



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



INSTITUTO
GALEGO DO
CONSUMO E DA
COMPETENCIA

FACULTAD DE CIENCIAS

Grado en Química

Memoria del Trabajo de Fin de Grado

Preparativa y ensayos de muestras textiles

Preparativa e ensaios de mostras textiles

Preparation of textile samples for their subsequent analysis

Director: Jose Manuel Andrade Garda

Codirectora: Juana Isabel Ferreiro López-Riobóo

Zulma Elizabeth Villanueva Vera

Curso 2019/2020 – Convocatoria: Septiembre

Agradecimientos

Un trabajo de Fin de Grado siempre viene acompañado de momentos complicados, por decirlo de alguna manera, por ejemplo: el no encontrar información, estancarte en la redacción, no obtener los resultados esperados en el laboratorio, etc. En este caso, el confinamiento ocasionado por el virus SARS-CoV-2 (Covid 19) dificultó aún más la realización del presente documento. Sin embargo, existen personas que me han ayudado a seguir adelante. Sin ellos, este capítulo de mi vida no sería posible.

Por ello, quiero dar las gracias a Juana Isabel Ferreiro López-Riobóo y a Jose Manuel Andrade Garda.

A Juana por darme ánimo, siempre diciéndome que, seguro que presentaré un trabajo estupendo y sobre todo por haberme facilitado la mayor información posible que estaba al alcance de sus posibilidades, ya que en estos momentos difíciles esto lo he valorado muchísimo.

A Andrade por su inestimable ayuda resolviéndome siempre todas mis dudas, ya que sin él este trabajo se hubiera quedado a medias.

MUCHAS GRACIAS A LOS DOS!

También, quisiera dar las gracias a todos mis seres queridos que me han apoyado.

ÍNDICE

1. RESUMEN Y OBJETIVOS	4
2. PLAN DE TRABAJO	7
3. ABREVIATURAS	8
4. LABORATORIO DE CONSUMO DE GALICIA	9
4.1. Marco legislativo:	11
5. INTRODUCCIÓN	14
5.1. Antecedentes:	14
5.2. Fibras textiles:	15
5.2.1. Fibras naturales:	17
5.2.2. Fibras manufacturadas.....	18
6. MUESTREO	20
6.1. Procedimiento de muestreo:	21
6.2. Protocolos técnicos de muestreo:	23
7. MÉTODOS DE ANÁLISIS	27
7.1. Análisis cualitativo: Identificación de las fibras	27
7.1.1. Microscopia óptica	27
7.1.2. Microscopia de interferencia y birrefringencia	28
7.1.3. Microscopia de etapa caliente	29
7.1.4. Prueba de tinción	29
7.1.5. Pruebas de solubilidad.....	30
7.1.6. Espectroscopia Infrarroja (IR).....	30
7.1.7. Microscopia electrónica de barrido (SEM)	34
7.2. Análisis cuantitativo	36
7.2.1. Método de la acetona.....	39
7.2.2. Método del hipoclorito	40
7.2.3. Método del ácido fórmico	41
7.2.4. Método del ácido sulfúrico.....	42
7.2.5. Método de la dimetilformamida.....	43
8. CASOS PRÁCTICOS	46
8.1. Caso práctico: Análisis cualitativo	46
8.2. Caso práctico: Análisis cuantitativo	47
9. CONCLUSIONES	50
10. DEFINICIONES	53
11. ANEXOS	55
11.1. ANEXO I	56

11.2.	ANEXO II	59
11.3.	ANEXO III	60

1. RESUMEN Y OBJETIVOS

El presente Trabajo de Fin de Grado presenta algunas de las distintas actividades que realiza el Laboratorio de Consumo Galicia (LCG), como autoridad de vigilancia del mercado, en relación a la verificación de un correcto etiquetado de los productos textiles y el estudio de su composición en fibras textiles, con el fin de dar cumplimiento al marco legislativo establecido por la Unión Europea (UE) en este campo. Estos controles se efectúan siguiendo las bases de los métodos establecidos en el anexo VIII del Reglamento (UE) N° 1007/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, o mediante la utilización de normas internacionales armonizadas.

En este trabajo, se hace una breve introducción sobre el tema de las fibras textiles, considerándose diferentes aspectos como los siguientes: las definiciones de las nominaciones de las fibras textiles, características generales que deben poseer, su clasificación, etc. Además, se aborda de forma relativamente extendida los distintos métodos de análisis de las fibras textiles. En el apartado del análisis cualitativo se habla de diversos métodos de identificación de fibras textiles, dando mayor importancia a la espectroscopia de infrarrojo (IR) y a la microscopia electrónica de barrido (SEM). En el análisis cuantitativo, se incluyen algunos de los métodos de cuantificación de fibras textiles que utiliza el LCG. Finalmente, se presentan algunas notas acerca del análisis de casos prácticos que no pudieron finalizarse debido al Covid – 19.

Dicho esto, el objetivo fundamental de este Trabajo de Fin de Grado ha sido, por tanto, la revisión, el estudio y aprendizaje de distintos métodos de análisis de fibras textiles y su aplicabilidad en el marco legislativo, para la defensa de las personas consumidoras en el control del fraude.

RESUMO E OBXETIVOS

O presente Traballo de Fin de Grao presenta algunhas das distintas actividades desenvolvidas polo Laboratorio de Consumo Galicia (LCG), como autoridade de vixilancia do mercado, en relación á verificación dun correcto etiquetado dos produtos téxtiles e o estudo da súa composición en fibras téxtiles, co fin de dar cumprimento ao marco legislativo establecido pola Unión Europea (UE) neste campo. Estes controis efectúanse seguindo as bases dos métodos establecidos no anexo VIII do Regulamento (UE) N° 1007/2011 do Parlamento Europeo e do Consello, ou mediante o uso de normas harmonizadas.

Neste traballo, faise unha breve introdución sobre o tema das fibras téxtiles, considerándose diferentes aspectos coma os seguintes: as definicións das denominacións das fibras téxtiles, características xerais que deben ter, a súa clasificación, etc. Ademais abordase, de forma relativamente estendida os distintos métodos de análise das fibras téxtiles. Na parte dedicada ao análise cualitativo, fálase de diversos métodos de identificación de fibras téxtiles, dando maior importancia á espectroscopia infravermella (IR) e á microscopia electrónica de barrido (SEM). Na análise cuantitativa, inclúense algúns dos métodos de cuantificación de fibras téxtiles empregadas polo LCG. E para finalizar, preséntanse algunhas notas acerca del análise de casos prácticos que non puideron rematarse debido ao Covid – 19.

Dito isto, o obxectivo principal deste Traballo de Fin de Grao é a revisión, o estudo e aprendizaxe de distintos métodos de análises de fibras téxtiles e a súa aplicabilidade no marco legislativo, para a defensa das persoas consumidoras no control do fraude.

SUMMARY AND OBJECTIVES

This Final Degree Project (TFG) presents some of the different activities carried out by the Galicia Consumer Laboratory (LCG), as a market surveillance authority, in relation to the verification of a correct labeling of textile products and the study of their composition in textile fibers, in order to comply with the legislative framework established by the European Union (EU) in this field. These controls are carried out following the bases of the methods established in Annex VIII of Regulation (EU) N° 1007/2011 of the European Parliament and of the Council, or through the use of harmonized international standards.

In this TFG, a brief introduction is made on the subject of textile fibers, considering different aspects such as the following: the definitions of the nominations of textile fibers, general characteristics that they must have, their classification, etc. In addition, the different methods of analysis of textile fibers are covered in a relatively extended way. In the section devoted to qualitative analysis, various methods of identifying textile fibres are considered, giving greater importance to infrared spectroscopy (IR) and scanning electron microscopy (SEM). The quantitative analysis includes some of the textile fiber quantification methods used by the LCG will be reported. Finally, some notes are presented about the analysis of practical cases, which could not be finalized due to Covid - 19.

That said, the main objective of the dissertation has been, therefore, the review, the study and learning of different methods of analysis of textile fibers and their applicability in the legislative framework, for the defense of consumers in the control of fraud.

2. PLAN DE TRABAJO

El presente TFG fue iniciado en febrero de 2020 y estaba prevista su realización en las instalaciones del Laboratorio de Consumo de la Xunta de Galicia en A Coruña. No obstante, los posteriores acontecimientos relacionados con la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2 (Covid 19) y sus repercusiones en España en cuanto a la restricción de movimientos y actividades provocaron que el presente TFG no pudiese abordar la realización de estudios experimentales en el laboratorio, tal y como estaba proyectado inicialmente. Motivo por el cual, siguiendo las directrices emitidas desde el Rectorado de la Universidad de A Coruña (Medidas para la finalización del curso académico 2019-2020 y asegurar la calidad docente ante la situación excepcional provocada por la Covid-19, 23-abril-2020) se adaptó la realización del trabajo a una búsqueda bibliográfica más extensa de la prevista inicialmente y su comentario y análisis crítico; los cuales se presentan a continuación.

3. ABREVIATURAS

AELC: Asociación Europea de Libre Comercio

AcOH: Ácido Acético

AITEX: Instituto Tecnológico Textil

DMF: N,N-dimetilformamida

CEN: Comité Europeo de Normalización

EEE: Espacio Económico Europeo

EN: Normas Europeas

ENAC: Entidad Nacional de Acreditación

EU: European Union

IGCC: Instituto Gallego de Consumo y de la Competencia

IR: Espectroscopia en la zona Infrarroja

ISO: Organización Internacional para la Estandarización

LCG: Laboratorio de Consumo de Galicia

SARS-CoV-2 (Covid 19): Síndrome Respiratorio Agudo y Grave - coronavirus 2

SEM: Microscopia Electrónica de Barrido

TFG: Trabajo de Fin de Grado

UE: Unión Europea

UNE: Una Norma Española

4. LABORATORIO DE CONSUMO DE GALICIA

El Laboratorio de Consumo de Galicia (LCG) es el instrumento técnico del Instituto Gallego de Consumo y de la Competencia (IGCC). Se dedica a analizar y poner a prueba, productos no alimentarios presentes en el mercado, además de atender las reclamaciones de los consumidores, con el objeto de verificar el cumplimiento de los derechos y deberes de las personas consumidoras en Galicia, atendiendo a las reglamentaciones técnicas, como son las normas técnicas UNE, EN o ISO, así como otros documentos legislativos o técnicos. Diversos ensayos de productos textiles y juguetes que se realizan en este laboratorio de consumo se encuentran acreditados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC).^{1,2}

Actualmente, el LCG analiza y controla los productos industriales, agrupados en las siguientes líneas de actuación³:

- Sustancias peligrosas en productos de consumo
- Fibras y productos textiles
- Aparatos eléctricos y pequeños electrodomésticos
- Juguetes y material escolar
- Artículos de puericultura
- Productos electrónicos

Se podría decir que el LCG es un órgano proactivo, ya que participa en numerosas actividades (como ejercicios interlaboratorios, foros técnicos, comités técnicos de normalización, colaboración con otros laboratorios, etc). Este trabajo en equipo con otras entidades, así como el sistema de calidad implantado en el laboratorio garantiza un proceso de validación de los métodos y su eficacia a la hora de realizar los análisis y ensayos necesarios para llevar a cabo la vigilancia del mercado de los productos y la defensa de los derechos de los consumidores.⁴

¹Laboratorio de Consumo de Galicia. Memoria 2018. Instituto Gallego de Consumo y de la Competencia, Xunta de Galicia, p. 2. (26-02-2020). Recuperado de:

https://consumo.xunta.gal/sites/default/files/public/documentos/1582539679_memoria_lcg_2018.pdf

² ENAC. Anexo técnico del LCG 293/LE627. Obtenido de Entidad Nacional de Acreditación: (29-08-2020)

<https://www.enac.es/documents/7020/89e370f4-5047-4298-b5b2-05fd51610a38?version=6.0>

³ LCG. IGCC, Xunta de Galicia. (26-02-2020) Recuperado de:

<https://consumo.xunta.gal/es/lcg/laboratorio>

⁴ LCG. Plan estratégico 2020 – 2030. IGCC, Xunta de Galicia, p. 10, 11. (27-02-2020)

Mantener este sistema de calidad y conservar la Acreditación ENAC supone el cumplimiento de la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025⁵ (Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración). Además, dicha acreditación representa el reconocimiento formal de la competencia técnica del laboratorio y la máxima fiabilidad en los resultados.¹

El laboratorio de consumo se divide en 5 sectores: textil, químico, mecánico (juguete y puericultura), eléctrico y electrónico; y cuenta con una dotación de 1 directivo, 4 técnicos titulados, 1 técnico de laboratorio y 1 administrativo³.

La siguiente imagen (*Ilustración 1*) nos muestra la fachada del Laboratorio de Consumo de Galicia, ubicado en la calle Torres Quevedo 3 (Polígono de La Grela), CP 15071, de A Coruña.



