

Metodología integral para la identificación de fibras liberianas de lino y cáñamo en los soportes de pinturas novohispanas

Comprehensive Methodology for the Identification of Liberian Flax and Hemp Fibers in the Supports of New Spanish Paintings

DOI: 10.30763/Intervencion.272.v2n26.51.2022 · AÑO 13, NÚMERO 26: 105-153 · YEAR 13, ISSUE NO. 26: 105-153

Postulado/Submitted: 08.12.2021 · Aceptado/Accepted: 18.01.2023 · Publicado/Published: 18.09.2023

Ana Laura Avelar-Carmona

Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRYM), Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México

analaura_avelar@inah.gob.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9971-9239>

Victor Santos Vázquez

Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural (CNCPC), Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México

victor_santos@inah.gob.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9747-1620>

Elsa Minerva Arroyo Lemus

Instituto de Investigaciones Estéticas (IIE), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México

elsa_arroyo@comunidad.unam.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9251-9042>

Corrección de estilo por/Copy editing by Alejandro Olmedo · Traducción por/Translated by Richard Addison

[Ir a versión en español](#)

RESUMEN

Este ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN presenta los resultados de la aplicación de una metodología de análisis complementaria para la correcta identificación de fibras liberianas, específicamente lino y cáñamo, usadas en los soportes textiles de las pinturas de caballete. La investigación se centra en seis cuadros firmados por autores representativos de la reconocida plástica novohispana en un rango temporal amplio: último tercio del siglo XVI-final del siglo XVII. Con esta revisión discutimos las continuidades detectadas en el proceso de selección intencional de las telas para la pintura virreinal de la Nueva España.

[Go to English
version](#)

PALABRAS CLAVE

fibras liberianas, lino, cáñamo, pintura novohispana, microscopía óptica, prueba Herzog modificada, reactivo de Schweitzer

SUMMARY

This RESEARCH ARTICLE presents the results from the application of a complementary analysis methodology for the accurate identification of Liberian fibers, specifically linen and hemp, used in the textile supports of easel paintings. The research focuses on six paintings attributed to various representative authors of New Spanish recognized plastic arts over a wide-ranging time frame spanning from the last third of the XVI century —until the end of the XVII century. During this paper we discuss the continuance detected in the process of intentional selection of canvases used for viceregal paintings in Colonial Mexico.

KEY WORDS

liberian fibers, flax, linen, hemp, New Spanish painting, optical microscopy, modified Herzog test, Schweitzer's reagent

Metodología integral para la identificación de fibras liberianas de lino y cáñamo en los soportes de pinturas novohispanas

[Go to English version](#)

DOI: 10.30763/Intervencion.272.v2n26.51.2022 · AÑO 13, NÚMERO 26: 107-130

Postulado: 08.12.2021 · Aceptado: 18.01.2023 · Publicado: 18.09.2023

Ana Laura Avelar-Carmona

Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRYM), Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México

anLaura_avelar@inah.gob.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9971-9239>

Victor Santos Vázquez

Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural (CNCPC), Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México

victor_santos@inah.gob.mx

orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9747-1620>

Elsa Minerva Arroyo Lemus

Instituto de Investigaciones Estéticas (IIE), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México

elsa_arroyo@comunidad.unam.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9251-9042>

Corrección de estilo por Alejandro Olmedo

RESUMEN

Este ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN presenta los resultados de la aplicación de una metodología de análisis complementaria para la correcta identificación de fibras liberianas, específicamente lino y cáñamo, usadas en los soportes textiles de las pinturas de caballete. La investigación se centra en seis cuadros firmados por autores representativos de la reconocida plástica novohispana en un rango temporal amplio: último tercio del siglo XVI-final del siglo XVII. Con esta revisión discutimos las continuidades detectadas en el proceso de selección intencional de las telas para la pintura virreinal de la Nueva España.

PALABRAS CLAVE

fibras liberianas, lino, cáñamo, pintura novohispana, microscopía óptica, prueba Herzog modificada, reactivo de Schweitzer

PRESENTACIÓN

En el abanico de aspectos que integran el análisis de técnicas y materiales de una pintura de caballete es fundamental el conocimiento de la naturaleza de los soportes. En este ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN se presentarán los resultados de la aplicación de una metodología integral y complementaria para la identificación de las fibras orgánicas liberianas constitutivas de los soportes, en seis pinturas producidas en los talleres establecidos en la capital del virreinato de la Nueva España entre 1610 y 1683 (Figura 1).

Clave	Descripción	Nombre y autor
NE235 M1	lienzo	Baltasar de Echave Orio (atribuido), <i>El Pentecostés</i> , ca. 1610, óleo sobre tela adherido a tabla, 259.5 x 174.5 cm, Pinacoteca del Templo de San Felipe Neri, La Profesa, Ciudad de México.
NE229C M5	lienzo	Sebastián de Arteaga, <i>Cristo en la Cruz</i> , ca. 1643, óleo sobre tela, 245 x 190 cm, Col. Museo Nacional de Arte, Ciudad de México.
NE229B M5	lienzo	Sebastián de Arteaga, <i>Los desposorios de la Virgen</i> , ca. 1645, óleo sobre tela, 223 x 171 cm, Col. Museo Nacional de Arte, Ciudad de México.
NE245C M6	lienzo	Sebastián de Arteaga (atribuido), <i>El levantamiento de la cruz</i> , s/f, óleo sobre tela, 270 x 202.5 cm, Col. Galería Episcopal de la Catedral de Durango, México.
NE233 M4	lienzo	Baltasar de Echave Rioja, <i>El lavatorio de pies</i> , 1681, óleo sobre tela, 195 x 245 cm, Templo de Santo Domingo de Guzmán, Izúcar de Matamoros, Puebla, México.
NE232 M4	lienzo	Cristóbal de Villalpando, <i>El lavatorio de pies</i> , ca. 1683, óleo sobre tela, 196 x 252 cm, Col. Sacristía del Templo de Nuestra Señora del Carmen, Puebla, México.
NE245C M7	costura	Sebastián de Arteaga (atribuido), <i>El levantamiento de la cruz</i> , ca. 1640, óleo sobre tela, 270 x 202.5 cm, Col. Galería Episcopal de la Catedral de Durango, México.
NE233 M5	costura	Baltasar de Echave Rioja, <i>El lavatorio de pies</i> , 1681, óleo sobre tela, 195 x 245 cm, Templo de Santo Domingo de Guzmán, Izúcar de Matamoros, Puebla, México.
NE232 M5	costura	Cristóbal de Villalpando, <i>El lavatorio de pies</i> , ca. 1683, óleo sobre tela, 196 x 252 cm, Col. Sacristía del Templo de Nuestra Señora del Carmen, Puebla, México.

FIGURA 1. Relación de las muestras analizadas (Tabla: Ana Laura Avelar-Carmona, 2021).

