021; Romero-Brugués/Piqué/Herrero-Otal 2021a). Un altre exemple són les restes de ciperàcies de les Coves del Fem (Tarragona; 6065-4545 cal BC) conservades per carbonització i dessecació (Herrero-Otal/Romero-Brugués/Piqué 2021; Romero-Brugués *et al.* 2021b).

Tot i així, a causa del predomini d'un clima semiàrid a la península Ibèrica, la major part del registre de fibres que es conserva és a la regió sud-est, per dessecació dels materials. És a partir del calcolític i l'edat del bronze que els jaciments en què apareix el registre de fibres vegetals són una mica més representatius. Alguns exemples d'aquest registre són els fragments tèxtils de lli procedents de la Cueva de Peñacalera (Còrdova; ca. 3462-3163 cal BC) (Gleba *et al.* 2021), o els objectes recuperats a Cabezo Redondo (Alacant, 2429-2065 cal BC), Ifré (Almeria, 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 altres.

## Tècniques d'anàlisi

### Les col·leccions de referència o catàleg d'espècies: la base de tota anàlisi

Tot i que hi ha diversitat de tècniques per estudiar les fibres vegetals com a matèria primera per a la fabricació d'estris, una part fonamental de l'estudi –igual que passa en altres branques de la investigació arqueobotànica– és la creació d'una col·lecció de referència. Es tracta de material modern que permet comparar les restes arqueològiques amb espècies actuals i així plantejar-ne possibles identifications. El material de referència ha de ser específic per als materials d'estudi i ha de tenir en compte la cronologia i el lloc de procedència. En aquest sentit, les col·leccions de referència per a l'estudi de fibres vegetals utilitzades com a matèries primeres han d'incloure espècies que s'utilitzin en artesanies d'aquest tipus. Així doncs, els estudis etnogràfics i el coneixement popular són clau, a més d'altres anàlisis arqueobotàniques prèvies de la zona d'estudi, si n'hi ha.

La col·lecció de referència a la península Ibèrica, durant la prehistòria i protohistòria, per a l'ús de fibres vegetals en artesanies diverses inclouria plantes com les juncies, l'espart i altres cereals quant a les monocotiledònies i també el til·ler, l'avellaner, el salze, l'ortiga, el lli i el cànem pel que fa a les dicotiledònies. L'anàlisi dels materials de referència és una feina continuada, ja que es va ampliant a mesura que es va desenvolupant l'estudi, a més d'anar acompanyades de literatura especialitzada. Hi ha col·

leccions de referència publicades en línia i d'accés lliure, com són la *Fiber Reference Image Library* (FRIL), liderada per l'*Ohio University* ([fril.osu.edu](http://fril.osu.edu)), o la *Fibres in Ancient European Textils* (FIBRANET), creada pel *Centre for Textil Research* de la *Københavns Universitet* ([netlearning.gr/fibranet](http://netlearning.gr/fibranet)).

Com s'ha comentat anteriorment, hi ha diferents tècniques d'anàlisi que permeten conèixer la matèria primera que s'ha utilitzat per a la producció d'utensilis de fibres vegetals. L'ús d'aquestes metodologies d'anàlisi depèn de diferents aspectes. Alguns estan relacionats directament amb la mostra –l'estat de preservació i conservació dels materials–, la possibilitat de mostreig i destrucció de la mostra. A més, depèn de l'objectiu de l'estudi, de com es desenvoluparà i de l'accessibilitat a infraestructures. El gran ventall de tècniques pot abastar des de les més accessibles per a la majoria dels investigadors i laboratoris, fins a les anàlisis més complexes, que requereixen instal·lacions més sofisticades i específiques. Aquestes tècniques no són excloents entre elles i és interessant poder aplicar-ne diverses per aconseguir resultats més detallats o encertats.

A continuació, es presenten diferents metodologies que s'han utilitzat al llarg de la investigació arqueològica per a l'estudi de les matèries primeres dels objectes manufacturats amb fibres vegetals, o d'altres que podrien tenir aplicació en aquest aspecte de la investigació arqueològica.