Ilustración 1: Fachada del LCG⁶

⁵ CTN 66/SC 2 - EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD. (20 de Noviembre de 2017). UNE-EN ISO/IEC 17025:2017. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. (ISO/IEC 17025:2017). Recuperado de AENOR:

<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0059467>

⁶ Páginas Gallegas. Ilustración del Laboratorio de Consumo de Galicia. Recuperado de:

<https://www.paxinasgalegas.es/laboratorio-de-consumo-de-galicia-278300em.html>

4.1. Marco legislativo:

Conforme al Decreto 135/2017, artículo 3.2.b, el LCG es una entidad adscrita a la Consellería de Economía, Empleo e Industria (Xunta de Galicia), a través del Instituto Gallego de Consumo y de la Competencia (IGCC)⁷. La estructura del IGCC figura en el Decreto 118/2016⁸, artículo 8. Además, en dicho Decreto figuran las funciones del LCG, en su artículo 21, Subsección 3ª; entre las que están:

- a) Realización de estudios, análisis e informes técnicos sobre los productos existentes en el mercado a disposición de las personas consumidoras o usuarias.
- b) Información y asesoramientos en temas relacionados con el control de los productos a disposición de las personas consumidoras y usuarias.
- c) Participación en los comités técnicos de normalización en el ámbito de sus competencias y en cuantos foros técnicos le sean encomendados por la persona titular de la Dirección del Instituto.
- d) Proponer o participar, desarrollar y coordinar iniciativas de investigación en materia de análisis y evaluación de productos de consumo, además, de estudios prospectivos en materia de seguridad y calidad de productos de consumo.
- e) Prestación de servicios de asistencia científico-técnica a los sectores sociales e industriales y a los gestores públicos en materia de consumo.
- f) Participación y propuesta de ofertas en contrataciones públicas tanto en España como en otros países.
- g) Participación y propuesta de programas, acciones y actividades formativas de concienciación y promoción en materia de consumo.
- h) Desarrollo y puesta en marcha de nuevos métodos analíticos instrumentales.
- i) Colaboración con otros organismos y entidades que tengan funciones en armonía con el LCG.

⁷ Consellería de Economía, Empleo e Industria. Xunta de Galicia. (25 de Enero de 2018). DECRETO 135/2017, de 28 de diciembre, por el que se establece la estructura orgánica de la Consellería de Economía, Empleo e Industria. Recuperado el 28 de Febrero de 2020, de DOG: https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2018/20180125/AnuncioG0424-180118-0001_es.html

⁸ Vicepresidencia y Consellería de Presidencia, Administraciones Públicas y Justicia. (25 de Agosto de 2016). DECRETO 118/2016, de 4 de agosto, por el que se crea el Instituto Gallego del Consumo y de la Competencia y se aprueban sus estatutos. Recuperado el 28 de Febrero de 2020, de DOG: https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2016/20160825/AnuncioG0244-220816-0001_es.html

- j) Realizar informes en materia de seguridad de los productos con el objeto de evaluar su cumplimiento con respecto a los productos existentes en el mercado.
- k) Proponer campañas de inspección especialmente en materia de seguridad de los productos.
- l) Prestar asistencia o desarrollar cualquier otra función que, por razón de su competencia, le pueda encomendar la persona titular de la Dirección del Instituto.

Dichas funciones siguen los principales objetivos establecidos por la Comisión Europea, presentes en el documento Estrategia Europa 2020⁹, basados en un crecimiento inteligente, sostenible e integrador:

- Mejorar la seguridad de los consumidores
- Mejorar los conocimientos
- Mejorar la confianza de quien participa en el mercado
- Adaptar la legislación de consumo a la era digital y apoyar los intereses de los consumidores

En base a esta estrategia se desenvuelve el Plan Gallego 2015-2020¹⁰.

Además, estas funciones cumplen con las normas y los procedimientos que se mencionan en el nuevo Reglamento 2019/1020¹¹, donde se mejora el funcionamiento del mercado interior, fortaleciendo así la vigilancia del mercado de productos. De esta forma se mejora el nivel de protección a las personas consumidoras en productos o servicios como la salud y la seguridad.

En la actualidad, la composición de las prendas textiles es un tema muy discutido ya que el sector textil es uno de los pilares fundamentales de la economía. Los productos a disposición de las personas consumidoras en el mercado interior de la UE deben de ser adecuados y han de cumplir con la normativa de aplicación. Con el fin de verificar tales

⁹ Comunicación de la Comisión EUROPA 2020, Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Comisión Europea. Bruselas, 2010. Anexo 1. (29-02-2020)

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC2020&from=ES>

¹⁰ Plan Estratégico Galego 2015 – 2020. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela, 2015. (29-02-2020)

<http://www.planestratexico.gal/>

¹¹ BOE. Reglamento (UE) 2019/ 1020 del Parlamento Europeo y del Consejo - de 20 de Junio de 2019 - Relativo a La Vigilancia Del Mercado y La Conformidad de Los Productos y Por El Que Se Modifican La Directiva 2004/ 42/ CE y Los Reglamentos (CE) n.o 765/ 2008 y (UE) n.o 305/ 2011. Capítulo 1, Artículo 1. (29-02-2020)

extremos se establece campañas de control y se ensayan los productos mediante la utilización de normas armonizadas; estas normas regulan diversos aspectos, como es el etiquetado y marcado de la composición en fibras de los productos textiles, las denominaciones de las fibras textiles, así como los métodos de muestreo y análisis de los productos textiles. Estas normas son creadas por comités técnicos del Comité Europeo de Normalización (CEN), en base a mandatos de la Comisión. El LCG forma parte de diversos grupos de trabajo en los que se han llevado a cabo, entre otras labores, la armonización de las normas de análisis de la composición en fibras, considerando las normas ISO de la serie 1833 y las incluidas en el reglamento de textiles.

A pesar de esto, este sector se ve muy afectado por la falsificación, lo que viola los derechos de los consumidores. Para evitar esta acción, las autoridades encargadas de la vigilancia del mercado llevan a cabo controles periódicos relativos a la conformidad de la composición en fibras de los productos textiles con la información suministrada en su etiquetado. Estos controles se desarrollan en conformidad con el Reglamento (UE) N° 1007/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo¹². Para ello, se crearon organismos tanto públicos (por ejemplo, el Laboratorio de Consumo de Galicia, LCG) como privados que se encargan de verificar la información que acompaña a los productos textiles, en concreto su composición.

Esta labor no solamente es importante por el posible fraude que se cometa, sino porque un etiquetado incorrecto en relación a la composición puede ser origen de problemas de salud en las personas consumidoras. Determinadas fibras sintéticas pueden generar problemas de alergias en determinadas personas; por ello la información ha de ser veraz y suficiente.

¹² Parlamento Europeo, Consejo Europeo. (15 de Febrero de 2018). Reglamento (UE) n o 1007/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2011 , relativo a las denominaciones de las fibras textiles y al etiquetado y marcado de la composición en fibras de los productos textiles (Versión consolidada) Capítulo 1 (Artículo 1) y Capítulo 3 (Artículo 18). Recuperado de EUR-LEX: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02011R1007-20180215&qid=1598790458996&from=ES>

5. INTRODUCCIÓN

5.1. Antecedentes:

Antiguamente, las personas primitivas vestían con pieles de animales y, más tarde, empezaron a coser dichas pieles con tendones, tiras de piel y tripas. Esta necesidad, hizo que se fabricaran los primeros hilos con fibras de animales y vegetales. El desarrollo de material hecho con hilos muy apretados y entrecruzados, llevó a la sustitución de las pieles por tejidos. Así, surge el hilado y el tejido, con la aparición del lino que se remonta a la Edad de Piedra.

Posteriormente, en 1664 el inglés Robert Hooke sugirió la posibilidad de fabricar hilos artificiales. Sin embargo, no fue hasta el siglo XIX, en Europa, en donde se comenzó a fabricar la primera fibra artificial o semisintética, con un avance importante en sus propiedades respecto a las fibras iniciales. Este avance, supuso la democratización de la moda, un gran adelanto social y un desarrollo socioeconómico mundial.¹³

En cuanto a los derechos de propiedad intelectual, al igual que los derechos de los consumidores se remontan a épocas anteriores, en particular, a Grecia y Roma antigua. Allí, el creador del producto tenía la capacidad de autorizar la utilización de este para su divulgación; además, la sociedad recriminaba el plagio. Más adelante, se empieza a desarrollar una legislación internacional para regular y dar protección a dichos derechos.

Cabe mencionar que la violación de estos derechos no es un tema reciente. No obstante, actualmente es común enfrentarse a este tipo de infracción debido a que el proceso de industrialización y globalización, el intercambio de mercancías y el comercio internacional es abundante.¹⁴

Uno de los sectores más afectados por este fenómeno es el textil. El ejemplo más extendido es la falsificación de marcas. A lo largo de la historia, la moda ha influido en la sociedad y a día de hoy es uno de los factores en que el ser humano expresa y demuestra su status; es decir, la sociedad está organizada sobre tendencias marquiastas,

¹³ Tatiana Sanchez. *Historia de las fibras textiles*, Institución Educativa Técnica Alfonso Palacio Rudas. Modalidad confección y textil. Issu, Colombia, 2011.

¹⁴ Esteban Monge Morera. *“La falsificación de textiles como infracción a los derechos de propiedad intelectual: Herramientas que ofrece el ordenamiento jurídico costarricense para tu tratamiento”*. Universidad de Costa Rica, Facultad de Derecho, 2013.

lo que significa que algunos consumidores están dispuestos a pagar altos precios por adquirir productos de reconocido prestigio.¹⁵

La problemática surge cuando el fenómeno de la falsificación afecta a un consumidor que adquiere un producto textil que parece legítimo, a precio de uno auténtico, cuando en realidad no lo es. En estos casos, los productos suelen venir acompañados de un etiquetado y marcado incompatible con su verdadera composición. A raíz de esta problemática, surge la necesidad de verificar la originalidad del producto.¹⁴

5.2. Fibras textiles:

La fibra es la unidad básica de todo material textil, que se puede considerar como un filamento dispuesto en haces, capaz de formar hilos y tejidos, gracias a su flexibilidad, finura y gran longitud. La “anchura aparente” de la fibra no puede exceder más de 5 mm, incluidas las tiras más anchas o de láminas. La naturaleza de las fibras puede variar y con ello su denominación. En el [Anexo I](#) figuran las denominaciones oficiales de las diferentes fibras que tienen aplicación en la producción de productos textiles.¹²

Las primeras fibras utilizadas en la historia eran naturales, es decir, que se presentan como tales en la naturaleza. No obstante, hoy en día existen más de 500 fibras naturales y solo un número limitado se puede utilizar en la industria, ya que no todas las fibras presentan las características suficientes para la fabricación de tejidos.¹⁶

El carácter textil exige unas condiciones estructurales y cualidades específicas, como: finura, resistencia, flexibilidad, longitud, aspecto, rizado, color y brillo, elongación, resistencia a la atracción, estabilidad a la acción del calor, estabilidad frente a los disolventes, teñibilidad y confortabilidad. Por todas esas necesidades, surgen las fibras químicas, que se preparan a partir de sustancias poliméricas naturales transformadas por acción de agentes químicos (fibras artificiales), o de sustancias también poliméricas obtenidas por síntesis química (fibras sintéticas). Además, se pueden fabricar fibras de longitud indefinida.¹⁷

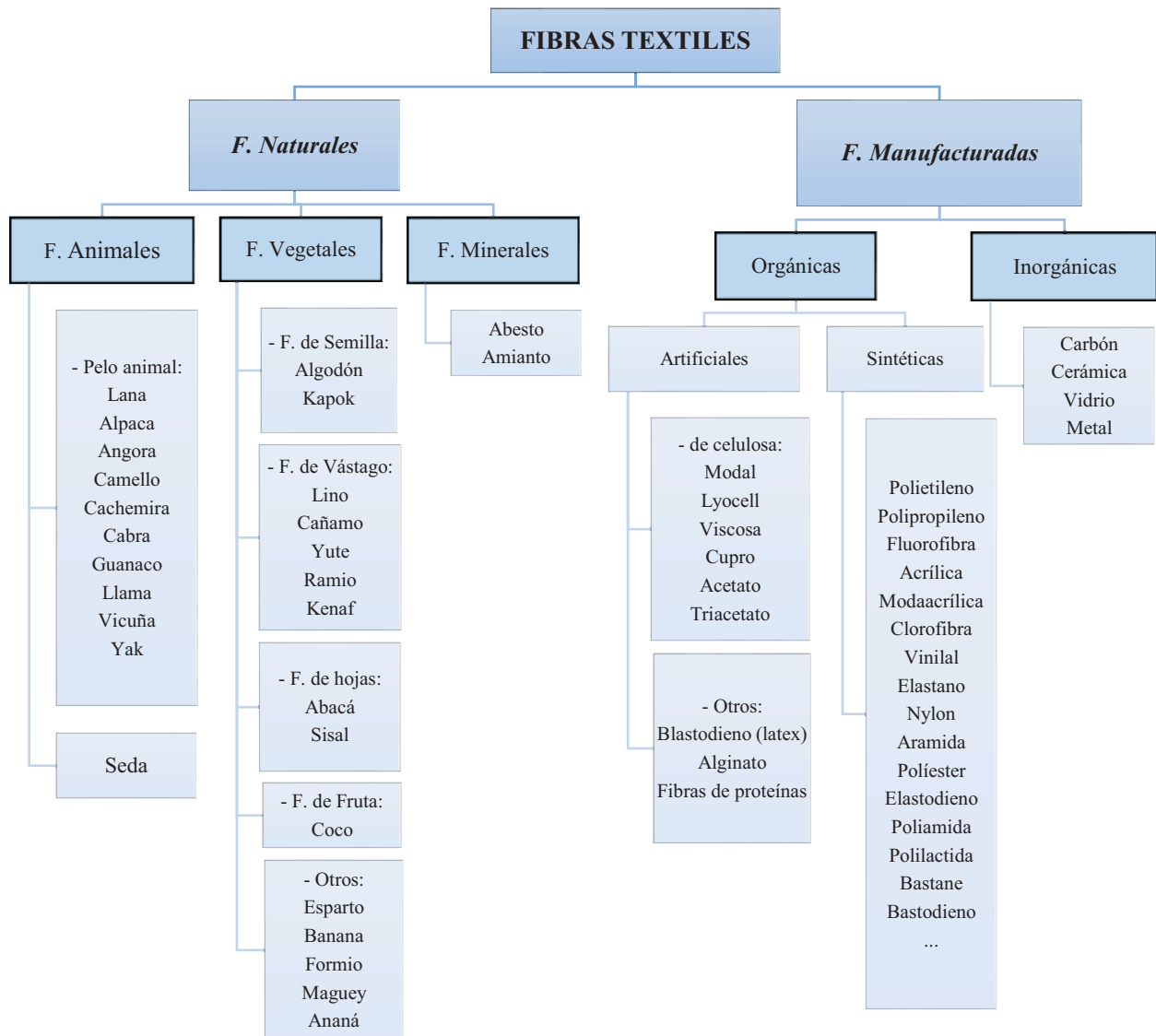
¹⁵ Pablo de la Vega Cavero, Cristina Giner Mas. *El problema de la falsificación de marcas: Los casos más relevantes sobre falsificación de marcas*. Garrigues, Alicante, 2011.