Distinguimos entre el uso de lino y el uso del cáñamo en lienzos y costuras debido a que este tipo de material fue el más común para la manufactura de pintura sobre lienzo en la época virreinal, y ponemos énfasis en las propiedades físicas de las fibras para contribuir con nuevos datos que permitan una mejor comprensión de la selección de materias primas por parte de los obradores locales, confrontando la identificación material de los casos específicos con los escasos datos documentales registrados en la bibliografía sobre la tecnología artística de las pinturas novohispanas.

NOTICIAS SOBRE EL USO DE LAS FIBRAS LIBERIANAS EN LA PINTURA NOVOHISPANA

En el contexto mexicano, el uso de telas para la manufactura de artefactos culturales se remonta a las culturas precolombinas, con ejemplos tempranos elaborados a partir de tejidos de algodón con diseños geométricos que dan cuenta de una cultura textil bien establecida por lo menos hacia el año 1200 a.C. Aunque las condiciones climáticas del país han sido desfavorables para la conservación de materiales orgánicos como las fibras liberianas a las que nos referimos, sabemos gracias a las fuentes históricas de la amplísima diversidad de tejidos que conformó la cultura material de los pueblos indígenas mesoamericanos (Ramírez, 2014, pp. 68-69).

Tras la Conquista, la gama de fibras textiles útiles para la elaboración de objetos decorativos se diversificó debido al comercio trasatlántico y a la demanda de bienes para las poblaciones extranjeras que se iba extendiendo por todo el territorio. Las fuentes de archivo revelan listas completas de los materiales que cotidianamente se utilizaban en un obrador del arte de la pintura. Tal es el caso de la cuenta de pago fechada el 18 de enero de 1585 por medio de la cual Rodrigo Dávila, maestro mayor de la Catedral vieja de México, entrega al pintor Andrés de Concha (activo en la Nueva España entre 1568 y 1611) la cantidad de 27 pesos y 6 tomines por los materiales que usó en la obra del retablo mayor: “diez varas de ruán [*sic*] para enlenzar [*sic*] muchas piezas y remates del sagraio” y “seis varas de angeo [*sic*] para los remates del dicho retablo” (Archivo General de la Nación [AGN], *Historia* 112, en Zárata, 2020, p. 518). Ambos tipos de telas, a pesar de las leves diferencias en cuanto a su costo, eran tejidos bastos de ligamento simple, elaborados con hilos de lino o cáñamo; el nombre del primero deriva de la región productora en Europa (Bruquetas, 2002, p. 234).

A partir de la investigación de Rita Sumano, en la que entre 1979 y 2009 sistematizó e interpretó por métodos estadísticos la infor-

Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022
 JULY-DECEMBER 2022

mación concerniente a los soportes de las pinturas novohispanas restauradas por la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRYM), se conoce que las telas utilizadas por los obradores del gremio de pintores eran, en su mayor parte, tejidos de lino de baja calidad y, en numerosos casos, reutilizados (Sumano, 2010, pp. 4-5).

Ejemplos como el de la tela que refuerza el tablero de pino en *El Pentecostés*, atribuida a Baltasar de Echave Orio (Guipúzcoa/1558-Nueva España/1619), son evidencias elocuentes de la necesidad de obtener el máximo beneficio de los retazos de tela basta con los que contaba un taller en la Nueva España. Ahí las radiografías nos permitieron confirmar la colocación de bandas de tela de diferentes grosores y texturas, extendidas de manera horizontal sobre los tablones que conforman el panel. Parece que el uso de retazos textiles para reforzar los tableros era una práctica común en el taller de Echave Orio, pues detectamos un refuerzo similar en la pintura *El martirio de san Ponciano* de 1605 (Cuadriello *et al.*, 2018, p. 196) (Figura 2).

Asimismo, hemos constatado el empleo de tejidos con irregularidades en la monumental escena de *Moisés y la serpiente de bronce; y la transfiguración de Jesús*, que pintó Cristóbal de Villalpando (Ciudad de México, ca. 1649-1714) para la Catedral de Puebla, donde se emplearon lienzos completos de lino provenientes de un mismo lote, cosidos por el orillo “a punto por cima”, para conformar las zonas centrales del formato, complementándose —en los extremos del luneto— con fragmentos defectuosos que tienen pequeños orificios distribuidos de acuerdo con un patrón cuadrangular (Arroyo, 2017, p. 7) (Figura 3).

Si bien la mayor parte de los lienzos de la pintura virreinal se han identificado como pertenecientes al género del lino, es importante señalar que también se usó la fibra de cáñamo así como la de maguey, que, en el caso de las obras pictóricas, parece haberse destinado a la conformación de los hilos para las costuras. En su opúsculo sobre la Virgen de Guadalupe, Miguel Cabrera observó que la pintura conservada en el cerro del Tepeyac estaba hecha sobre un lienzo compuesto por dos fragmentos de un tejido “grosero” de trama muy abierta, cuyo color y textura “es semejante al lienzo crudo o Bramante de Europa, que aquí decimos Cotenze” (Cabrera, 1756, p. 3). Según el *Diccionario de autoridades* (1726-1739 [1726; t. 1), la palabra *bramante* se refería a una tela hecha de hilos de cáñamo de distinto grosor. No es extraño entonces que, como resultado de sus observaciones de la imagen milagrosa, Miguel Cabrera haya decidido emplear el “cotenze” en sus dos versiones de la



FIGURA 2. *El Pentecostés*, 242 x 152 cm (ca. 1610), óleo sobre tabla de Baltasar de Echave Orio. A. Obra vista con luz visible y B., con rayos X. La obra se ubica en la colección Oratorio de San Felipe Neri, en la Casa Profesa de la Ciudad de México (Fotografía: Eumelia Hernández, 2018; radiografía: Oscar de Lucio; cortesías: A. Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte [LDOA]-Instituto de Investigaciones Estéticas [IIE] y B. Instituto de Física [IF], ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]/D. R. Secretaría de Cultura e Instituto Nacional de Antropología e Historia [INAH]).

Virgen de Guadalupe pintadas en 1756, una para el colegio jesuita en Tepotzotlán y la otra, para la capilla de la misma advocación en la Catedral de Puebla (Ángeles y Arroyo, 2021, p. 200).