### Microscòpia òptica i electrònica

La microscòpia –òptica i electrònica– és la tècnica més utilitzada per identificar matèries primeres. El que esperem veure són fulles o tiges de plantes que s'han fet servir per elaborar objectes. Això ens permet veure característiques histològiques del tall transversal i de l'epidermis. Al tall transversal veurem principalment la disposició i característiques del teixit vascular (xilema i floema), acompanyat de les fibres d'esclerenquima, juntament amb el teixit parenquimàtic, entre altres. A l'observació de l'epidermis observarem les cèl·lules epidèrmiques i els estomes, involucrats en la transpiració cel·lular. Les identifikacions i descripcions histològiques es basaran en la comparació amb col·leccions de referència de materials moderns que s'han comentat anteriorment i amb bibliografia especialitzada en fisiologia i histologia vegetal.

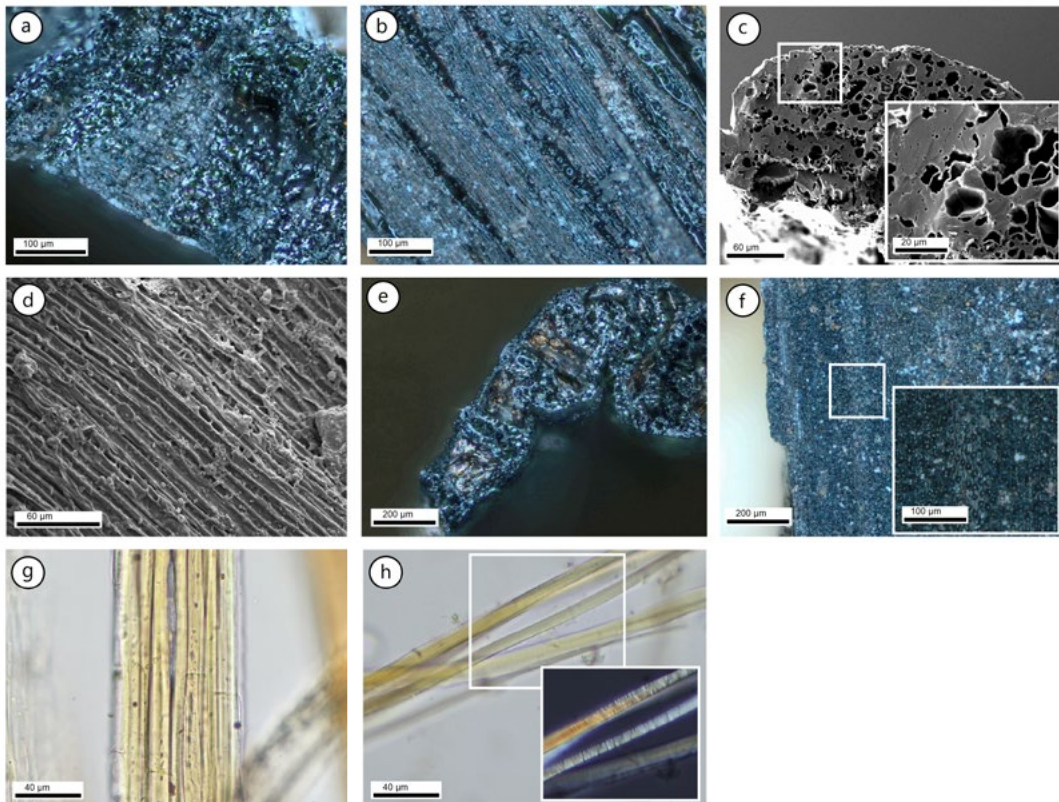


Figura 1. Ús de microscòpia òptica i electrònica per a la identificació de fibres de monocotiledònies (a-f) i bast fibres (g, h) (extreta d'Herrero-Otal et al. 2023).