¹⁶ Tania Efigenia Tenrero Cañete. 2011. *Fibra Textil*. Ecu-Red. https://www.ecured.cu/Fibra_textil (8-05-2020)

¹⁷ Joaquín Gacén Guillen. *Fibras Textiles: Propiedades y Aplicaciones (curso básico)*. Universidad Politécnica de Catalunya. Terrassa, 1991.

La norma *Composition testing - Identification of fibres (ISO/TR 11827:2012)*¹⁸, en donde se describe los procedimientos para la identificación de fibras, y el libro “Fibras textiles, Propiedades y Aplicaciones”¹⁷, clasifican las fibras textiles en dos grandes grupos (*Esquema 1*):

- 1) Las fibras de origen natural: vegetal, animal y mineral
- 2) Las fibras manufacturadas, llamadas también artificiales y sintéticas



*Esquema 1: Clasificación de fibras textiles en relación a su origen.*¹⁹

¹⁸ ISO – ISO/TR 11827: 2012 - Textiles — Composition Testing — Identification of Fibres'. Primera edición. <http://www.iso.org/standard/50853.html> (15-05-2020)

¹⁹ Elaboración propia con ayuda de los documentos mencionados en el presente apartado. (Referencias: 12 y 13)

5.2.1. Fibras naturales:

Las fibras naturales pueden clasificarse según su origen: animal, vegetal y mineral²⁰:

a) Origen animal:

Las fibras proteicas naturales son de origen animal; además de la lana y las lanas especiales que incluyen el pelo y la piel de animales, así como la seda, que es la secreción del gusano de seda. En la actualidad, muchas de las fibras proteicas naturales tienen una gran importancia. Entre ellas están la seda, la vicuña, la cachemira y el pelo de camello. La lana, que en su tiempo fue una de las fibras más utilizadas, ha sido reemplazada en muchos casos por productos acrílicos, ya que el costo de estos productos es menor.

Las fibras proteicas están constituidas por varios aminoácidos en forma de cadenas de polipéptidos de alto peso molecular, compuestos por carbono, hidrógeno y nitrógeno. La lana además contiene azufre.

Las fibras proteicas son anfóteras, es decir, tiene grupos reactivos tanto ácidos como básicos. Esta propiedad es importante ya que da indicación respecto al cuidado de las telas. En la seda y en la lana estas propiedades son distintas debido a que sus estructuras físicas y moleculares son diferentes.

Actualmente, la seda es considerada un bien de lujo, ya que presenta una combinación única de propiedades como, por ejemplo, tacto “seco”, lustre natural, buena absorción de humedad, buenas cualidades de caída y alta resistencia.²⁰

b) Origen vegetal:

Respecto al origen vegetal, las fibras se obtienen de las plantas y se separan generalmente con facilidad del material que las rodea. Las fibras vegetales poseen una composición química similar, pero se diferencian en su estructura. Las telas obtenidas, por lo tanto, tendrán aspectos distintos y tactos diferentes, pero tendrán la misma reacción ante los productos químicos y requieren del mismo cuidado.

Las fibras de celulosa regenerada (comúnmente denominadas rayón) se preparan disolviendo y resolidificando la celulosa natural de árboles de pino o inters (estopas) de algodón.

²⁰ Hollen, Sadder, L. Langford. *Introducción a los Textiles* (Editorial Limusa, 1989)

Las fibras de líber, como el lino y el yute, se encuentran en haces, en el tallo de la planta debajo de la cubierta externa o corteza. Obtener dichas fibras requiere una ardua labor para procesarlas, ya que están selladas entre sí por una sustancia compuesta de pectina, ceras y gomas. Para desprenderlas y poder retirarlas del tallo pasan por un proceso denominado *enriado* (putrefacción bacteriana).²⁰

c) Origen mineral:

Entre las fibras de origen mineral se encuentran el asbesto o amianto de estructura fibrosa. Los minerales de asbesto presentan fibras largas y flexibles que se pueden separar para ser hiladas. Estas fibras poseen buena resistencia mecánica y resisten altas temperaturas, por ello, suelen utilizarse en tejidos resistentes al fuego.

Algunos metales como el oro y la plata, debido a su brillo y gracias a su ductilidad se utilizan en forma de hilos para trajes regionales, de luces y relacionados con cultos religiosos.

En general, las fibras naturales minerales se presentan asociadas o acompañadas de productos diversos de complejidad variable que deben ser separados antes de iniciarse el proceso textil (proceso de purificación). En cualquier caso, se trata de fibras que presentan propiedades muy diversas, pero muy adecuadas en muchos campos de aplicación.²⁰

5.2.2. Fibras manufacturadas

El nombre común de las fibras químicas está relacionado con los grupos funcionales o agrupaciones de átomos que se repiten a lo largo de la cadena polimérica correspondiente. Sin embargo, existen fibras manufacturadas químicamente similares (o muy similares) con diferentes nombres genéricos; por ejemplo, la viscosa, cupro y modal. Estas tres fibras están compuestas de celulosa (*Ilustración 2*) regeneradas, y sin embargo presentan ligeras diferencias gracias a sus distintos procesos de fabricación.

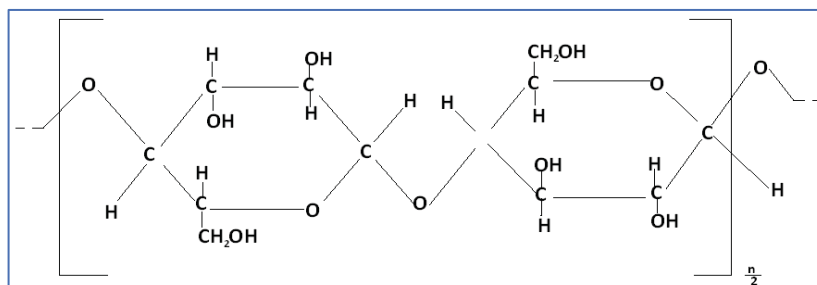


Ilustración 2: Celulosa¹⁷

Las fibras manufacturadas se obtienen a través de un proceso de fabricación químico-sintética. Estos tipos de fibras tienen la estructura química del polímero componente la cual permite más usos que las fibras naturales. La estructura de la fibra está determinada por los siguientes factores: orientación, cristalinidad y la longitud de la cadena macromolecular. Estas tres características permiten alcanzar un alto punto de fusión, resistencia y elasticidad suficientes, teñibilidad e hidrofilia moderada, que deben ser satisfactorias para que la fibra pueda hilarse, tejerse, teñirse y terminarse.

Los diferentes tipos de fibras tienen diferente cristalinidad y orientación molecular. En fibras naturales, estos parámetros están determinados por la naturaleza, dependiendo de la especie o las condiciones climáticas. En las fibras químicas, estos parámetros pueden variar según las condiciones del proceso de fabricación. La aplicabilidad de estas fibras para la producción de diversos productos es superior al de las fibras naturales.

Si estos cambios se hacen intencionalmente, aunque se use el mismo polímero, las propiedades del producto o material de fibra son bastante diferentes y están destinadas a aplicaciones muy específicas. Esto es ventajoso para fibras químicas con una gama mucho más amplia de propiedades mecánicas que las fibras naturales.¹⁷

Las fibras manufacturadas se pueden clasificar en:¹⁸

a) Fibras artificiales:

Fibras fabricadas a partir de sustancias poliméricas naturales (macromoléculas) transformadas por la acción de agentes químicos.

b) Fibras sintéticas:

Fibras fabricadas a partir de sustancias poliméricas obtenidas por síntesis química.

c) Fibras bicomponentes:

Fibra compuesta de dos componentes poliméricos, que son química o físicamente diferentes.

6. MUESTREO

El muestro de los productos textiles debe realizarse conforme a la norma ISO 5089²¹ tal y como se establece en la norma ISO 1833-1^{22, 23}.

Normalmente, la muestra a granel de laboratorio consta de un artículo confeccionado completo o una parte representativa de dicho artículo. Si todas las partes del artículo son de composición similar se considera muestra a granel de laboratorio y se toma una muestra representativa, que sería la muestra de ensayo de laboratorio. En caso contrario, se separan las partes y se trata cada una como muestra a granel de laboratorio, tomando de cada una de ellas una muestra de ensayo de laboratorio.

El muestreo descrito anteriormente es aplicable de forma general, sin embargo, existen determinados productos cuyo muestreo debe realizarse con precaución y siguiendo las directrices establecidas en la Guía Técnica de los Laboratorios Textiles de la UE²⁴. Esta guía tiene como objetivo describir reglas y procedimientos para facilitar el análisis cualitativo y cuantitativo de la composición en fibras de algunos productos, sirviendo de apoyo al Reglamento N° 1007/2011¹². Dicho informe surgió a raíz de las discrepancias que se generaban entre diferentes laboratorios a la hora de evaluar los resultados obtenidos al analizar la misma muestra. Para ello, se creó una red de 12 laboratorios textiles, acreditados por una autoridad de vigilancia del mercado en los Estados miembros de la UE, del EEE y de la AELC en conformidad con el Reglamento (CE) N° 765/2008²⁵. Su finalidad era comparar los resultados de análisis cualitativos y

²¹ CTN 40 - INDUSTRIAS TEXTILES. (31 de Mayo de 2017). UNE-EN ISO 5089:2017. Textiles. Preparación de muestras de ensayo de laboratorio y probetas de ensayo para ensayos químicos. (ISO 5089:1977). Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de AENOR:

<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0058444>

²² CTN 40 - INDUSTRIAS TEXTILES. (18 de Mayo de 2011). UNE-EN ISO 1833-1:2011. Textiles. Análisis químico cuantitativo. Parte 1: Principios generales de ensayo. (ISO 1833-1:2006, incluye Cor 1:2009). Actualmente coexisten la versión de la norma española de fecha 2011 y la versión de la norma internacional de fecha 2020. Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de AENOR: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0047385>.

²³ ISO/TC 38 - Textiles. (5 de Junio de 2020). ISO 1833-1:2020. Textiles -- Quantitative chemical analysis -- Part 1: General principles of testing. Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de AENOR: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/iso/?c=074881>

²⁴ Torres E., Pascual J. (Septiembre de 2019). Technical Guidelines for EU Textile Laboratories. Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de Publications Office of the EU: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/01408c6d-4c85-11ea-b8b7-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-119200605>

²⁵ Parlamento Europeo, Consejo Europeo. (1 de Enero de 2010). Reglamento (CE) n° 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de julio de 2008 por el que se establecen los requisitos de acreditación y vigilancia del mercado relativos a la comercialización de los productos (versión

cuantitativos en fibras, siguiendo un protocolo general, considerando 12 productos textiles que habían sido seleccionados atendiendo al mayor grado de discrepancia observada en los análisis previos.