LAS FIBRAS FLOEMÁTICAS O LIBERIANAS

De los vegetales se extraen fibras de diversos tipos, entre ellas, las fibras blandas, liberianas o, propiamente dicho, floemáticas (en inglés, *bast fibers*). Éstas constituyen una parte del floema, un tejido conductor que conforma la corteza interna de las plantas, y proporcionan a los tallos resistencia ante esfuerzos mecánicos (Azcárraga *et al.*, 2010, p. 93). Las fibras de lino (*Linum usitatissimum* L.) y el cáñamo (*Cannabis sativa* L.) presentan características

Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022
 JULY-DECEMBER 2022

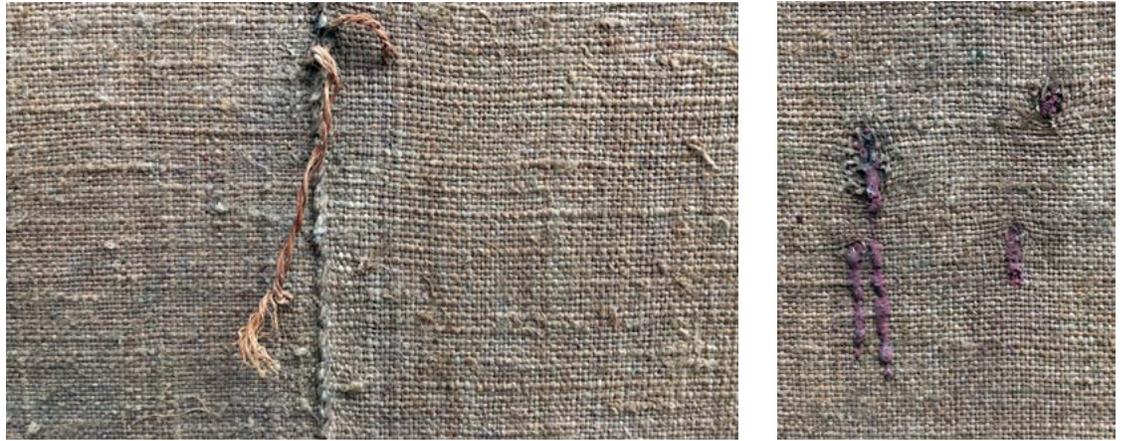


FIGURA 3. Detalles del lienzo de la obra de Cristóbal de Villalpando *Moisés y la serpiente de bronce; y la transfiguración de Jesús*, 856 x 427 cm (1683), óleo sobre tela. Obra ubicada en la colección de la Catedral de Puebla, Puebla, México (Fotografía: Eumelia Hernández, 2017; cortesía: D. R. Secretaría de Cultura e INAH).

similares, por lo que existe una alta posibilidad de realizar identificaciones erróneas (Luniak, 1953, p. 129; Kavadze *et al.*, 2009, p. 1359; Bergfjord y Holst, 2010, p. 634), más aún si proceden de textiles con alto grado de deterioro.

La identificación taxonómica permite el reconocimiento de caracteres, rasgos o propiedades intrínsecas que un ejemplar en estudio comparte con uno u otro taxón (por ejemplo, familia, género o especie), y regularmente se realiza mediante descripciones, claves de identificación, atlas o ejemplares de comparación (Mishler y De Luna, 1997, p. 46; Iriondo, 2000, p. 2).

La identificación taxonómica de fibras presentes en bienes culturales se ha realizado tradicionalmente por medio de técnicas cualitativas, léase, la observación de su morfología en el microscopio óptico (Mirambell y Sánchez, 1986, p. 34) o pruebas de combustión, tinción o microquímica, donde se observa su comportamiento ante reactivos químicos de diversas clases. Sin embargo, estos procedimientos no son capaces de diferenciar precisamente entre las fibras de líber (Suomela *et al.*, 2017, p. 415).

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS

Morfología

Una fibra vegetal es una célula alargada, estrecha, con extremos aguzados; posee un lumen o cavidad y una pared constituida, a su vez, por dos paredes, una externa, llamada *pared primaria*, y

Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022
JULY-DECEMBER 2022

otra interna, denominada *pared secundaria* Azcárraga *et al.*, 2010, p. 93); ésta puede presentar marcas de entrecruzamiento y dislocaciones o nodos. Dichas marcas son estrías transversales a la superficie de la fibra —en ocasiones también presentan estrías longitudinales— que es posible observar débil o fuertemente marcadas, y se considera que son huellas o restos de células contiguas (Catling y Grayson, 2004, p. 3; Suomela *et al.*, 2017, p. 413). Las dislocaciones se ven como marcas en forma de anillo, engrosamientos o nodos que se generan por un cambio en el sentido de la fibra debido a tensiones externas o internas (Catling y Grayson, 2004, p. 1; Suomela *et al.*, 2017, p. 413) (Figura 4). Cabe añadir que en la bibliografía no existe consenso sobre el origen y definición de estas marcas.

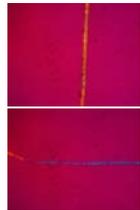
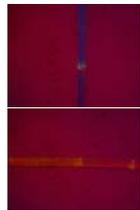
Patrón	Tipo de sección		Microquímica con Reactivo de Schweitzer	Prueba de Herzog modificada
	Longitudinal	Transversal		
	A	B	C	D
Lino				
	Fibras con dislocaciones en forma de "X" y marcas de entrecruzamiento	Fibras de paredes gruesas, de cuatro, cinco y seis caras de superficies planas con lúmenes reducidos	Contracción de la fibra en espiral	Cambio de color a 90° amarillo y a 0° azul
Cáñamo				
	Fibras con dislocaciones bien marcadas y algunas marcas de cruce	Fibras de paredes gruesas y lúmenes reducidos	Contracción de la fibra en pliegues	Cambio de color a 90° azul y a 0° amarillo

FIGURA 4. Microfotografías de fibras patrón: lino y cáñamo (Microscopía óptica y casuela: Víctor Santos Vázquez, 2020; micrografías de la prueba de Herzog modificada: Ana Laura Avelar-Carmona, 2020; cortesía: Laboratorio de Biología, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía [ENCRYM], Instituto Nacional de Antropología e Historia [INAH]).

Lino

El lino es una planta arbustiva de origen asiático, específicamente del sureste de Turquía (Fu, 2005, p. 1084), cuyo uso se remonta al antiguo Egipto (Elsharnouby y Ahmed, 2015, p. 3). Sus filamentos pueden estar agrupados en haces o paquetes con 12 a 40 fibras útiles (Hall y Davies, 1968, p. 23). La longitud media de las fibras de lino se sitúa entre 1.6 y 24.0 mm, o aun hasta 30 cm, mientras que el diámetro está en un rango de 11.7 a 32 μm , o aun hasta 40 a 80 μm (Campo *et al.*, 2009, p. 18). Cabe señalar que estas dimensiones varían según el autor consultado y los procesos de enriado, descortezado y cordado de los hilos (Houck, 2009, pp. 3-14 y 247). El ancho suele ser uniforme en toda su extensión (Campo *et al.*, 2009, p. 18; Florian *et al.*, 1990, p. 49); su pared posee marcas de entrecruzamiento y dislocaciones en forma de X (Campo *et al.*, 2009, p. 18; García, 2007, p. 137; Florian *et al.*, 1990, p. 49; Hall y Davies, 1968, p. 23; Mattews, 1931, p. 750); generalmente se ubican a distancia más o menos fija, característica que, de acuerdo con Hall y Davies (1968, p. 23), es particular del lino. Su lumen se observa como una línea delgada, oscura (Florian *et al.*, 1990, p. 49; Hall y Davies, 1968, p. 23; Mattews, 1931, p. 750) y discontinua, pues las paredes celulares se engrosan a tramos, hasta que el lumen se cierra por completo, peculiaridad que, según algunos autores (Campo *et al.*, 2009, p. 19; García, 2007, p. 137), puede separar al lino del cáñamo. Transversalmente ostenta formas triangulares, pentagonales o hexagonales, y los contornos son ligeramente redondeados, con lúmenes ovalados (Mattews, 1931, p. 750; Von Berger y Krauss, 1942, p. 27; García, 2007, p. 137) (Figura 4).