A tall d'exemple, aquesta metodologia va permetre identificar tres famílies de monocotiledònies (Poaceae, Cyperaceae i Typhaceae) i de dicotiledònies com el til·ler (*Tilia* sp.) i l'ortiga (*Urtica* sp.) per a la confecció de cistells i cordes al jaciment neolític de La Draga (5207–4862 cal BC; Banyoles, Girona). A més, es va identificar la selecció del til·ler per confeccionar una part concreta dels cistells i per produir cordes, juntament amb l'ortiga (figura 1) (Herrero-Otal/Romero-Brugués/Piqué 2021; Herrero-Otal *et al.* 2023). Diversos autors combinen la microscòpia òptica amb l'electrònica. Aquesta tècnica és vàlida per a l'anàlisi de restes carbonitzades, però en el cas de materials saturats en aigua es fa més complex, ateses les condicions de buit a què treballen aquests dispositius, com les restes de xarxes de pesca –probablement d'ortiga– del jaciment mesolític de Zamostje II (Rússia) (Berihuete-Azorín *et al.* 2023). Altres exemples de l'ús de la microscòpia òptica i electrònica són els treballs de Borojevic i Mountain (2013) i Martínez-Sevilla *et al.* (2023) per a restes dessecades, els d'Aura Tortosa *et al.* (2019) per a restes carbonitzades i els de Romero-Brugués *et al.* (2022) per a restes dessecades i carbonitzades. Tot i així, l'ús de la microscòpia té certa limitació, i és que en molts casos les característiques anatòmiques se solapen entre espècies d'una mateixa família o gènere, cosa que dificulta la identificació dels materials. Això també passa entre les fibres liberianes, que, com s'ha comentat amb anterioritat, són aquelles que provenen de la part interna de l'escorça de plantes dicotiledònies. Les característiques que comparteixen les fibres catalogades com a *bast fibres* fa que la seva determinació sigui complexa, malgrat que s'han descrit algunes proves per poder identificar-les, com la prova d'Herzog.

La prova d'Herzog (*Herzog test* o *Red Plate test*) és una prova empírica per determinar l'orientació fibril·lar de l'estructura interna de les fibres liberianes mitjançant l'ús d'un microscopi òptic acoblat a un filtre de llum polaritzada (figura 2). Diferències a l'orientació permeten diferenciar la planta d'origen, com ara el cànem del lli. Altres investigadors estudien les seccions transversals de les *bast fibres*, tot i que cap es postula com l'únic mètode d'identificació (Lukesová/Holst 2021). Els darrers treballs ressalten la necessitat de combinar diferents proves per millorar-ne la identificació, malgrat que es podria estendre a la determinació de fibres en general (Bergfjord/Holst 2010; Haugan/Holst 2013; Haugan/Holst 2014; Suomela/Vjanto/Räisänen 2018).