La conclusión a la que se llegó después de someter a los laboratorios a una prueba interlaboratorio para validar la reproducibilidad de los protocolos técnicos específicos, fue que las diferencias en los resultados obtenidos radicaba principalmente en el procedimiento de muestreo y en las diferentes interpretaciones del Reglamento (UE) N° 1007/2011¹². Además, la utilización de protocolos específicos para los productos seleccionados indicando la composición del producto por partes proporcionaba resultados más fiables y precisos, minimizaba las desviaciones y aumentaba la reproducibilidad en los resultados de los análisis.²⁴

Para facilitar el uso de los protocolos técnicos específicos por parte de técnicos de laboratorio, fabricantes y autoridades públicas, los documentos siguen la misma estructura del ANEXO VIII del Reglamento (UE) N° 1007/2011¹²:

- a) Procedimiento de muestreo
- b) Introducción a los métodos para los análisis cuantitativos de mezclas de fibras textiles

6.1. Procedimiento de muestreo:

El procedimiento de muestreo es una de las etapas problemáticas que hace que los resultados sean inconsistentes entre los laboratorios. Por ello, los protocolos técnicos específicos se centraron en establecer un procedimiento de muestreo adecuado y preciso para cada producto, de acuerdo con el ANEXO VIII del Reglamento (UE) N° 1007/2011¹².

A continuación, se resume el procedimiento de muestreo. Está determinado por las disposiciones particulares relativas al etiquetado y marcado de determinados productos textiles.

- 1) Se identifica los artículos que no se deben tener en cuenta para la determinación de la composición en fibra ([Anexo II](#)).
- 2) Se pesa la muestra a granel de laboratorio.

consolidada). Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de EUR-LEX: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R0765-20100101&qid=1598790916295&from=ES>

- 3) Se identifican las fibras bajo un microscopio óptico para confirmar la composición que figura en el etiquetado. Si se detectan tipos de fibras diferentes se cortan las diferentes partes a analizar. Se pesa cada parte y se determinan las proporciones relativas de cada parte en relación con la muestra a granel del laboratorio.
 - i) Si el contenido en fibra es el mismo para ambas partes identificadas, el producto textil puede considerarse puro o multifibra, como se indica en los artículos 7 y 9, respectivamente, del Reglamento N°1007/2011¹².
 - ii) Si el contenido en fibra es diferente, el producto textil puede considerarse un componente múltiple (Artículo 11, Reglamento N° 1007/2011¹²)
 - iii) Si el producto cuya composición a determinar no es uniforme, puede necesitar la selección de muestras reducidas de laboratorio de cada una de las partes del mismo y determinar las proporciones relativas de las distintas partes respecto a la totalidad del producto en cuestión.
- 4) Se selecciona y se corta una parte representativa de cada parte (muestra reducida de laboratorio).
- 5) Se pesa la muestra reducida de laboratorio y se calcula el porcentaje teniendo en cuenta la porción relativa de la pieza.
- 6) Se separan de cada muestra los diferentes hilos para detectar la secuencia de cada puntada y cada grupo de hilos, considerándolo ahora como una muestra de análisis. Si hay hilos que contienen elastano u otro tipo de fibra, se recomienda cuantificar el porcentaje de elastano, manualmente siempre que sea posible. Si no, utilizar los métodos químicos indicadas en el Reglamento N° 1007/2011¹² (o la norma EN-ISO 1833 que corresponda).
- 7) Previamente se identificará su naturaleza bajo un microscopio óptico y/o mediante espectroscopia IR u otras técnicas especificadas en ISO/TR 11827:2012¹⁸, seguida de identificación por métodos de solubilidad.

6.2. Protocolos técnicos de muestreo:

Tras los resultados obtenidos AITEX aplicó un procedimiento de descarte estadístico para resultados discrepantes, de conformidad con la norma ISO 5725-5²⁶.

De los 12 productos analizados, sólo 8 proporcionaron resultados comparables, confirmando la homogeneidad, repetibilidad y reproducibilidad de los protocolos establecidos. Estos productos fueron: camisas bordadas, *leggings*, chaquetas, telas recubiertas, toallas, manteles, alfombras y telas con efecto antiestético.²⁴ A continuación, y a modo de ejemplo, se resumen los protocolos técnicos de dos de estos productos:

- **Camisas bordadas**

Para determinar la composición de un bordado, en primer lugar, se debe tener en cuenta que un bordado son patrones o dibujos hechos con fibras que consisten en puntadas cosidas directamente en la tela; por lo tanto, no son parte de la estructura del producto. Si se elimina el bordado de la superficie del producto, no se modificará ni destruirá la estructura de la tela base.

1) **Cálculo de la superficie bordada del producto.** Existe dos métodos para determinar el área de la superficie de la parte bordada:

- i) **Método 1:** (tomando en cuenta que el papel tiene una densidad precisa)
 - a) Cortar el producto en partes (puños, bordado, tiras...)
 - b) Fotocopiar cada parte con una impresora.
 - c) Recortar las partes impresas
 - d) Pesar todas las partes recortadas
 - e) Cortar la parte bordada
 - f) Pesar la parte bordada
 - g) Calcular la porción entre la parte bordada y el producto completo, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Relación de área} = \frac{\text{peso de la parte bordada}}{\text{peso del producto completo}} \times 100$$

²⁶ ISO 5725-5: 1998. Exactitud (veracidad y precisión) de los métodos y resultados de medición – Parte 5: Métodos alternativos para la determinación de la precisión de un método de medición estándar.

ii) Método 2:

Para calcular si la parte bordada excede el 10 % de la superficie del producto se utilizará un programa informático (ImageJ) de tratamiento de imagen. Dicho programa selecciona el área bordada de interés y calcula su porcentaje respecto al producto completo.

Si el 10 % del área total no está clara, se recomienda etiquetar la composición de fibra indicando por separado la composición de la tela base y la del hilo de bordado.

- 2) Indicar los elementos que no deben tenerse en cuenta. Teniendo en cuenta que el soporte de respaldo del bordado se considera entretejido; por lo tanto, no debe considerarse.
- 3) Pesar la muestra a granel de laboratorio.
- 4) Indicar y cortar los diferentes componentes textiles a analizar, si se detecta un contenido diferente en fibra.
- 5) Seleccionar y cortar una parte representativa de cada parte (muestra reducida de laboratorio).
- 6) Pesar cada muestra reducida de laboratorio y calcular el porcentaje teniendo en cuenta la porción relativa de la pieza.
- 7) Deshilachar cada muestra reducida de laboratorio, de modo que se pueda identificar la secuencia de cada puntada y cada grupo de hilos, si es posible manualmente (muestra de ensayo).
- 8) La composición de cada hilo se identificará primero por microscopía óptica y/o espectroscopía IR u otra técnica especificada en la ISO/TR 11827: 2012¹⁸, y posteriormente cuantificar por métodos de solubilidad descritos en el ANEXO VIII del Reglamento (UE) N° 1007/2011¹².

• Calcetines deportivos

- 1) Los elementos que no deben tenerse en cuenta se eliminarán ([Anexo II](#)). Atención, si los hilos elásticos se utilizan en todo el producto, no se excluirán.
- 2) Pesar la muestra a granel de laboratorio.
- 3) Identificar las diferentes zonas del calcetín (*Ilustración 3*), independientemente de si la zona se considera de diferentes componentes textiles según el Artículo 11 del Reglamento (UE) N° 1007/2011¹². Para ello, se recomienda mirar ambos lados del calcetín mientras se observan las diferentes puntadas de todo el

producto, esto ayudará a identificar diferentes zonas del producto. Los calcetines generalmente se fabrican con una máquina de tejido circular que usa el mismo hilo para construir toda la pieza. Por lo tanto, las zonas que muestran diferentes puntadas probablemente están compuestas de la misma secuencia de hilo.



Ilustración 3: Componentes de análisis en un calcetín²⁴

- 4) Dependiendo del número de elementos o zonas se recomienda seguir el procedimiento A (si hay más de cuatro zonas) o el procedimiento B (si hay cuatro zonas o menos). Luego continuar con el paso 8.
- 5) Procedimiento A: se recomienda retirar la muestra a granel del laboratorio por completo para simplificar el procedimiento. Es más fácil desenganchar si la dirección de desenganche se elige desde la puntera hasta la caña, debido al proceso de producción circular. Al eliminar la muestra a granel del laboratorio, se puede identificar la secuencia de cada grupo de hilos (muestra de prueba de laboratorio).

Procedimiento B: cortar las zonas previamente identificadas del producto.

- 6) Procedimiento A: Cuando sea apropiado, pesar cada muestra de prueba de laboratorio y determinar la porción relativa en relación con la muestra a granel de laboratorio.

Procedimiento B: seleccionar una porción representativa de cada zona que ahora se considerará como una muestra de prueba de laboratorio. Cuando sea apropiado, pese cada muestra a granel de laboratorio.

- 7) Procedimiento A: Omitir el procedimiento B y continuar con el paso 8.

Procedimiento B: Deshilache cada muestra de prueba de laboratorio. Es más fácil desenganchar si la dirección se elige desde la puntera hasta la caña. Al

retirar las diferentes muestras de prueba de laboratorio, se puede identificar la secuencia para cada grupo de hilos (muestra de prueba).

- 8) La composición de cada hilo se identificará primero con un microscopio óptico y/o utilizando espectroscopia IR y otra técnica de identificación, y posteriormente cuantificada por métodos de solubilidad.

7. MÉTODOS DE ANÁLISIS

Para determinar la composición del producto textil, en primer lugar, se debe proceder a identificar la naturaleza de cada fibra componente (análisis cualitativo). Posteriormente, debe aplicarse el método de determinación cuantitativa adecuado, conforme el resultado obtenido en el análisis cualitativo previo. Estos métodos cuantitativos están basados en el análisis gravimétrico.

7.1. Análisis cualitativo: Identificación de las fibras

Las leyes requieren que las prendas y textiles domésticos presenten una etiqueta con información sobre la composición donde se especifique el contenido de fibras. El LCG se encarga de confirmar o verificar la información de dicha etiqueta.²⁰

Una inspección preliminar de la muestra a través de un microscopio puede ayudar mucho en la identificación de las fibras. Todas las fibras tienen características únicas, incluso cuando éstas no son suficientes para una identificación positiva. Sin embargo, debe enfatizarse que el proceso de rizado, abultamiento o deformación, el tratamiento químico y el proceso de acabado pueden deformar fácilmente la forma original (especialmente las fibras artificiales), lo que hará aún más complicada la identificación de las fibras.¹⁷

A continuación, se describe brevemente una serie de métodos de análisis identificativo, profundizando en las técnicas de espectroscopia infrarroja (IR) y espectroscopia electrónica de barrido (SEM).

7.1.1. Microscopia óptica

El microscopio óptico se utiliza principalmente para distinguir los diferentes tipos de fibras animales y vegetales; su uso para fibras artificiales, sin embargo, es algo limitado. El primer examen de una muestra de fibras desconocidas debe realizarse mediante una vista longitudinal y/o transversal de la fibra en todo el montaje, utilizando un microscopio óptico de transmisión y los aumentos más adecuados.

La elección del medio de montaje (colocación de la muestra) es importante y viene determinada por un adecuado índice de refracción, ya que, si las fibras se instalan en un medio con un índice de refracción similar, las características de la superficie no son apreciables. Por ello, se suele recomendar utilizar un medio con un índice de refracción

mayor que el esperado de la fibra. Los montantes comúnmente utilizados son parafina líquida y α -bromonaftaleno.

A través de esta inspección preliminar, se puede decir a priori si la muestra presenta en su composición una mezcla de diferentes fibras o de un solo tipo. Así pues, obtenidas las imágenes del microscopio, estas se comparan con una variedad de microfotografías de patrones de fibras que se han recopilado previamente en un catálogo. El LCG utiliza las microfotografías que aparecen en el libro “*Identification of Textile Materials*”²⁷, así como una biblioteca de imágenes generadas en el laboratorio a partir de materiales de referencia.

7.1.2. Microscopia de interferencia y birrefringencia

La mayoría de las fibras textiles son ópticamente anisotrópicas como consecuencia del material fibroso; es decir, son birrefringentes. El fenómeno de birrefringencia ocurre cuando un haz de luz polarizado, que viaja por un medio con un índice de refracción (n), se hace incidir sobre la fibra y éste se descompone en dos haces perpendiculares, cada uno de ellos con un determinado índice de refracción (n' y n'') y una única dirección de vibración (polarizados). La diferencia (retardo) entre estos dos haces se examina en un microscopio de luz polarizada, en donde la fibra se sitúa entre dos láminas polarizadoras cruzadas perpendicularmente. La primera, denominada polarizador, que se sitúa después de la fuente luminosa y la segunda, denominada analizador, se coloca entre el objetivo y el ocular. Generalmente, se ven bandas de color de interferencia cuando la fibra está en una posición de 45° respecto a los polarizadores. (*Ilustración 4*)

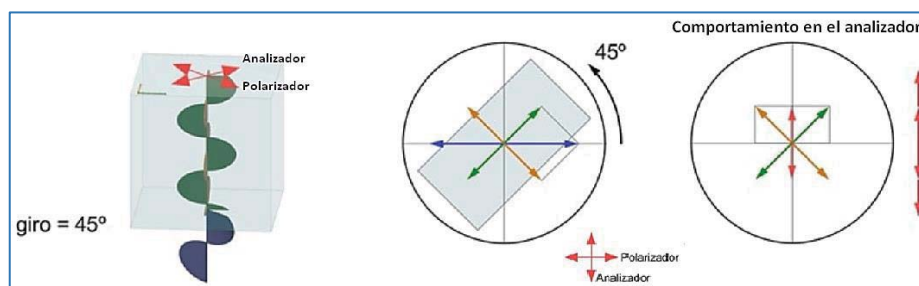


Ilustración 4: Desdoblamiento en dos rayos polarizados en posiciones de iluminación. Variación de las amplitudes relativas de los rayos. Descomposición vectorial de las amplitudes mostrando la intensidad de la luz que puede atravesar el segundo polarizador.²⁸

²⁷ Textile Institute . *Identification of Textile Materials*. Textile Book Service, séptima edición, 1975 .