Cáñamo

El cáñamo es un arbusto originario de Asia central (Hillig, 2005, p. 170). Alcanza alturas de 2 m (García, 2007, p. 133) y las características morfológicas de sus fibras, aunque similares a las del lino, son menos transparentes y más rígidas (Campo *et al.*, 2009, p. 19; Catling y Grayson, 2004, p. 22; García, 2007, p. 134). Su longitud es de 5 a 55 mm y su anchura, de 10 μm (Florian *et al.*, 1990, p. 49). El lumen, regular, ancho y continuo, abarca la mitad o tres cuartas partes de la pared (Campo *et al.*, 2009, p. 19; Catling y Grayson, 2004, p. 22; García, 2007, p. 134) y disminuye hacia los extremos de los filamentos (Campo *et al.*, 2009, p. 19); su anchura es irregular, pues varía a lo largo de la fibra (Florian *et al.*, 1990, p. 49). Las dislocaciones en forma de X son frecuentes, pronunciadas y se disponen irregularmente a lo largo de los filamentos; algunos

especímenes poseen líneas, estrías o pliegues paralelos al eje de la fibra (Campo *et al.*, 2009, p. 19; Catling y Grayson, 2004, p. 22; García, 2007, p. 134). Cabe anotar que en ocasiones se bifurcan en los extremos (Catling y Grayson, 2004, p. 22; García, 2007, p. 134), aunque esta característica puede observarse en otro tipo de fibras, incluso en el lino (Catling y Grayson, 2004, p. 22).

Transversalmente las fibras del cáñamo son poligonales, con bordes angulosos de cuatro, cinco y hasta seis lados; en otros casos, son ovales o circulares. Su lumen se puede observar amplio, si las paredes son delgadas, o reducido, si son anchas (Catling y Grayson, 2004, p. 22) (Figura 4).

La presencia de cristales de oxalato de calcio también es una característica útil para diferenciar entre las fibras de lino, que carece de éstos, y las de cáñamo, en el que existen formas romboédricas, prismáticas o en drusas (Catling y Grayson, 2004, p. 23). Puesto que su presencia está sujeta a diversos factores, por ejemplo, la edad de las plantas y las condiciones ambientales donde crecen, y si éstas han sido blanqueadas o hervidas (Hall y Davies, 1968, p. 25; Florian *et al.*, 1990, p. 49; Bergfjord y Holst, 2010, pp. 1192-1193), el que no se detecten en los análisis microscópicos no es definitorio para identificarlas.

La forma de las secciones transversales, las marcas de entrecruzamiento y las dislocaciones en forma de X se han empleado para identificar las fibras liberianas, no obstante, estudios previos han demostrado que no es un carácter que contribuya a diferenciarlas de manera eficaz (Lukesova y Holst, 2020, p. 9).

PRUEBAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FIBRAS LIBERIANAS

Prueba de Herzog modificada o prueba con filtro retardador (λ)

Este análisis se fundamenta en que las fibras vegetales se componen de un lumen o cavidad y una pared celular que contiene diversos compuestos químicos, principalmente celulosa, y, entre otros, lignina y hemicelulosa: por ejemplo, el lino contiene 71% de celulosa y 2% de lignina, y el cáñamo, 75% y 4% respectivamente (Avérous y Le Digabel, 2006, p. 481). La pared celular, a su vez, se constituye por una pared primaria y una secundaria (tres diferentes capas conforman a esta última), ambas, formadas por macrofibrillas, y éstas, por microfibrillas —cadenas de celulosa con propiedades birrefringentes—;¹ las de la capa más gruesa de

¹ Birrefringencia: distinta absorción de la luz, diacronismo, dependiendo de si la luz vibra a lo largo del eje de la fibra o perpendicular a él. Se llama birrefringencia, a

la pared secundaria poseen un arreglo helicoidal y pueden girar ya sea a la derecha (formando hélices S) o a la izquierda (formando hélices Z), determinando la orientación microfibrilar según las letras S o Z, que es el recorrido que llevan las microfibrillas respecto del observador (Strasburger *et al.*, 2004, p. 95). El lino tiene una torsión característica en S, mientras que el cáñamo la tiene en Z (Strasburger *et al.*, 2004, p. 95; Haugan y Holst, 2013, p. 160; Suomela *et al.*, 2017, p. 414), variando las propiedades birrefringentes de cada una.

Esta propiedad permite aplicar la prueba de Herzog valiéndose de un microscopio con polarizador. Si el tipo de fibra presente tiene una torsión en Z, como en el caso del cáñamo, al estar paralela al polarizador (vertical) se volverá azul, cuando esté paralela al analizador (horizontal), amarilla, y será lo opuesto: amarilla en vertical y azul en horizontal, cuando la fibra tenga una torsión en S, como es característico en el lino (Figura 4. Lino D y Cáñamo D) (Haugan y Holst, 2013, pp. 166-167). Para la correcta ejecución de esta prueba es necesario fijar los parámetros del microscopio usando fibras de referencia, es decir, una serie de patrones de especímenes conocidos y estandarizados que se montan en láminas delgadas para hacer el análisis comparativo bajo el microscopio (Suomela *et al.*, 2018, p. 418) (Figura 4).

Análisis microquímico: prueba con el reactivo de Schweitzer

El análisis mediante esta técnica es específico para fibras vegetales y tiene un carácter totalmente destructivo, por lo que se recomienda utilizar, siempre y cuando se cuente con una cantidad suficiente de muestra, como una alternativa al estudio bajo el microscopio óptico. Es útil para diferenciar entre fibras de lino y cáñamo, principalmente cuando el estado de deterioro de los especímenes impide observar las características morfológicas de las fibras mediante la microscopía óptica.