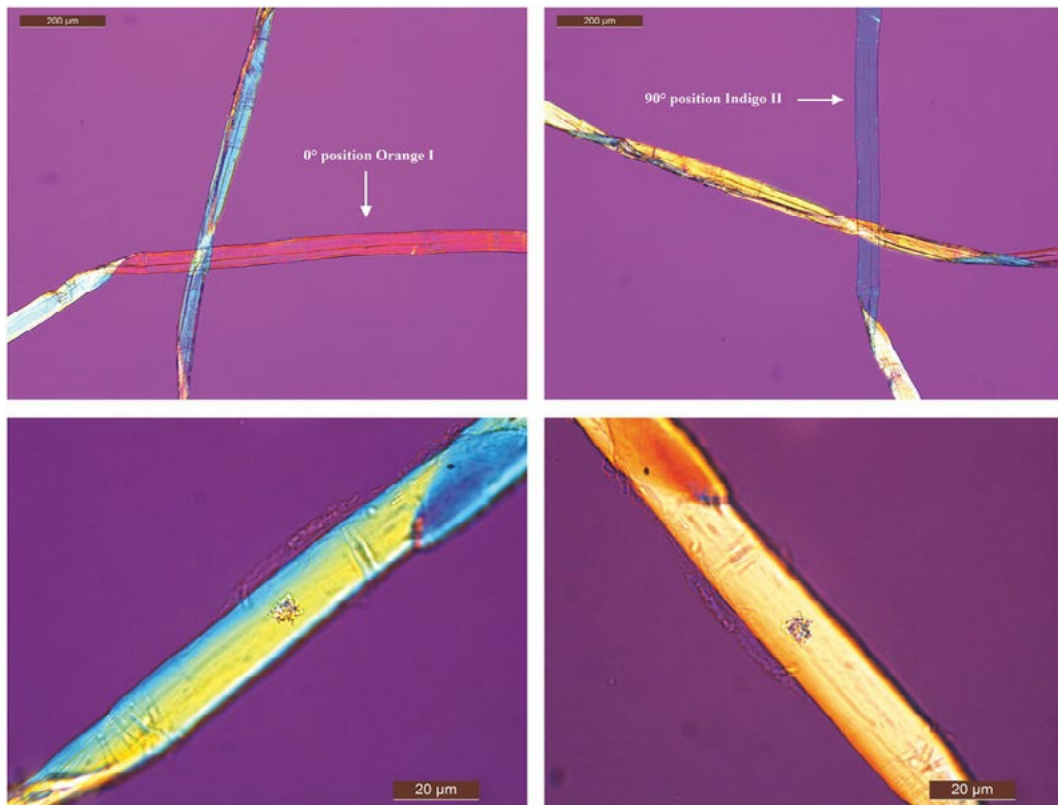


Figura 2. Prova d'Herzog basada en la polarització de la llum en microscòpia òptica (extret de Lukesová *et al.* 2018).

El desenvolupament continu de tècniques aplicables a la identificació de fibres fa que en els darrers anys s'hagin anat actualitzant treballs antics. Un exemple és el cas dels teixits de Çatalhöyük (Turquia), identificats com a lli o llana al principi, però recentment determinats com a fibres extretes de l'escorça de roure (*Quercus* sp.) i fulles de gramínies (*Poaceae*/*Gramineae*) (Rast-Eicher/Karg/Bender 2021). Aquest treball ressalta que el liber dels arbres s'ha passat per alt en la identificació de les fibres, a excepció d'algunes espècies, com ara el til·ler, sobretot al nord d'Europa.

### Anàlisi de fitòlits

L'anàlisi de fitòlits relacionats amb les fibres juntament amb la dels sediments, estructures, sitges i forns també proporciona informació sobre fibres que no s'han conservat. Ryan (2011) i Wendrich i Ryan (2013) analitzen els fitòlits relacionats amb estructures tipus sitja al jaciment de Çatalhöyük (Turquia) (figura 3). Aquestes investigadores determinen que es van fer servir fins a quatre espècies vegetals diferents per a la fabricació d'estrils domèstics fets de fibres vegetals, i que van ser reutilitzats en contextos funeraris. Les autores adverteixen de la problemàtica de l'anàlisi de fitòlits per a l'estudi d'aquests materials, i és que algunes de les plantes usades produeixen pocs fitòlits, com les dicotiledònies, per la qual cosa és possible que hi hagi una infrarepresentació dels objectes fets de fibres mitjançant aquest anàlisi.

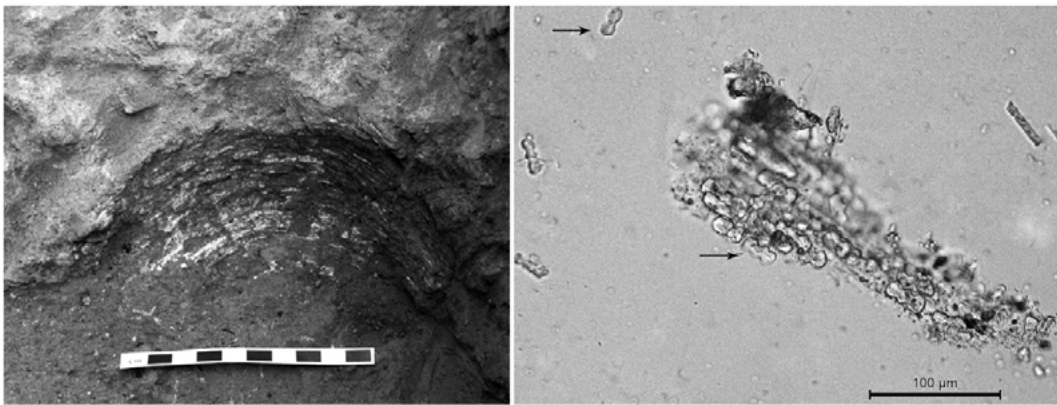


Figura 3. Fitòlits analitzats al jaciment de Çatalhöyük (Turquia) (modificat de Wendrich/Ryan 2013).