²⁸ Pedro Pablo Gil-Crespo. Fenómenos de interferencia y birrefringencia. Facultad de Ciencia y Tecnología, Univerdad del País Vasco (UPV/EHU), 2009. (27-08-2020)

<http://www.ehu.es/mineralogiaoptica/fenomenos-de-interferencia-y-birrefringencia.html>

El color de la banda de interferencia puede cambiar con el grosor de la fibra. Por lo que se recomienda que cada laboratorio construya un catálogo de muestras conocidas. La comparación de las imágenes obtenidas a través del microscopio y las imágenes recopiladas en el catálogo pueden ayudar a la identificación de las fibras, en especial las artificiales.²⁷

7.1.3. Microscopía de etapa caliente

El efecto del calor es útil para identificar las fibras de polímeros sintéticos, ya que las fibras naturales y artificiales de polímeros naturales no se funden. El punto importante es asegurar un buen contacto térmico entre el soporte y la fibra, ya que la temperatura irá aumentando a medida que pasa el tiempo. Es importante aclarar que, en una mezcla de fibras, se deben separar las diferentes fibras individualmente y examinarlas por separado.

El punto de fusión de la fibra puede variar hasta en 20 °C por debajo del valor teórico. Con este criterio, podemos decir que el punto de fusión para los polímeros se define como la temperatura a la cual la fibra pasa de un estado cristalino a un estado viscoso y no se observa forma fibrosa.

Por lo tanto, para la identificación de la fibra el punto de fusión que se obtiene en el examen se comparará con los puntos de fusión que se hayan determinado previamente de manera estándar.²⁷

7.1.4. Prueba de tinción

La capacidad de las fibras para ser teñidas depende de la interacción de sus grupos funcionales con el colorante utilizado. Por otra parte, la velocidad de tinción dependerá de la estructura de la fibra, el grado de apertura de las regiones amorfas, y de la facilidad que tiene el colorante de difundirse en el interior de dicha estructura, en lo que influye la voluminosidad de las moléculas de los colorantes.¹⁷

Atendiendo al informe técnico ISO /TR 11827 (2012)¹⁸ la prueba de tinción se puede realizar mediante:

Coloración con solución de yodo/yoduro de potasio: Se observa la coloración de una muestra de fibra lavada después de la inmersión de la muestra en solución de yodo/yoduro de potasio durante 30 – 60 seg. La identificación se lleva a cabo

comparando lo obtenido con las características relativas de las fibras, que se han obtenido con anterioridad de manera estándar.

Reacción xantoproteica: Sirve para detectar componentes proteicos en una fibra. Este test se realiza sobre un portaobjetos, añadiéndole a la fibra ácido nítrico. Si durante la observación aparece un color amarillento, que al añadirle amoníaco se transforma en naranja, eso quiere decir que la fibra está compuesta por proteínas. Ejemplo, la seda.

7.1.5. Pruebas de solubilidad

La prueba de solubilidad consiste en someter pequeñas porciones de la muestra, previamente deshilachada, a la acción de diferentes disolventes, bajo condiciones predeterminadas de tiempo, temperatura y concentración, siguiendo una secuencia preestablecida. El fundamento de esta técnica se basa en la solubilidad diferencial de las fibras frente a diferentes reactivos.²⁰ Para los ensayos de solubilidad el LCG utiliza el esquema del [Anexo III](#).

7.1.6. Espectroscopia Infrarroja (IR)

Este tipo de técnica se utiliza para identificar polímeros comunes, especialmente fibras sintéticas como la poliolefina, aramidas y fibras acrílicas; especialmente las últimas, donde la composición y la proporción del comonomero de acrilonitrilo utilizado se modifican con frecuencia. Si dos o más fibras sintéticas derivan del mismo monómero básico, pero sus propiedades se han modificado mediante la adición del mismo copolímero, puede que no sea posible identificar la fibra por IR. Sin embargo, si el copolímero es diferente, entonces el espectro IR obtenido será específico para esa fibra en particular. Una de las ventajas de esta técnica es que el espectro obtenido está determinado principalmente por la composición química de la fibra y es útil cuando el tamaño de la muestra es pequeño.²⁷

Fundamento: Cuando la radiación IR pasa a través de una sustancia, la energía de los fotones infrarrojos es suficiente para provocar la rotación y la vibración de las moléculas y los grupos atómicos. Dependiendo de la naturaleza del grupo químico, algunas frecuencias de las incidentes serán absorbidas. La absorción de la radiación IR por grupos funcionales orgánicos incluye dos tipos principales de vibración: vibración de alargamiento o extensión y vibración de flexión o deformación. Estos determinan las frecuencias a las que ocurre la absorción y permiten dibujar un gráfico del porcentaje de

radiación absorbido frente a la frecuencia de la radiación policromática (espectro). En la práctica, esto se lleva a cabo automáticamente por el espectrómetro de IR.

Los espectros de absorción IR se miden con un espectrofotómetro de transformada de Fourier, que proporciona un interferograma digital que posteriormente es transformado por una computadora en el espectro infrarrojo reconocido. La mayoría de los espectrofotómetros comerciales escanean el espectro de 2 a 15 μm , es decir, la zona de IR media, con números de onda de 4000 cm^{-1} a 670 cm^{-1} .

Debido al número y la complejidad de las bandas de absorción, el espectro IR es característico de cada compuesto y puede usarse para la identificación, mediante comparación con espectros IR de fibras conocidas obtenidas de manera estándar y recopiladas en un catálogo, preferentemente; en caso contrario se acudirá a espectros de la literatura.²⁷

Procedimiento:

Los espectros de moléculas orgánicas relativamente simples se determinan generalmente midiendo el propio compuesto o usando un medio transparente a la radiación IR. La preparación de muestras de fibras sintéticas es más complicada. La elección final dependerá de la naturaleza de la fibra. A continuación, se describen los métodos más adecuados de preparación de las muestras:²⁷

- **Técnica de disco prensado:** En esta técnica se pueden obtener espectros de partículas grandes, eligiendo como matriz un haluro cuyo índice de refracción sea similar al de la muestra. Normalmente, haluro de potasio (típicamente, KBr). El método consiste en mezclar la fibra finamente dividida con KBr en polvo. El KBr se pasa a través de un tamiz de malla de 120 y se retiene en la malla de 200, se seca a $400\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante no menos de 2 h. Después del secado, se almacena en un recipiente tapado y se traslada a un desecador. La fibra se corta finamente con unas tijeras y se enrolla en una bola entre cada corte. También se recomienda moler las fibras.

Una porción del material finamente dividido se mezcla uniformemente en un mortero de ágata con 300 – 500 mg de KBr. Posteriormente, se introduce la mezcla en el troquel de un disco pequeño, aproximadamente 1 mm de espesor, se aplica vacío al troquel durante 2 min y una presión de aproximadamente 517 kN/m^2 , durante otros 2 min. Se obtiene una pastilla transparente que se coloca en

el instrumento. Los espectros presentarán pequeñas bandas de absorción debido a la humedad, ya que el bromuro de potasio es higroscópico, lo que puede conducir a una identificación incorrecta.²⁷

- **Técnica de suspensión:** Para esta técnica el líquido de suspensión no debe de ser volátil y ser lo más absorbente posible en la región de 2 – 15 μm . Los agentes de reflexión que están libres de absorción en las regiones anteriores son el Nujol, un aceite mineral, el hexaclorobutadieno y el aceite de perfluorocarbono.

En este método, el material a estudiar se lima entre placas de vidrio esmerilado lo que permite una acción abrasiva más potente. La muestra pulverizada se tritura junto con polvo de carborundo (malla de 200) hasta obtener partículas uniformes, luego se añaden unas gotas de Nujol y se continúa la abrasión. Finalmente, las placas se separan y la suspensión resultante se examina como una delgada película entre dos ventanas de cristal de haluro o dos láminas de polietileno.²⁷

- **Películas moldeadas con disolvente:**

Esta técnica genera mejores resultados en comparación a las dos anteriores, aunque su uso no es habitual debido a que no hay disolventes adecuados para algunas fibras. Se requiere que el disolvente no reaccione con la fibra y que no deje residuos en la evaporación.

Se prepara una solución (aproximadamente al 5 %), disolviendo la fibra en el disolvente adecuado, colocándola entre dos placas calientes y con ayuda de una prensa. La mayor parte del disolvente se evapora a una temperatura lo suficientemente baja como para evitar la formación de burbujas y, cuando la película se haya solidificado, se calienta a una temperatura más alta, preferiblemente a vacío, para eliminar el disolvente restante. Si el disolvente no se ha eliminado por completo, se puede extraer mediante Soxhlet o reflujo. Es importante que el disolvente se elimine por completo, ya que puede conducir a una identificación incorrecta.

La película generada se monta sobre soportes compatibles con los mecanismos de sujeción estándar de los instrumentos.²⁷

7.1.6.1. Reflectancia total atenuada (ATR)

El ATR requiere poca o ninguna preparación para las muestras. Por ello, es apropiado para estudiar sólidos gruesos insolubles o muy absorbentes.

La reflectancia total atenuada ocurre cuando un haz de radiación IR pasa desde un medio más denso (prisma) con un alto índice de refracción (n_1) a otro medio menos denso (muestra) con un menor índice de refracción (n_2). Toda la radiación incidente se refleja internamente cuando el ángulo de incidencia en la interfaz entre la muestra y el prisma es mayor que el ángulo crítico. Sin embargo, el haz parece penetrar ligeramente más allá de la superficie reflectante antes de que suceda la reflexión completa. Esta penetración se llama ‘onda evanescente’ y se produce a una profundidad de unas pocas micras. Su intensidad se ve atenuada por la muestra en las regiones del espectro IR donde la muestra absorbe. Esta radiación atenuada, cuando se mide y representa en función de la longitud de onda mediante un espectrofotómetro dará lugar a un espectro de absorción característico del material.

El intercambio de energía producido por una sola reflexión es relativamente pequeño, de modo que la banda de absorción producida es débil. En los equipos modernos, el uso de múltiples reflexiones internas aumenta la absorción y produce espectros sin distorsiones de cualquier intensidad deseada, siempre que haya suficientes reflejos (*Ilustración 5*).

Las fibras y los tejidos, que se encuentran entre los materiales más difíciles de manejar mediante espectroscopia de transmisión, se pueden estudiar con relativa facilidad mediante espectroscopia de reflexión interna múltiple.²⁷

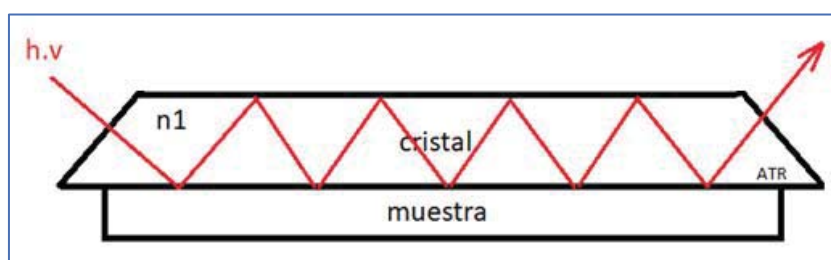


Ilustración 5: Efecto múltiple de reflexión interna²⁹

²⁹ Elaboración propia.

7.1.7. Microscopia electrónica de barrido (SEM)

La espectroscopia de barrido es un análisis superficial que estudia la forma característica y la estructura superficial de las fibras. Este método de análisis cualitativo se basa en examinar la topografía de la superficie de la muestra empleando una imagen indirecta generada por la dispersión de un haz de electrones.