En esta prueba la fibra se pone en contacto con una solución amoniacal de hidróxido cúprico capaz de disolver la celulosa, tras lo cual se forma un complejo celulosa-cobre. Una vez disuelta la pared celular, el filamento resultante adquiere formas características dependiendo de la distribución de la celulosa. Cuando una fibra de lino es sometida a esta prueba, el lumen se contrae formando una espiral, mientras que, en el cáñamo, la cavidad interna

la mayor diferencia entre los índices de refracción ordinario y extraordinario en un mismo material, lo que se traduce en una diferencia de velocidades de los haces de luz al viajar por el interior de estos materiales (Aldaba *et al.*, 2006, p. 58).

forma pliegues transversales (Campo *et al.*, 2009, p. 25) (Figura 4. Lino C y Cádiz A). Aquí seguimos la metodología de T. A. Geissman (1974, p. 567) aplicada eficazmente sobre objetos patrimoniales (Juanes *et al.*, 2008, p. 75). En la figura 4 se presentan las microfotografías de dos muestras patrón analizadas mediante los tres métodos descritos.

METODOLOGÍA APLICADA

La aplicación de los tres métodos de identificación de las fibras liberianas se realizó sobre haces o fibras individuales (Figura 5).

Método de muestreo y de preparación de las muestras en laboratorio
<p>La toma de muestras se realizó de acuerdo con las técnicas de análisis global de las obras de arte, así como de la observación cuidadosa previa del caso de estudio, con la finalidad de retirar solo el material necesario para responder a la pregunta de investigación (Gómez, 2000, p. 183). De cada obra en estudio se extrajo una muestra (un hilo menor a los 5 mm de longitud fue suficiente) procurando dañar lo menos posible al objeto artístico, éstas se tomaron de los bordes de cada pintura, cerca del área de unión entre fragmentos o alrededor de rasgaduras. Las muestras se colocaron dentro de viales y en cápsulas de plástico con cierre hermético para garantizar su seguridad durante el traslado al laboratorio. Cada una se etiquetó con un número que comienza con la identidad de la pintura analizada (inventario de obras analizadas en el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte, del Instituto de Investigaciones Estéticas [LDOA-IIIE-UNAM]).</p>
Desfibrado y montaje de las muestras
<p><i>Registro preliminar.</i></p> <p>Las fibras sueltas se observaron bajo el microscopio estereoscópico Carl Zeiss XZ10 con luz de tungsteno, en el LDOA-IIIE-UNAM. Se describieron sus propiedades físicas: color, textura, firmeza y estado de conservación. Se realizó un registro fotográfico con la cámara Axiocam de Carl Zeiss en los dos sentidos de las fibras: transversal y longitudinal.</p>
Vista longitudinal
<ul style="list-style-type: none"> <i>Desfibrado y selección de fibras para montaje.</i> <p>Este proceso se realizó en seco con ayuda de un bisturí, aguja de disección y bajo la luz del microscopio estereoscópico. Dependiendo del estado de conservación de la fibra seleccionada, se sometieron a un proceso de limpieza acuosa por inmersión en agua caliente durante 5 min (sin agitación).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <i>Montaje permanente en sección longitudinal.</i> <p>Se colocó un haz de fibras sobre un portaobjetos de vidrio transparente y se llevó a cabo un segundo desfibrado bajo el microscopio estereoscópico con la finalidad de obtener filamentos aislados. Después se les agregó el medio de montaje Cargille Meltmount de McCrone®, polímero que funde a 25°C y cuyo índice de refracción es de 1.662.</p>
Vista transversal
<ul style="list-style-type: none"> Se adhirió un haz de fibras a la cara lateral de un poliedro de resina que se embebe dentro de un molde de silicón lleno del medio acrílico Clarocit® de Struers, con lo que se garantizó la impregnación total del espécimen. Una vez solidificado, se pulió la superficie de la muestra con lijas de película de diamante de 5 micras y 200 mm de diámetro, de diversos granos (800, 1000, 1200) hasta el punto de espejo.

FIGURA 5. Método de muestreo y de preparación de las muestras en laboratorio (Tabla: Victor Santos Vázquez, 2020).

A. Microscopía óptica (OM) con luz polarizada (PLM) y luz transmitida (TL)

El análisis morfológico de las fibras (longitud, paredes, dislocaciones, marcas de entrecruzamiento, lumen y forma en general) se llevó a cabo con un microscopio óptico Olympus BX51 equipado con una cámara de alta resolución Olympus DP72. Las imágenes se procesaron mediante el *software* Cell-Sens Dimension® de Olympus. El equipo mencionado se ubica en las instalaciones del Laboratorio de Química-Biología de la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural (CNCPC) del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

B. Prueba de Herzog modificada

Este análisis se realizó con base en la prueba de Herzog, modificada por Haugan y Holst (2013, p. 166), para lo cual se empleó un microscopio petrográfico Olympus BX43, con una cámara integrada Olympus EG20. Las imágenes se procesaron con el *software* AxioVision. El equipo mencionado se ubica en las instalaciones del Laboratorio de Geología de la ENCRYM-INAH.

Para ejecutar esta prueba es necesario, primeramente, buscar con el objetivo 10X la fibra en la cual se llevará a cabo el análisis. Una vez ubicada, se debe posicionar, con ayuda de la platina giratoria, en un ángulo $\alpha = 0^\circ$. Posteriormente, se cambia el objetivo a 40X: la fibra se observa entonces con nicoles cruzados y el analizador se configura hasta llevar la fibra analizada al ángulo de extinción, lo que se logra cuando ella, o un fragmento de ella, se extingue, es decir, “desaparece” o se oscurece.

Luego, insertamos el compensador o lámina λ , momento en el que el fondo debe observarse color magenta o rosado, y centramos nuestra atención en un pequeño segmento de la fibra. Posteriormente giramos la platina a un ángulo de $\alpha = 90^\circ$ y anotamos el cambio de color de la misma sección observada antes de $\alpha = 0^\circ$.

C. Preparación del reactivo de Schweitzer

Se prepara el reactivo para la identificación disolviendo sulfato de cobre en agua caliente. A continuación, se añade gota a gota una solución amoniaca a 28%, hasta que sea menos perceptible el color azul pálido del sulfato de cobre y la solución se torne transparente. Ésta se lava con agua, se filtra, y al precipitado obtenido se agregan dos o tres gotas de hidróxido de amonio, lo que da un azul oscuro intenso. Es importante mencionar que este reactivo es

funcional recién preparado y antes de cristalizar; después de eso, pierde su efectividad. Una vez que la gota del reactivo se deposita sobre la fibra, se procede a la observación de la contracción del material con microscopía óptica (OM), con luz polarizada (PLM) y se capturan las imágenes.

Discusión de resultados

En la Figura 6 se presentan de manera sucinta los resultados de las tres técnicas complementarias que empleamos en esta investigación para la correcta identificación de las fibras liberianas. En color amarillo se destacan las propiedades que se asignan al lino según la bibliografía consultada, y en verde, las que se relacionan con cáñamo. Lo anterior demuestra que la mayoría de las fibras analizadas observaron características —especialmente— morfológicas tanto de lino como de cáñamo, por lo que la interpretación del material constitutivo de las pinturas analizadas se llevó a cabo confrontando los resultados obtenidos con la prueba de Herzog modificada y con la reacción química de Schweitzer.