### Tomografia computeritzada

La tomografia computeritzada (CT), o més concretament la microtomografia computeritzada (micro-CT), és una tècnica d'imatge que utilitza raigs X per obtenir imatges detallades de seccions transversals d'un objecte d'estudi (figura 4). En el context de l'estudi de les fibres vegetals, la CT (o micro-CT) pot ser útil per la seva capacitat de crear imatges tridimensionals detallades de l'estructura interna de les fibres sense danyar o alterar la mostra (Dierick *et al.* 2014 ; Andonova 2021). Aquesta metodologia es pot utilitzar per identificar l'estructura interna de les fibres, així com la morfologia –mida, forma i estructura interna– i la variació d'aquestes fibres al llarg de la planta. L'estat de degradació de les fibres també es pot estudiar mitjançant aquesta tècnica, que aporta informació sobre la durabilitat dels materials i com la seva estructura es pot veure modificada sota diferents condicions ambientals de preservació o tafonòmiques.

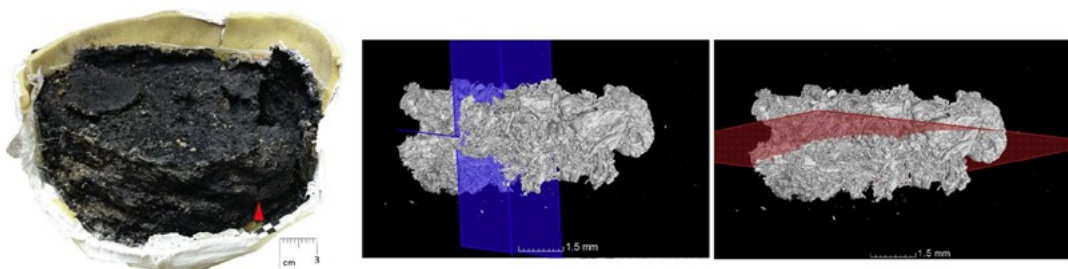


Figura 4. Imatges micro-CT de materials de cistelleria procedents d'Akrotiri (Grècia) (modificat d'Andonova 2021).

### Quimiotaxonomia

La quimiotaxonomia és l'estudi de la correlació entre la química de les plantes i la seva classificació taxonòmica. En altres paraules, es basa en la idea que diferents espècies, gèneres o famílies de plantes produeixen diferents compostos químics. Aquests perfils químics podrien ser utilitzats per identificar i classificar les espècies vegetals (Ankanna/ Sührulatha/Savithramma 2012; Singh 2016; Courel/Adam/Schaeffer 2019; Jardine *et al.* 2019).

En context arqueològic, aquesta tècnica es pot aplicar per identificar els compostos químics presents en les fibres que deferiran entre les plantes d'origen. Igual que la tomografia computeritzada, permet obtenir informació sobre la degradació dels materials i com pot canviar la seva estructura sota diferents condicions ambientals.

És important tenir en compte que, malgrat que la quimiotaxonomia pot ser una bona eina en l'estudi de les fibres vegetals arqueològiques, també té limitacions, ja que la preservació dels compostos químics es pot veure afectada per factors tafonòmics diversos com el temps, les condicions de deposició i els processos de preparació de les fibres per part dels artesans.

### Proteòmica

La proteòmica és l'estudi, a gran escala, de les proteïnes, inclosa la seva estructura, funció i interaccions. En el context de les fibres vegetals arqueològiques, la proteòmica es pot utilitzar per identificar els vegetals d'origen de les fibres i per obtenir informació sobre com es van processar i utilitzar.