La SEM proporciona una variedad de ventajas frente al microscopio óptico, tales como: la profundidad de enfoque, mayor resolución, mayor facilidad de manipulación de la muestra, mayor rango de aumento y la capacidad de examinar la muestra desde ángulos diferentes. Las mayores desventajas de este tipo de análisis son el alto costo, el hecho de que la muestra se examine en un entorno de vacío y la necesidad de que esté recubierta de un material conductor de electricidad (habitualmente oro).²⁷

Fundamento

La muestra se escanea mediante un filamento de tungsteno (cátodo) al rojo. Los electrones emitidos por el cátodo salen del cañón a través de una columna en la que se ha hecho vacío, se enfocan mediante una serie de lentes electromagnéticas (condensadora y objetivo), reduciendo el diámetro del haz de electrones que incide sobre la muestra. Con ello, también se reduce la intensidad de corriente y, a su vez, la cantidad de electrones primarios generados. Unas bobinas deflectoras actúan a modo de “espejos” y barren con el haz de electrones la superficie de la muestra. Los electrones secundarios o reflejados poseen diferente energía dependiendo del punto topográfico donde interaccionan con la superficie de la muestra, lo que genera diferentes señales. Estas señales son capturadas por diferentes detectores obteniendo así información morfológica. Para evaluar la composición química elemental de la muestra se necesita aprovechar los rayos X generados cuando el haz primario de electrones arranca electrones de la estructura de los átomos de la muestra (dando lugar así a la técnica de la espectroscopia dispersiva de rayos X, SEM-EDS).²⁷ *(Ilustración 6)*

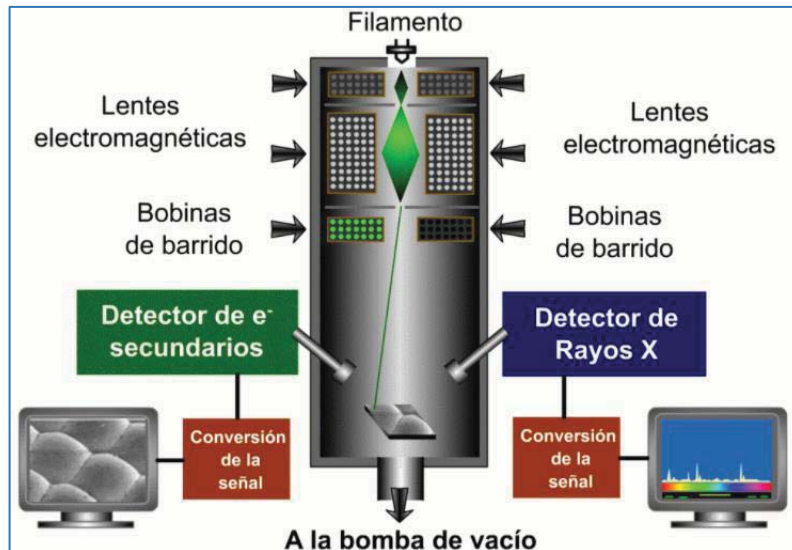


Ilustración 6: Diagrama de una columna de microscopio electrónico de barrido óptico.³⁰

Los electrones secundarios se hacen incidir sobre un detector de centelleo, dando origen a varios fotones. Posteriormente, los fotones pasan a un fotomultiplicador en donde los fotoelectrones originados pasan por una serie de dinodos con una diferencia de potencial creciente, y por efecto cascada se produce una gran cantidad de electrones secundarios. Finalmente, los electrones secundarios viajan a través de un videoamplificador hacia la formación de la imagen (pantalla). (Ilustración 7)

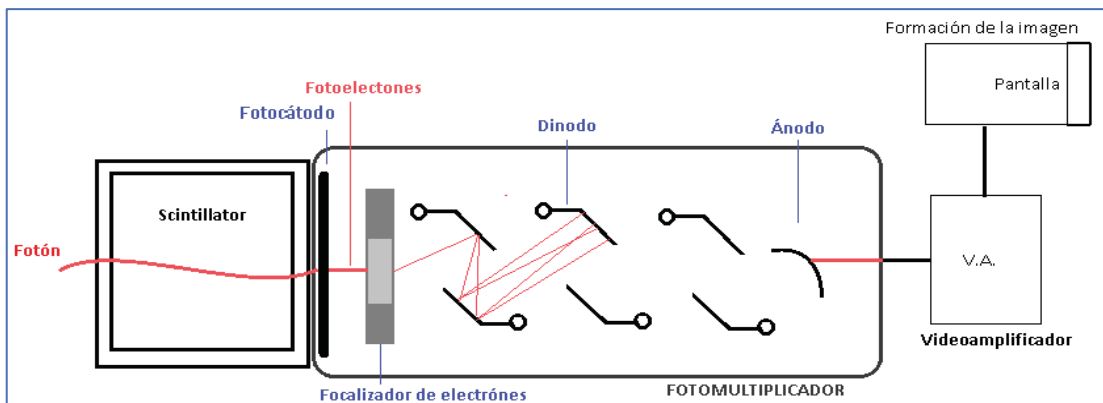


Ilustración 7: Camino seguido por los electrones desde el detector hasta la formación de la imagen.³¹

La identificación mediante SEM se realiza mediante comparación de la imagen obtenida con un catálogo de imágenes que se han obtenido de manera estándar, o imágenes de literatura.³²

³⁰ <http://quimica.unab.cl/wp-content/uploads/2014/10/construccion.gif> (27-08-2020)

³¹ Elaboración propia.

Procedimiento:

Los materiales textiles son malos conductores de la electricidad, pero pueden acumular cargas estáticas lo que dificulta la medida SEM. Por lo tanto, es importante que la muestra esté correctamente montada y preparada para eliminar, siempre que sea posible, cualquier efecto de carga, lo que puede dar resultados engañosos. Las fibras, los hilos y las telas, previamente deshidratadas, se pueden montar directamente sobre un portamuestras adecuado utilizando un adhesivo líquido o cinta adhesiva de doble cara.

Se separa el hilo en sus fibras individuales. En un soporte se colocan dos tiras paralelas de adhesivo, en los lados opuestos, dejando un área despejada en el centro. Usando dos pares de pinzas y una lupa, se colocan cuidadosamente las fibras individuales a intervalos espaciados de una tira de adhesivo a la otra. Se debe aplicar una tensión suficiente en el montaje para mantener las fibras rectas. El sistema se reviste con oro.

La muestra preparada se coloca dentro de la cámara de muestras, se evacúa y la muestra se expone al haz de electrones. El voltaje de aceleración aplicado a los electrones es muy importante ya que se ha descubierto que las muestras de baja densidad pueden dañarse con haces de alto voltaje y pueden exhibir fenómenos de carga. También puede producir cierta pérdida de detalles de la imagen debido a la penetración más profunda del haz dentro de la muestra y al aumento de la emisión en los bordes delgados. Se recomienda usar un potencial de aceleración de aproximadamente 5 kV para materiales textiles que han sido recubiertos con metal por evaporación. Los problemas de carga electrostática son mucho menores para las muestras que están recubiertas de metal con la técnica de recubrimiento mediante “salpicadura” o *sputtering* y se pueden usar hasta 10 kV sin demasiada pérdida de detalles de la imagen.²⁷

7.2. Análisis cuantitativo

Antes de aplicar los métodos de cuantificación, deberán haberse identificado todas las fibras presentes en la muestra reducida de laboratorio (con una masa no superior a 100 g). Esta pasa por un pretratamiento con el fin de eliminar la materia no fibrosa (aceites, grasas y ceras), excepto el colorante presente en los tejidos teñidos, ya que se considera parte integral de la fibra. Para ello, deberán tenerse en cuenta el material a tratar para la

³² Josefina Méndez Felpeto, Esperanza Cerdán Villanueva y Ana María Rodríguez Torres. *Técnicas de microscopía, micromanipulación y análisis de imagen. II Reunión científica en biología celular y molecular. Universidade da Coruña (A Coruña, 1994).*

elección del disolvente en el pretratamiento. Este pretratamiento normalmente se realiza en un Soxhlet con éter de petróleo durante 1 h y una velocidad mínima de 6 ciclos/h, seguido de dos lavados en agua fría con una relación baño/muestra de 100/1. El exceso de agua se retira mediante vacío o centrifugado y el secado se realiza en un horno durante 4 – 6 h, a una temperatura aproximada de 105 °C. Por último, de la muestra reducida del laboratorio se seleccionan las muestras de análisis, cada una de al menos 1 g.

El método de análisis cuantitativo se basa en dos procesos básicos: separación manual y separación química de fibras, la primera se aplica siempre que sea posible, ya que suele ofrecer resultados más precisos. Se suele utilizar, en general, para fibras en la cual sus componentes no formen una mezcla íntima y sea fácil su separación. Además, dichos análisis se efectúan sobre la base de la masa seca.

Los métodos considerados en este TFG se basan en la disolución selectiva de los componentes individuales. Antes de aplicar el método, la muestra de 1 g se corta en tiras de 10 mm, se seca junto a su correspondiente pesasustancias con la tapa abierta, se enfría en un desecador con la tapa cerrada y se pesa. A continuación, la muestra se introduce en el recipiente adecuado para la aplicación del método, se vuelve a pesar el pesasustancias y por diferencia obtenemos la masa seca de la muestra. Tras la eliminación de los componentes solubles, se pesa el residuo insoluble y se calcula el porcentaje de materia soluble a partir de la pérdida de masa.

Como se indicaba antes, los productos textiles pueden contener resinas u otras materias añadidas para conferirles propiedades especiales que pueden interferir con la acción del reactivo sobre el componente soluble o ser parcial o totalmente solubilizadas por el reactivo. Por lo tanto, esta materia puede conducir a error y deberán ser eliminados antes del análisis. En caso de no ser posible la eliminación de dicha materia, no se podrán aplicar los métodos de análisis químico cuantitativo. También hay que tomar en cuenta, que, en algunos métodos, el componente supuestamente insoluble de una mezcla podrá disolverse parcialmente en el reactivo utilizado. Por tanto, en la medida de lo posible se utilizarán reactivos cuyo efecto en las fibras insolubles sea nulo. Si se sabe que durante el análisis se produce una pérdida de masa, ese error se podrá minimizar mediante los factores de corrección, que se han determinado en diversos laboratorios tratando las fibras depuradas no degradadas mediante pretratamiento con el reactivo

especificado en el método de análisis. Si la fibra fuese degradada se aplicaría otro factor de corrección.³³

A continuación, se indican las ecuaciones para el cálculo del porcentaje del componente soluble, de acuerdo con³³:

- La masa de fibras limpias y secas:

$$P = \frac{100m_1d}{m_0}$$

- La masa de fibras limpias y secas + tasas convencionales de humedad:

$$P_M = \frac{100P(1 + 0,01a_2)}{P(1 + 0,01a_2) + (100 - P)(1 + 0,01a_1)}$$

- La masa de fibras limpias, secas + tasas convencionales de humedad + variaciones de masa por la materia no fibrosa + pérdida de masa por la materia fibrosa eliminada en el pretratamiento:

$$P_A = \frac{100P[1 + 0,01(a_2 + b_2)]}{P[1 + 0,01(a_2 + b_2)] + (100 - P)[1 + 0,01(a_1 + b_1)]}$$

“Donde,

P es el porcentaje del componente insoluble limpio y seco;

P_M es el porcentaje del componente insoluble limpio con la tasa convencional de humedad;

P_A es el porcentaje del componente insoluble limpio con la tasa convencional de húmedas y con variaciones de masa por materias no fibrosas;

d es el factor de corrección de la variación en masa del componente insoluble en el reactivo;

m₀ es la masa seca de la muestra;

m₁ es la masa seca del residuo;

a₁ es la tasa convencional de humedad del componente soluble;

³³ Norma UNE-EN ISO 1833-1, Textiles, Análisis químico cuantitativo, Parte 1: Principio generales de ensayo.

a_2 es la tasa convencional de humedad del componente insoluble;

b_1 es la pérdida porcentual de materias fibrosas solubles debido al pretratamiento previo, y/o el aumento porcentual de masa del componente soluble debido a materias no fibrosas;

b_2 es la pérdida porcentual de materias fibrosas insolubles debido al pretratamiento previo, y/o el aumento porcentual de masa del componente insoluble debido a materias no fibrosas. Por lo tanto, el porcentaje del segundo componente sería: $P_{2A} = 100 - P_A$

A continuación, se describen los métodos de análisis cuantitativo después de aplicar el pretratamiento, los tipos de fibras a los que se puede aplicar y las fibras que se disuelven.

7.2.1. Método de la acetona

A partir de una masa conocida de la mezcla seca, el acetato se disuelve con acetona. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa. Su masa corregida, si fuese necesario, se expresa en porcentaje de masa de la mezcla seca. El porcentaje de acetato seco se obtiene por diferencia.³⁴

Procedimiento:

La muestra de análisis pretratada se introduce en un matraz Erlenmeyer con una capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón de vidrio. Se añaden 100 ml de acetona por gramo de muestra y se agita el matraz de vez en cuando, durante 30 min a temperatura ambiente. A continuación, se decanta el líquido a través de un crisol de vidrio de placa filtrante previamente tarado, junto con su pesafiltros y su correspondiente tapa. Se lava el residuo 2 veces dentro del crisol de vidrio de placa filtrante, escurriendo primero por gravedad y luego a vacío.

Este procedimiento se repite como mínimo dos veces más, dejando pasar 15 min entre cada réplica.

Por último, el residuo junto con el crisol se seca, se enfría y se pesa en su correspondiente pesafiltros. Además, se pesa el crisol más pesafiltros sin residuo para el posterior cálculo porcentual.

³⁴ Norma UNE-EN ISO 1833-3 (2019), *Textiles, Análisis químico cuantitativo, Parte 3: Mezclas de acetato con otras fibras determinadas (método de la acetona)*.