En las Figuras 7 y 8 se exponen las imágenes que evidencian los resultados obtenidos en cada una de las pruebas realizadas a las muestras de las fibras del soporte de las pinturas novohispanas.

Todas las muestras de fibras liberianas analizadas presentaron dislocaciones o nodos en forma de X, por lo tanto, es una característica morfológica que no permite una identificación precisa del material usado como soporte en las pinturas (Figura 7. A y B).

De las nueve muestras estudiadas, solamente tres: NE229BM5, NE232M4 y NE233M4, presentaron en su totalidad características morfológicas reportadas en la bibliografía para lino, esto es, dislocaciones distribuidas equidistantemente y lumen reducido y discontinuo que se cierra a tramos (Campo *et al.*, 2009, p. 18; García, 2007, p. 137; Florian *et al.*, 1990, p. 49; Hall y Davies, 1968, p. 23; Matthews, 1931, p. 750). Además, dieron positivo para lino en las pruebas de Herzog modificada y microquímica.

Las muestras NE235M1 y NE232M5 presentaron dislocaciones sin ninguna distribución específica, lo que es indicativo de fibras de cáñamo (Campo *et al.* 2009, p. 19; Catling y Grayson, 2004, p. 22; García, 2007, p. 134); sin embargo, su lumen fue de continuo a discontinuo y reducido, como se supone que ocurre con las fibras de lino. Finalmente, estas muestras dieron positivo para cáñamo ante el reactivo de Schweitzer y la prueba de Herzog modificada, con lo cual se hizo evidente la importancia de usar una metodología combinada para su correcta identificación.

Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022
JULY-DECEMBER 2022

Muestra	Morfología			Schweitzer	Herzog	Identificación
	Formas y bordes	Dislocaciones	Lumen			
NE235 M1	Pentagonales hexagonales rectos	Sin patrón definido	Discontinuo	Pliegue	90° azul 0° amarillo	Cáñamo•
NE229C M5	Pentagonales hexagonales rectos y redondeados	Sin patrón definido	Continuo y reducido	Espiral	90° amarillo 0° azul	Lino•
NE229B M5	Pentagonales rectos y redondeados	Distancias regulares	Discontinuo	No concluyente	90° amarillo 0° azul	Lino•
NE245C M6	Pentagonales rectos y redondeados	Distancias regulares	Discontinuo, reducido y amplio	Espiral	90° amarillo 0° azul	Lino•
NE233 M4	Pentagonales rectos	Distancias regulares	Discontinuo	Espiral	90° amarillo 0° azul	Lino•
NE232 M4	Cuadradas, pentagonales rectos y redondeados	Distancias regulares	Discontinuo	Espiral	90° amarillo 0° azul	Lino•
NE245C M7	Pentagonales hexagonales bordes rectos y redondeados	Distancias regulares	Continuo y amplio	No concluyente	90° amarillo 0° azul	Lino*
NE233 M5	Cuadrados pentagonales hexagonales rectos y re- dondados	Distancias regulares	Discontinuo	Pliegue	90° azul 0° amarillo	Cáñamo*
NE232 M5	Cuadrados triangulares pentagonales rectos y re- dondados	Sin patrón definido	Discontinuo	Pliegue	90° azul 0° amarillo	Cáñamo*
	Propiedades relacionadas con lino.		• Lienzo			
	Propiedades relacionadas con cáñamo.		* Costura			

FIGURA 6. Resultados de las tres técnicas empleadas y su identificación (Tabla: Ana Laura Avelar-Carmona, 2021).

Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022
 JULY-DECEMBER 2022

FIGURA 7.
 Morfología
 (Micrografías: Victor
 Santos Vázquez,
 2020; cortesía:
 Laboratorio de
 Química, área de
 Investigación de la
 CNCPC-INAH).

Obra	Sección Longitudinal		Sección Transversal
	A	B	C
NE235 M1			
NE229C M5			
NE229B M5			
NE245C M6			
NE233 M4			
NE232 M4			
NE245CM7			
NE233 M5			
NE232 M5			

Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022
JULY-DECEMBER 2022

De hecho, las muestras NE229CM5, NE233M5, NE235M1, NE232M5, NE245CM6 y NE245CM7, es decir, más de la mitad de las fibras en estudio, fueron ejemplos representativos de la problemática a la que se enfrenta un investigador durante el proceso de análisis de los materiales patrimoniales. Con el microscopio óptico presentaron elementos morfológicos correspondientes con lino, con cáñamo o con ambas fibras. Sólo al aplicar las pruebas complementarias de Herzog y microquímica con reactivo de Schweitzer se obtuvieron resultados que ayudaron a realizar una correcta identificación. Por ejemplo, la muestra NE245CM7 presentó dislocaciones en forma de X a distancias regulares, como en el lino, y su lumen fue amplio y continuo, característica asociada al cáñamo. La prueba microquímica no fue concluyente, pues la fibra se contrajo en una forma no identificada y únicamente la prueba de Herzog dio positivo para lino.

La forma de las fibras en sección transversal no presentó un valor importante para su identificación, ya que tanto las fibras de cáñamo como las de lino observaron formas triangulares, cuadradas, pentagonales, hexagonales, bordes rectos y redondeados (Figura 7. C), lo que coincide con Lukesova y Holst (2020, p. 9), quienes tampoco encuentran diferencias significativas entre las caras transversales de los dos materiales orgánicos.

Al llevar a cabo una metodología de análisis complementario con microquímica y la prueba de Herzog, fue posible establecer una identificación distinta de la resultante con morfología. Solamente la combinación de análisis puede garantizar resultados confiables, principalmente, considerando que en las pinturas antiguas tanto el estado de conservación del material como, incluso, el proceso de crecimiento de la planta, extracción y el procesamiento completo de producción textil, modifican las características físicas de una fibra.

En la metodología de identificación que empleamos consideramos como criterio necesario que coincidieran por lo menos dos análisis, y para corroborar los resultados fue necesario aplicar las pruebas a más de una fibra. Respecto de la realizada con el reactivo de Schweitzer, en pocas ocasiones empató con los otros análisis, debido a la cantidad de fibra empleada, la rapidez de la reacción y el grado de subjetividad que implica la interpretación de las contracciones resultantes. En todos los casos analizados la prueba de Herzog empató también con las otras técnicas usadas, y se consideró determinante para conseguir las identificaciones. Por lo tanto, se confirmó su eficacia para diferenciar entre lino y cáñamo, incluso tomando en cuenta el grosor y las deformaciones que pueden sufrir las fibras, ya sea por deterioro, por el mismo crecimiento de las fibras o debido al proceso de factura de los textiles.

Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022
 JULY-DECEMBER 2022

FIGURA 8. Resultados de pruebas microquímicas y prueba de Herzog (Microscopía óptica y microquímica: Victor Santos Vázquez, 2020; micrografías de la prueba de Herzog modificada: Ana Laura Avelar-Carmona, 2020; cortesía: Laboratorio de Química, área de Investigación, CNCPC-INAH/Laboratorio de Biología, ENCRYM-INAH).

Muestra	Microquímica con reactivo de Schweitzer	Prueba de Herzog modificada	
	A	B	
NE235M1			
NE229C M5			
NE229B M5			
NE245C M6			
NE233 M4			
NE232 M4			
NE245C M7			
NE233 M5	 Pliegue		
NE232 M5			

Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022
 JULY-DECEMBER 2022



FIGURA 9. Sebastián de Arteaga, *Cristo en la cruz*, 245 x 190 cm (ca. 1645), óleo sobre tela. Col. Museo Nacional de Arte. D. R. Secretaría de Cultura. INBAL, México (Fotografías: Eumelia Hernández, 2019; cortesía: D. R. Secretaría de Cultura e Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura [INBAL]).

CONCLUSIONES

Con esta investigación se ha demostrado que, para llevar a cabo la identificación taxonómica de fibras liberianas de cáñamo y lino, es necesario, como ya lo han sugerido otros autores, aplicar una metodología de análisis complementario, especialmente si se incluye el análisis morfológico, pues ambas fibras presentan características similares, aun las dislocaciones en forma de X (Hall y Davies, 1968, p. 23), su distribución a lo largo de los filamentos y la forma del lumen (Florian *et al.*, 1990, p. 49; Hall y Davies, 1968, p. 23; Mattews, 1931, p. 750; García, 2009, p. 137; Campo *et al.*, 2009, p. 19). En este trabajo se demuestra que basándose únicamente en la morfología existe alta posibilidad de realizar identificaciones erróneas.

Del análisis de seis pinturas novohispanas, cuya época de factura se extiende desde el final del siglo XVI al XVII, se concluye que el lino fue el material más empleado en los soportes. Su presencia se asocia tanto a las telas como a las costuras (Figura 9). Por otra

parte, en el ejemplo de pinturas sobre tabla seleccionado en el conjunto, el cáñamo está presente en los refuerzos de los tableros (Figura 2).

La preferencia de usar el lino como soporte de las pinturas novohispanas quizá se explique por su composición química, ya que, comparado con el cáñamo, el lino posee más cantidad de celulosa. Ésta confiere a las células vegetales su fuerza de tracción ya sea fibras liberianas o de xilema, es decir, las hace resistentes cuando se someten a dos fuerzas que actúan en sentido opuesto. Los soportes de fibras de lino tienen mayor tolerancia a las fluctuaciones de las condiciones ambientales.

Según García (2007, p. 137), las propiedades de resistencia del lino dependen de las dislocaciones en sus fibras, pues al estar bajo tensión, los nudos desaparecen o se estiran, y cuando la fibra se relaja, vuelven a aparecer o retraerse. Y aunque otras fibras liberianas, como el cáñamo, también presentan dislocaciones, los contenidos de lignina de cada tipo de fibra también influyen directamente en su resistencia. Por ejemplo, el porcentaje de alargamiento de rotura, es decir, el aumento de la longitud de una fibra antes de que se llegue a romper, es mayor en el lino (2.7-3.2) que en el cáñamo (1.6), lo cual se debe a que el contenido de lignina en el cáñamo la hace una fibra más dura y menos flexible. En suma, las propiedades fisicoquímicas de las fibras podrían explicar la preferencia del lino como material constitutivo de los soportes y enlizados de las obras novohispanas.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó gracias al Programa UNAM-PAPIIT IA401019 “Sebastián López de Arteaga y la construcción de un lenguaje pictórico en contexto”. Agradecemos a Eumelia Hernández tanto por los estudios de imagenología de la pintura virreinal —llevados a cabo en el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte (LDOA) del Instituto de Investigaciones Estéticas (IIE) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)— como por la edición de las tablas y fotografías. Oscar de Lucio, del Instituto de Física de la UNAM, llevó a cabo el análisis radiográfico de *El Pentecostés* de Baltasar de Echave Orio. Quede constancia del agradecimiento al profesor investigador ingeniero geólogo Jaime Torres Trejo (†), por habernos permitido hacer las pruebas de Herzog en su laboratorio con el microscopio Olympus BX43.

REFERENCIAS

Aldaba, M., Antó, J., Cayuela D. y Morales C. (2006). Teoría de la birrefringencia en fibras textiles. *Boletín INTEXTER* del Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial (Universidad Politécnica de Catalunya), 130, 57-62. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/56717/Birefringencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ángeles, P. y Arroyo, E. (2021). El pintor sabio y la maravilla americana. En *Pintores y pintura de la maravilla americana* (pp. 185-216). Fomento Cultural Citibanamex.

Arroyo, E. (2017). Transparencias y fantasmagorías: la técnica de Cristóbal de Villalpando. En *La Transfiguración. Cristóbal de Villalpando, pintor mexicano del Barroco* (pp. 1-14). Fomento Cultural Banamex.

Avérous, L. y Le Digabel, F. (2006). Properties of biocomposites based on lignocellulosic fillers. *Carbohydr Polym* 66(4), 480-493. doi: doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.04.004

Azcárraga, R. M., Jacques-Ríos, M.A., Bonfil-Campos, A. y Sandoval-Zapotitla, E. (2010). *Atlas de anatomía vegetal*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Bergfjord, C. y Holst, B. (2010). A procedure for identifying textile bast fibers using microscopy: Flax, nettle/ramie, hemp and jute. *Ultramicroscopy* 110(9), 1192-1197. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultramic.2010.04.014>

Bruquetas, R. (2002). *Técnicas y materiales de la pintura española en los Siglos de Oro*. Fundación para la Historia del Arte Hispánico.

Cabrera, M. (1756). *Maravilla americana y conjunto de raras maravillas, observadas Con la dirección de las Reglas del Arte de la Pintura en la prodigiosa imagen de Nuestra Sra. de Guadalupe de México por don Miguel Cabrera, pintor del Illmo. Sr. D. D. Manuel Joseph Rubio, y Salinas. Dignissimo Arzobispo de Mexico, y de el Consejo de Su Magestad, &c. A quien se la consagra*. México, en la Imprenta del Real y más antiguo Colegio de San Ildefonso [reproducción electrónica]. Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Bibliotecas, 2010. <http://132.248.9.195:8080/fondoantiguo1/1205490-652110/JPEG/Index.html>

Campo, G., Bagan, R. y Oriols, N. (2009). *Identificació de fibres. Suports tèxtils de pintures*. Catalunya: Centre de Restauració de Béns Mobles de la Generalitat de Catalunya.

Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022
JULY-DECEMBER 2022

Catling, D. y Grayson, J. (2004). *Identification of Vegetable Fibres*. Arche-type Books.

Cuadriello, J., Arroyo, E., Zetina, S. y Hernández, E. (2018). *Ojos, alas y patas de la mosca. Visualidad, tecnología y materialidad de El martirio de san Ponciano de Baltasar de Echave Orio*. Instituto de Investigaciones Estéticas-Universidad Nacional Autónoma de México.

Elsharnouby, R. y Ahmed, M. (2015). Linen in Ancient Egypt. *Journal of the General Union of Arab Archeologists*, 15, 1-22. https://jguua.journals.ekb.eg/article_3087_b97ae56f7bc490c84879a457e8a9ba0a.pdf

Florian, M. L. E., Kronkright, D. P. y Norton, R. E. (1990). *The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials*. The Getty Conservation Institute. https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/cons_artifacts.pdf

Fu, Y.-B. (2005). Geographic Patterns of RAPD Variation in Cultivated Flax. *Crop Science*, 45(3), 1084-1091. doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.0345>

García, J. A. (2007). *Fibras papeleras*. Universidad Politécnica de Catalunya/Ediciones UPC.

Geissman, T. A. (1974). *Principios de Química Orgánica* (2ª ed.). Editorial Reverté.

Gómez González, M. L. (2000). *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Madrid: Cátedra.

Hall, C. E. M. y Davis, M. S. T. (1968). *Identificación de fibras textiles*. Blume.

Haugan, E. y Holst, B. (2013). Determining the fibrillar orientation of bast fibers with polarized light microscopy: The modified Herzog test (red plate test) explained. *Journal of Microscopy*, 252(2), 159-168. doi: <https://doi.org/10.1111/jmi.12079>

Hillig, K. W. (2005). Genetic evidence for speciation in Cannabis (Cannabaceae). *Genetic Resources Crop Evolution*, 52(2), 161-180. doi: <https://doi.org/10.1007/s10722-003-4452-y>

Houck, M. (2009). *Identification of Textile Fibers*. Woodhead Publishing.

Iriondo, J. M. (2000). Taxonomía y conservación: dos aproximaciones a un mismo dilema. *Portugaliae Acta Biológica*, 19(1-4), 1-7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2374362#>

Juanes, B. D., Marín, C. y Gómez, A. (2008). Aplicaciones de la microscopía óptica y electrónica de barrido. En *La ciencia y el arte. Ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico Español* (pp. 68-80). Instituto del Patrimonio Histórico Español-Ministerio de Cultura.

Kvavadze, E., Bar-Yosef, O., Belfer-Cohen, A., Boaretto, E., Jakeli, N., Matskevich, Z. y Meshveliani, T. (2009). 30,000-Year-Old Wild Flax Fibers. *Science*, 325(5946), 1359-1359. doi: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1175404>

Lukesova, H. y Holst, B. (2020). Is Cross-Section Shape a Distinct Feature in Plant Fibre Identification? *Archaeometry*, 63(1), 216-226. doi: [10.1111/arcm.12604](https://doi.org/10.1111/arcm.12604)

Luniak, B. (1953). *The Identification of Textile Fibres. Qualitative and Quantitative Analysis of Fibre Blends*. Pitman & Sons.

Mattews, J. M. (1931). *The Textile Fibers: Their Physical, Microscopical and Chemical Properties*. John Wiley and Sons.

Mirambell, L. y Sánchez, F. (1986). *Material arqueológico de origen orgánico: textiles*. Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Mishler, B. D. y Luna, E. de (1997). Sistemática filogenética y el concepto de especie. *Boletín de la Sociedad Botánica*, (60), 45-57. doi: <https://doi.org/10.17129/botsci.1518>

Ramírez, R. (2014). El hilado y el tejido en la época prehispánica. *Arqueología Mexicana*, (E55), 68-69.

Strasburger, E., Noll, F., Shenck, H. y Schimper, A. F. W. (2004). *Tratado de botánica* (35° Ed. actualizada por Peter Sitte, Elmar W. Weiler, Joachim W. Kadereit, Andreas Bresinsky y Christian Körner). Ediciones Omega.

Sumano, R. (2010). *Estudio de la técnica de manufactura de los soportes textiles de la pintura de caballete en México, siglos XVII al XIX* (Tesis de licenciatura en Restauración de Bienes Muebles). Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía-Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Suomela, J. A., Vajanto, K. y Räisänen, R. (2017). Seeking Nettle Textiles-Utilizing a Combination of Microscopic Methods for Fibre Identification. *Studies in Conservation*, 63(7), 412-422. doi: <https://doi.org/10.1080/00393630.2017.1410956>

Von Bergen, W. y Krauss, W. (1942). *Textile Fiber Atlas: A Collection of Photomicrographs of Common Textile Fibers*. American Wool Handbook Company.

Zárate, E. (2020). *Apéndice documental. Historias de pincel. Pintura y retablos del siglo XVI en la Nueva España* (pp. 503-529). Instituto de Investigaciones Estéticas-Universidad Nacional Autónoma de México.

SOBRE LOS AUTORES

Ana Laura Avelar-Carmona

Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRYM), Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México

analaura_avelar@inah.gob.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9971-9239>

Bióloga por el Instituto Politécnico Nacional. Profesora investigadora en el INAH. Desde 2007 ha realizado actividades técnicas en la Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico del INAH. Imparte clases en la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía-INAH desde 2011. Sus trabajos se centran en la morfología y anatomía de madera y otros elementos biológicos presentes en bienes culturales.

Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022
JULY-DECEMBER 2022

Victor Santos Vázquez

Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural (CNCPC),
Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México

victor_santos@inah.gob.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9747-1620>

Ingeniero Químico Industrial por la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, del IPN. Profesor de la ENCRYM de 2004 a 2010. Investigador en el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) de 2010 a la fecha. Ha participado en congresos nacionales e internacionales con sus investigaciones. Es titular del proyecto de *Análisis de materiales por secciones estratigráficas de muestras provenientes del Patrimonio Cultural*.

Elsa Minerva Arroyo Lemus

Instituto de Investigaciones Estéticas (IIE),

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México

elsa_arroyo@comunidad.unam.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9251-9042>

Doctora y maestra en Historia del Arte por la Universidad Nacional Autónoma de México (2015 y 2009) y restauradora de bienes muebles por la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Es investigadora en el Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM y sus trabajos están centrados en la tecnología, historia y materiales del arte novohispano. Cuenta con diversas publicaciones de carácter interdisciplinario, entre las que destaca el reciente libro *Historias de pincel, pintura y retablos del siglo XVI en la Nueva España*, editado por la UNAM en el año 2020.