Les plantes produeixen una àmplia varietat de proteïnes, moltes de les quals són específiques de certes espècies, gèneres o famílies. En analitzar les proteïnes presents a les fibres vegetals, els investigadors poden identificar-ne l'origen taxonòmic. És important tenir en compte que la proteòmica és una tècnica relativament nova en el camp de l'arqueologia i encara s'estan desenvolupant mètodes i protocols per utilitzar-la (Hendy *et al.* 2018).

### Estudi d'impressions negatives

A causa de l'alt caràcter perible dels materials orgànics com les fibres vegetals, és necessari cercar aquest tipus de registre en un altre tipus de materials. Les empremtes que aquests materials han deixat sobre materials no peribles com la ceràmica o argiles n'és un exemple, i és una línia de recerca que s'ha desenvolupat amb més interès en els darrers anys (Andonova/Nikolov 2022).

Si bé és cert que la tècnica amb què es van fer els objectes –corderia i cistelleria– és relativament senzilla (o possible) de descriure, la identificació de les matèries primeres és una mica més complexa a través de l'estudi d'aquests materials. En aquest cas, a partir de la morfologia i de les mesures de les empremtes que deixen les fibres es pot arribar a proposar una aproximació de les famílies de vegetals que es van utilitzar, tot i que no solen ser resultats molt precisos.

Un exemple seria la feina feta per Romero-Brugués *et al.* (2021) sobre les empremtes de cistelleria fetes en ceràmica procedents del jaciment de l'edat de bronze de la Cova Fonda (Tarragona). L'anàlisi



Figura 5. Empremites de cistelleria del jaciment de Cova Fonda (Tarragona) (modificat de Romero-Brugués *et al.* 2021).

determina que la totalitat dels objectes cistellers es van confeccionar amb la tècnica d'espiral cosida i que es van poder fer mitjançant l'ús de plantes monocotiledònies com el jonc, a més de l'ús d'escorça de dicotiledònies (no determinades) per cosir els objectes (figura 5).

### Anàlisi de càlcul dental

El càlcul dental és el que es coneix com a placa bacteriana calcificada. Per a la seva producció és necessària la presència de saliva, per la qual cosa s'origina durant la vida de l'individu i impedeix que hi hagi inclusions *post mortem*. És justament per aquest motiu que representa un material potencial d'estudi en recerca arqueològica (Blatt *et al.* 2011; Hendy/Charlton/Radini 2013; Cristiani *et al.* 2016; Juhola *et al.* 2019).

A la matriu del càlcul es poden preservar microfòssils d'origen vegetal, com pòl·lens, midons, fitòlits, però també fibres vegetals (figura 6). Aquests microfòssils poden proporcionar informació sobre la dieta i les pràctiques d'higiene oral de les poblacions antigues, així com sobre l'ús de la dentició com a eina (Sperduti *et al.* 2018; Lozano *et al.* 2020). Un cop aquests materials queden atrapats a la matriu del càlcul, es conserven durant milers d'anys. En analitzar aquestes fibres, es pot obtenir informació sobre les plantes que es consumien i com es processaven.

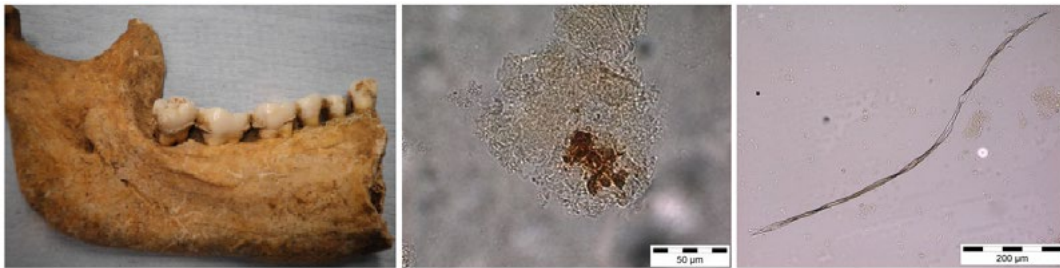


Figura 6. Anàlisi de les fibres trobades dins de matrius de càlcul dental (modificat d'Hendy/Charlton/Radini 2013).