Para el cálculo de los porcentajes se utiliza la siguiente ecuación³³:

$$P_1 = \frac{100m_1d}{m_1 + m_2}$$

Donde, P_1 es el porcentaje del primer componente limpio y seco, m la masa limpia y seca, 1 y 2 se refiere al número de réplica. El valor de d es 1, excepto para la melamina y el poliacrilato, que es 1,01.

Este método es aplicable a las mezclas binarias de fibras de acetato con: lana, pelo de animales, seda, algodón, lino, cáñamo, yute, abacá, esparto, coco, retama, ramio, sisal, cupro, modal, proteínica, viscosa, acrílico, poliamida o nailon, poliéster, polipropileno, elastomultiéster, elastolefina, melamina, bicomponente polipropileno/poliamida y poliacrilato. No es aplicable a fibras de acetato que hayan sido desacetiladas en superficie.³⁴

7.2.2. Método del hipoclorito

La fibra proteínica se disuelve en una solución de hipoclorito a partir de una masa seca conocida de la mezcla. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de fibra proteínica seca se obtiene por diferencia.

Se puede utilizar tanto hipoclorito de litio como hipoclorito de sodio, aunque es recomendable utilizar hipoclorito de litio para un número reducido de análisis o cuando el intervalo entre análisis es largo, ya que su concentración es prácticamente constante y no será necesario verificar su porcentaje.³⁵

A continuación, se describe la preparativa de las disoluciones de hipoclorito:

- ✚ **Disolución de hipoclorito de sodio:** que contiene (35 ± 2) g/l de cloro activo, se le agrega $(5 \pm 0,5)$ g/l de hidróxido de sodio previamente disuelto. Su contenido de cloro activo se verifica yodométricamente, siendo correcta en un intervalo de $(0,9 - 1,1)$ mol/l.
- ✚ **Disolución de hipoclorito de sodio:** en 700 ml de agua destilada se disuelven 100 g de hipoclorito de litio con un contenido de cloro activo del 35 % (o 150 g con 30 % de cloro activo). Luego, se añaden 200 ml de una disolución de

³⁵Norma UNE-EN ISO 1833-4: 2017, *Textiles, Análisis químico cuantitativo, Parte 4: Mezclas de ciertas proteínas con otras fibras determinadas (método del hipoclorito)*.

hidróxido de sodio, que contiene 5 g de sólido; y se completa hasta 1 l con agua destilada.

Procedimiento:

La muestra de análisis pretratada se introduce en un matraz cónico de 250 ml, se añaden 100 ml de disolución de hipoclorito por gramo de muestra y se agita para asegurar que la muestra esté completamente impregnada. Seguidamente, el matraz se calienta en un baño termostático a (20 ± 2) °C, durante 40 min, agitándolo continuamente. Durante este proceso se debe tener especial atención a la temperatura, ya que la disolución de algunas fibras produce reacciones exotérmicas, que puede llegar a conducir a errores. Por ello, se debe ir eliminando el calor de la reacción (termostatizando).

Pasados los 40 min, el contenido del matraz se filtra a través de un crisol de placa filtrante, quedando el residuo en el crisol. Dicho residuo se enjuaga con una porción pequeña de disolución de hipoclorito, dejándolo escurrir por gravedad y luego a vacío. A continuación, se lava sucesivamente con agua destilada, ácido acético diluido con una concentración de aproximadamente 0,1 mol/l, y para finalizar agua. Los líquidos de lavado se filtran por gravedad y luego mediante vacío. Por último, se seca el crisol y el residuo, se enfría y se pesa.

Para el cálculo de los porcentajes se utiliza la siguiente ecuación³³:

$$P_1 = \frac{100m_1d}{m_1 + m_2}$$

Donde, P_1 es el porcentaje del primer componente limpio y seco, m la masa limpia y seca, 1 y 2 se refiere al número de réplica. El valor de d es 1, excepto para el algodón puro que es 1,03, y para algodón, viscosa, modal y melamina, d es 1,01.

Este método es aplicable a las mezclas binarias de fibras proteínicas individuales (lana, pelo de animales, seda y proteínica) con algodón, cupro, viscosa, acrílico, clorofibras, poliamida o nylon, poliéster, polipropileno, elastano, fibra de vidrio, elastomultiéster, elastolefina, melamina y bicomponentes polipropileno/poliamida.³⁵

7.2.3. Método del ácido fórmico

Se disuelve la poliamida con ácido fórmico al 80 % a partir de una cantidad conocida de masa seca de la mezcla. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa. Su masa,

corregida si es necesario se expresa como porcentaje de masa seca de la mezcla. El porcentaje de fibra de poliamida se obtiene por diferencia.³⁶

Procedimiento:

La muestra de análisis pretratada se introduce en un matraz cónico con una capacidad de 200 ml, se añaden 100 ml de ácido fórmico al 80 %, por cada gramo de muestra, se tapa el matraz y se agita para asegurar que la muestra quede bien impregnada. La mezcla se deja reposar unos 15 min, agitando de vez en cuando. Pasado los 15 min el contenido del matraz se filtra a través de un crisol de vidrio de placa filtrante y las fibras de las paredes se arrastran con un poco de disolución de ácido fórmico hacia el crisol. Se deja escurrir por gravedad y luego se aplica vacío.

El residuo contenido en el crisol se lava sucesivamente con ácido fórmico, agua destilada caliente, amoniaco con una concentración aproximada de 4 mol/l y agua destilada. En cada lavado se deja escurrir por gravedad y luego se aplica vacío. Por último, el residuo junto con el crisol se seca, se enfría y se pesa.

Para el cálculo de los porcentajes se utiliza la siguiente ecuación³³:

$$P_1 = \frac{100m_1d}{m_1 + m_2}$$

Donde, P_1 es el porcentaje del primer componente limpio y seco, m la masa limpia y seca, 1 y 2 se refiere al número de réplica. El valor de d es 1, excepto para la melamina y el poliacrilato, que es 1,01.

Este método es aplicable a las mezclas binarias de fibras de poliamida con: algodón, viscosa, cupro, modal, lycocell, poliéster, polipropileno, clorofibra, acrílica, fibra de vidrio, elastomultiéster, elastolefina, melamina y lana (si su contenido no supera el 25 %), o fibras de pelo.³⁶

7.2.4. Método del ácido sulfúrico

La fibra celulósica se disuelve con ácido sulfúrico al 75 % (fracción másica) a partir de una masa seca conocida de la mezcla. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y

³⁶ Norma UNE-EN ISO 1833-4 (2017), *Textiles, Análisis químico cuantitativo, Parte 7: Mezclas de poliamida con otras fibras determinadas (método del ácido fórmico)*

su masa se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. La proporción de fibra celulósica seca se obtiene por diferencia.³⁷

Procedimiento:

La muestra de análisis pretratada se introduce en un matraz cónico con una capacidad de 200 ml y se añaden 200 ml de ácido sulfúrico al 73 – 77 % por cada gramo de muestra. Se tapa y se agita para asegurar que la muestra quede bien impregnada. En un baño termostático se mantiene el matraz a (50 ± 5) °C durante 1 h, agitándolo cada 10 min. Pasado ese tiempo se vierte el contenido sobre un crisol de vidrio de placa filtrante y las fibras residuales se arrastran con una pequeña porción de ácido sulfúrico sobre el crisol, se deja escurrir por gravedad y luego se aplica vacío.

El residuo contenido en el crisol se lava sucesivamente con ácido sulfúrico, varias veces con agua destilada, dos veces con amoníaco diluido (4 mol/l) y, por último, con agua. Cada líquido de lavado se llena en el crisol, se deja escurrir totalmente por gravedad y se aplica vacío. Por último, el residuo se seca, se enfría y se pesa.

Para el cálculo de los porcentajes se utiliza la siguiente ecuación³³:

$$P_1 = \frac{100m_1d}{m_1 + m_2}$$

Donde, P_1 es el porcentaje del primer componente limpio y seco, m la masa limpia y seca, 1 y 2 se refiere al número de réplica. El valor de d es 1, excepto para el biocomponente propileno/poliamida, que es 1,01.

Este método es aplicable a las mezclas binarias de fibras de algodón, lino, cáñamo, ramio, cupro, modal y viscosa, con poliéster, polipropileno, elastomultiéster, elastolefina y bicomponente polipropileno/poliamida.³⁷

7.2.5. Método de la dimetilformamida

Se disuelve la acrílica, modacrílica, clorofibra o elastano a partir de una cantidad conocida de la mezcla seca con dimetilformamida a una temperatura determinada. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa; su masa, corregida si es necesario, se

³⁷ Norma UNE-EN ISO 1833-11 (2018), *Textiles, Análisis químico cuantitativo, Parte 11: Mezclas de ciertas fibras de celulosa con otras fibras determinadas (método del ácido sulfúrico)*

expresa como porcentaje de la masa de la mezcla seca. El porcentaje de acrílica, modacrílica, clorofibra o elastano se obtiene por diferencia.³⁸

Procedimiento:

La muestra de análisis pretratada se introduce en un matraz cónico con una capacidad de 200 ml, se añaden 100 ml de dimetilformamida, con un contenido en agua inferior al 0,1 %, por cada gramo de muestra; se tapa el matraz y se agita para asegurar que la muestra quede bien impregnada. La mezcla se calienta en baño maría a una temperatura entre (90 – 95) °C durante 1h, agitando 5 veces a intervalos de 10 min. Pasada la hora, el líquido del matraz se filtra a través de un crisol de vidrio de placa filtrante y el residuo se mantiene en el matraz.

Al residuo se le añaden 60 ml de dimetilformamida y se calienta nuevamente durante 30 min, agitando a intervalos de 10 min. A continuación, se filtra el contenido a través de un crisol de placa filtrante y las fibras residuales se arrastran al crisol lavando el matraz con una porción pequeña de dimetilformamida. Se deja escurrir por gravedad y luego se aplica vacío.

El residuo se lava con 1 l de agua a (70 – 80) °C, llenando el crisol cada vez. En cada lavado el líquido se deja escurrir totalmente por gravedad y se le aplica vacío. Por último, el residuo junto con el crisol se seca, se enfría y se pesa.

Para el cálculo de los porcentajes se utiliza la siguiente ecuación³³:

$$P_1 = \frac{100m_1d}{m_1 + m_2}$$

Donde, P_1 es el porcentaje del primer componente limpio y seco, m la masa limpia y seca, 1 y 2 se refiere al número de réplica. El valor de d es 1, excepto para el cupro, modal, liocel, poliamida, poliéster, elastomultiéster y melanina, que es 1,01.

Este método es aplicable a las mezclas binarias de fibras de acrílicos, determinadas modacrílicas, determinadas clorofibras y determinados elastanos, con lana, pelos animales, seda, algodón, viscosa, cupro, modal, liocel, poliamida, poliéster,

³⁸ Norma UNE-EN ISO 1833-12 (2019), *Textiles, Análisis químico cuantitativo, Parte 12: Mezclas de acrílicas, determinada modacrílicas y clorofibras, determinados elastanos con otras fibras determinadas (método de la dimetilformamida)*.

elastomultiéster, elastolefina, melanina, poliacrilato o fibra de vidrio, excepto fibras tratadas con colorantes cromotrópicos.³⁸

NOTA: Cuando están presentes determinadas fibras modacrílicas, determinadas cloro fibras o determinadas fibras de elastano, se debe realizar una prueba preliminar para determinar si la fibra es completamente soluble en el reactivo.

8. CASOS PRÁCTICOS

Tras los acontecimientos relacionados con la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2 (Covid 19), como se ha mencionado al principio del presente documento, en este apartado sólo se presentarán algunos casos prácticos de forma simplificada y sin haber sido finalizados hasta donde hubiese sido deseado. Debido a la restricción de movilidad sólo se llegó a realizar análisis cualitativo, en donde se examinó un patrón de fibra mediante microscopía óptica y prueba de solubilidad. Para ejemplarizar el análisis cuantitativo se ha utilizado un caso práctico realizado durante mis prácticas externas en el Laboratorio de Consumo de Galicia en el curso académico 2018/2019.

8.1. Caso práctico: Análisis cualitativo.

Para la identificación del siguiente patrón de fibra textil se ha utilizado la microscopía óptica y la prueba de solubilidad.

Microscopía óptica:

La identificación se realizó a lo largo de febrero del 2020. Se tomaron fibras representativas de la muestra de laboratorio correspondiente al “caso A”. Se disgregó la fibra sobre un portaobjetos añadiéndole una gota de aceite de inmersión. A continuación, se tapó la muestra con un cubreobjeto y se etiquetó con su correspondiente nombre, en este caso patrón A. La observación de la fibra se realizó a través del microscopio óptico metalográfico (OLYMPUS, modelo BH-2-UMA) con un objetivo de 20X y un ocular de 10X, las imágenes obtenidas se fotografiaron con la cámara OLYMPUS. A continuación, se muestra una de las imágenes obtenidas

(*Ilustración 8*):



Ilustración 8: Fibra del caso A observada a través de un microscopio óptico³⁹

³⁹ Elaboración propia.

De las imágenes obtenidas se pudo decidir que la muestra está constituida por un único tipo de fibra y que se trata de una fibra sintética, ya que se ha comparado con la colección de fotografías de numerosas fibras que presenta la referencia bibliográfica 27 de este trabajo. De dicha comparación, se sospecha que la fibra objeto de estudio puede ser nylon o poliéster.