La identificació de les fibres vegetals en el càlcul dental és un treball complex, atesa la petita quantitat de fibres presents i la possibilitat de contaminació. Per tant, és important prendre precaucions per evitar la contaminació de les mostres. Per aquest motiu es duen a terme protocols com l'ús d'equipaments nets i desinfectats per a cada prova, la manipulació acurada de les mostres, la neteja superficial dels dipòsits de càlcul i mostres de control. També és aconsellable desenvolupar les anàlisis dins de campanes d'extracció, que eviten l'entrada d'agents contaminants de l'exterior. Tot i així, és difícil controlar les fonts de contaminació, per la qual cosa els resultats de l'anàlisi de càlcul dental s'han d'interpretar amb precaució.

### Conclusions

Les fibres vegetals van tenir i tenen un paper crucial a les societats humanes des dels seus orígens, i es fan servir en una gran varietat d'aplicacions, des de la fabricació de roba, cordes i cistells fins a la construcció d'habitatges i embarcacions. Això evidencia el coneixement que les societats prehistòriques tenien sobre com processar i treballar aquests materials.

Hi ha una àmplia varietat de fibres que es poden extreure de diferents parts de les plantes de diferents espècies, però també d'espècies arbòries. Cadascuna d'aquestes fibres té propietats úniques que les fan adequades per a diferents usos. L'ús d'aquestes fibres per part de les poblacions depèn de la disponibilitat que hi hagi a l'ambient més proper, així com de la seva idoneïtat per ser elegides matèria primera per a la producció d'estrís per als grups humans.

El coneixement que tenim sobre aquestes produccions en el passat és limitat pel fet que, com que es tracta de matèria orgànica, desapareixen en la majoria dels contextos arqueològics. La seva preservació està condicionada per les condicions de conservació als jaciments, i es materialitzen de manera excepcional quan es donen situacions de carbonització, dessecació/deshidratació o saturació en



aigua. Aquesta infrarepresentació al registre arqueològic ha fet que hagin estat materials tradicionalment marginats de la investigació arqueològica.

El fet que siguin materials tan escassos al registre arqueològic fa necessària la recerca de la seva presència en altres materials, encara que siguin evidències residuals de la seva existència. Un exemple són les impressions en materials duradors –ceràmica o argila– de les produccions directes, com cordes o cistells, o vestigis del processament de les fibres immerses en dipòsits de càlcul dental. Tot i així, en aquests casos, l'estudi de les fibres vegetals és complex i els resultats no són gaire precisos.

En aquest article s'ha vist que hi ha diversitat de tècniques que es poden utilitzar per analitzar les matèries primeres utilitzades en artesanies en fibres, com ara la microscòpia (òptica i electrònica), l'anàlisi de fitòlits, la microtomografia computeritzada, la quimiotaxonomia i la proteòmica, entre altres. Aquestes tècniques poden proporcionar informació valuosa sobre les fibres vegetals i el seu ús a la prehistòria. Serveixen per identificar l'origen de les fibres, però també per conèixer-ne l'estructura i entendre com es van processar per poder ser utilitzades. Si bé diverses d'aquestes tècniques ja s'han utilitzat per a l'estudi d'aquests materials, com s'ha anat presentant amb exemples d'estudis al llarg del treball, algunes d'elles podrien ser potencialment útils, però cal explorar-ne la utilitat per a aquest objectiu.

Tot i els avenços en l'estudi de les fibres vegetals, encara hi ha molts aspectes per desenvolupar. Cal més investigació per entendre completament com es van utilitzar les fibres vegetals a la prehistòria, com es van seleccionar i processar les plantes per obtenir fibres i com aquestes pràctiques van variar entre diferents societats i períodes de temps. Es tracta d'una línia de la recerca arqueobotànica poc desenvolupada fins aquest moment que té un gran potencial d'anàlisi, tot i que cada cop hi ha més projectes de recerca que impliquen l'estudi d'aquests materials. Els resultats d'aquesta recerca ajudaran a descriure des d'un altre punt de vista el funcionament i l'organització de les societats en el passat, així com la seva relació amb l'ambient.

## Bibliografia

- 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., Verdasco 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.