Como el análisis microscópico no ha sido concluyente, se realizó una prueba de solubilidad, utilizando el esquema mencionado en el apartado 7.1.5. (pruebas de solubilidad) cuyo detalle se encuentra en el [ANEXO III](#).

Prueba de solubilidad:

Se introdujo una pequeña cantidad de fibra en un tubo de ensayo y se añadió unos mililitros del primer reactivo, NaOCl 1 N con 0,5 % de NaOH, mezclando de vez en cuando durante 10 min. Transcurrido ese tiempo se comprobó que la fibra era insoluble en el primer reactivo. Por lo tanto, siguiendo el esquema de solubilidad, con un tubo de ensayo limpio y una nueva fibra, se prosiguió de igual forma con el segundo reactivo, AcOH glacial, observando que la fibra era insoluble. El tercer reactivo es el mismo que el segundo, pero llevándolo hasta ebullición. En este caso la fibra sí era soluble. Así que se continuó con el reactivo 11 (ciclohexanona en ebullición), resultando que la fibra era insoluble. Y, por último, se utilizó el reactivo 12 (DMF a ebullición), con el mismo resultado que el reactivo 11. Por lo tanto, se corroboró que la fibra objeto de estudio era Nylon de la familia de las poliamidas, fibra formada por macromoléculas lineales sintéticas que presentan en su cadena conexiones amidas recurrentes vinculadas, en un 85 % como mínimo, a unidades alifáticas o cicloalifáticas.

8.2. Caso práctico: Análisis cuantitativo

Para este caso práctico se ha recurrido a mi memoria de prácticas externas realizada en el Laboratorio de Consumo de Galicia en el curso académico 2018/2019⁴⁰. En este caso, el laboratorio de consumo (LCG) participaba en un ensayo de intercomparación, con el objetivo de calcular el porcentaje de poliamida, viscosa y aramida de una muestra proporcionada por la entidad organizadora, utilizando el método del ácido sulfúrico descrito en la norma UNE-EN ISO 1833-11:2017³⁷ (Parte 11: Mezclas de ciertas fibras de celulosa con otras fibras determinadas).

⁴⁰ Zulma E. Villanueva Vera. Memoria de Prácticas Externas, Laboratorio de Consumo de Galicia. Grado en Química, Año académico 2018/2019.

Ensayo:

Tras la identificación correspondiente de las fibras presentes en la muestra, se realizó un pretratamiento para eliminar la materia no fibrosa. De la muestra global de laboratorio se tomó una parte representativa, esto es, la muestra reducida del laboratorio, que proporcionó todas las fibras necesarias para el análisis, todas ellas de, al menos, 1 g.

Pretratamiento:

La muestra reducida del laboratorio se sometió al pretratamiento en un extractor Soxhlet B-811 LSV- BUCHI, con refrigerante y éter de petróleo como disolvente, durante 1 h a velocidad mínima de 6 ciclos/h.

Terminada la extracción, se deja la muestra al aire en una campana extractora para que el éter de petróleo se evapore. Se lava la muestra con una relación muestra/agua de 1/100 y se agita de vez en cuando. Primero con agua fría durante 1 h y luego con agua a (65 ± 5) °C durante 1 h, en baño termostático.

Un gramo de la muestra reducida se corta en trozos de aproximadamente 10 mm de longitud introduciéndolos en un pesafiltros. La muestra con el pesafiltros y su tapa se seca en una estufa a 105 °C, junto con un pesafiltros con crisol de placa filtrante y su tapa, ambos destapados, durante 4 h. Una vez transcurrido el tiempo los pesafiltros tapados se traslada a un desecador, durante 2 h.

Posteriormente, se pesan el pesafiltro con muestra y el pesafiltro con crisol. Esta operación se realiza una vez más.

Tratamiento:

La muestra se transfiere a un Erlenmeyer y el pesafiltro sin muestra se vuelve a pesar. Con ello, se obtiene por diferencia la masa seca de la muestra (m). Se introducen en el Erlenmeyer 200 ml de ácido sulfúrico al 75 % por gramo de muestra. El matraz se tapa, y se mantiene a 50 °C en un termostato durante 1 h, agitando cada 10 min.

La disolución resultante junto con el residuo se filtra a vacío a través del crisol de placa filtrante. Se lava el matraz con una pequeña cantidad de ácido sulfúrico y se vierte a través del crisol. Finalmente, el crisol se coloca en su respectivo pesafiltro y se introduce en la estufa a 105 °C, destapado, durante 4 h. Pasado el tiempo se traslada al desecador, tapado, durante 2 h.

Por último, se pesa el pesafiltro más crisol con residuo y el pesafiltro más crisol sin residuo, obteniendo por diferencia la masa seca del residuo después de la eliminación del primer componente con el reactivo (r).

Para la determinación del porcentaje del primer componente limpio y seco se utilizó la ecuación expuesta en la Norma UNE-EN ISO 1833-2⁴¹ (Mezclas ternarias de fibras), debido a que la muestra estaba compuesta de poliamida y viscosa, con un pequeño porcentaje de aramida.

$$P(\%)_{insoluble} = \frac{\frac{r_1}{m_1} - \frac{r_2}{m_2}}{2} \times 100$$

$$P(\%)_{soluble} = 100 - P_{insoluble}$$

Donde, los subíndices 1 y el 2 corresponden al número de réplica.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de todos los laboratorios participantes en el ensayo de intercomparación (*Tabla 1*), estando el laboratorio de consumo codificado con el número 9.

LAB	VISCOSA [%]	POLIAMIDA [%]	ARAMIDA [%]
LAB8	57,50	14,40	28,10
LAB9	55,89	10,13	33,98
LAB12	55,80	10,70	33,50
LAB11	58,74	10,70	30,56
LAB10	14,20	9,00	76,80

Tabla 1: Resultados obtenidos de todos los laboratorios aplicando el Método del ácido sulfúrico.

⁴¹ UNE-EN ISO 1833-2. Textiles. Análisis químico cuantitativo. Parte 2: Mezclas ternarias de fibras (ISO 1833-2: 2006)

9. CONCLUSIONES

Hoy en día, la falsificación de textiles está muy globalizada, lo que supone la violación de los derechos de propiedad intelectual y los derechos de los consumidores. Por ello, las autoridades encargadas de la vigilancia del mercado llevan a cabo controles rutinarios relativos a la conformidad de la composición de fibras de los productos textiles con la información suministrada. Una efectiva protección de estos derechos permite disfrutar de un mejor estilo de vida, ya que garantiza la calidad de los productos presentes en el mercado. Los controles llevados a cabo por las autoridades encargadas de la vigilancia del mercado se basan principalmente en análisis cualitativos y análisis cuantitativos de las fibras textiles.

El análisis cualitativo sirve para la identificación de las fibras. La microscopía óptica permite ver las fibras aumentadas y realizar una identificación preliminar de su naturaleza. La microscopía de interferencia y birrefringencia precisan el uso de un microscopio polarizador, y son de aplicación en casos tales como en el estudio de estructuras en las que se prevé una cierta ordenación o en la identificación de fibras de asbesto. La microscopía de etapa caliente proporciona otro elemento de juicio al estudiar el punto de fusión de la fibra mediante el aumento gradual de la temperatura. La prueba de tinción consiste en estudiar el grado de coloración de las fibras, además, de detectar la presencia de componentes proteicos, en algunos casos. La prueba de solubilidad permite una identificación secuencial de las fibras frente a diferentes reactivos, bajo condiciones predeterminadas de tiempo, temperatura y concentración. La espectroscopia infrarroja (IR) y la microscopía electrónica de barrido (SEM y SEM-EDS) constituyen dos técnicas analíticas esenciales para la identificación química de las fibras.

En casi todos estos métodos, la identificación de las fibras se hace mediante comparativamente con la información obtenida previamente de manera estándar o por literatura.

En el análisis cuantitativo se calcula el porcentaje de fibra presente en la muestra. Dicho análisis se basa en la eliminación de un componente, generalmente por disolución selectiva y secuencial. El residuo insoluble se recoge, se lava, se seca y se pesa, la proporción del componente soluble se calcula a partir de la pérdida de masa.

CONCLUSIÓNS

Hoxe, a falsificación de téxtiles está moi globalizada, o que supoñe a violación dos dereitos de propiedade intelectual e os dereitos dos consumidores. Por iso, as autoridades encargadas da vixilancia do mercado levan a cabo controles rutineiros relativos á conformidade da composición de fibras dos produtos téxtiles coa información subministrada. Unha efectiva protección destes dereitos, permite gozar dun mellor estilo de vida, xa que garante a calidade dos produtos presentes no mercado. Os controis levados a cabo polas autoridades encargadas da vixilancia do mercado baséanse principalmente en análises cualitativas e análises cuantitativas das fibras téxtiles.

A análise cualitativa serve para a identificación das fibras. A microscopia óptica permite ver as fibras aumentadas e facer una identificación preliminar da súa natureza. A microscopia de interferencia e birrefringencia precisan do uso dun microscopio polarizador e aplícanse en casos tais como no estudo de estruturas nas que se prevé unha certa ordenación ou na identificación de fibras de asbesto. A microscopia de etapa quente aporta outro elemento de xuízo ao estudar o punto de fusión da fibra mediante o aumento gradual da temperatura. A proba de tinción estuda o grao de coloración das fibras, ademais, de detectar a presenza de compoñentes proteicos, nalgúns casos. A proba de solubilidade permite una identificación secuencial das fibras fronte a diferentes reactivos, baixo condicións predeterminadas de tempo, temperatura e concentración. A espectroscopia infravermella (IR) e a microscopia electrónica de varrido (SEM e a SEM-EDS) constitúen dúas técnicas analíticas esenciais para a identificación química das fibras. En case todos estes métodos, a identificación das fibras faise mediante comparación coa información obtida previamente de maneira estándar ou por literatura.

Na análise cuantitativa calcúlase a porcentaxe de fibra presente na mostra. Baséase na eliminación dun compoñente, xeralmente por disolución selectiva e secuencial. O residuo insoluble recóllese, lávase, sécase e pésase, a proporción do compoñente soluble calcúlase a partir da perda de masa.

CONCLUSIONS

Today, textile counterfeiting is highly globalized; it involves the violation of intellectual property rights and consumer rights. For this reason, the market surveillance authorities carry out routine checks on the conformity of the fiber composition of textile products with the information provided in their labels. An effective protection of these rights, allows you to enjoy a better lifestyle, as it guarantees the quality of the products present in the market. The checks carried out by the market surveillance authorities, are mainly base on qualitative analysis and quantitative analysis of textile fibers.

Qualitative analysis is used for the identification of fibers. Optical microscopy allows magnifying fibers and making a preliminary assessment of their nature. Interference and birefringence microscopy require the use of a polarizing microscope and are of use when in the study of structures in which a certain arrangement is foreseen or in the identification of asbestos fibers. Hot-stage microscopy yields another criterion to judge the fabric the melting point of the fiber by gradually increasing the temperature. The staining test studies how fibers get coloured, in addition, to detect the presence of protein components, in some cases. The solubility test allows identifying the fibers by differential solubility against different reagents, under predetermined conditions of time, temperature and concentration. Infrared spectroscopy (IR) and scanning electron microscopy (SEM and SEM-EDS) are two fundamental analytical techniques to identify fibers chemically. In almost all of these methods, the identification of the fibers is made through comparison with the information obtained previously using standard conditions or through literature information.

The quantitative analysis is used to calculate the percentage of the fibers present in the sample. This analysis is based on the elimination of a component, usually using selective and sequential dissolution. The insoluble residue is collected, washed, dried and weighed; the proportion of the soluble component is calculated from the loss of mass.

10. DEFINICIONES

Anchura aparente¹²: anchura de la tira o del tubo de la fibra, una vez que estos han sido plegados, aplastados, comprimidos o retorcidos o, en los casos de anchura no uniforme, su anchura media.

Anfótero, ra⁴³: Dicho de una molécula, que puede reaccionar como ácido o como base.

Cristalinidad¹⁷: Fenómeno que se da de forma natural o artificial, en donde las cadenas moleculares de la fibra se sitúan paralelamente entre ella (ordenadamente), pero no necesariamente con respecto al eje de la fibra.

Decitex⁴³: Unidad de masa lineal equivalente a la décima parte de 1 tex, que se aplica en la numeración de fibras e hilos de filamento continuo, como la seda, el rayón y sintéticos. (Símb. dtex).

Disposición isotáctica⁴²: Disposición donde todos los sustituyentes están en el mismo lado de la cadena molecular.

Enriar⁴³: Meter en el agua por algunos días el lino, cáñamo o esparto para su maceración.

Fibra⁴³: Cada uno de los filamentos que entran en la composición de los tejidos orgánicos vegetales o animales.

Líber⁴³: Parte del cilindro central de las plantas angiospermas dicotiledóneas, que está formada principalmente por haces pequeños o paquetes de vasos cribosos.

Muestra global¹²: Porción que se toma del lote con la intención de que sea representativa de la totalidad de la misma y de la que dispone el laboratorio. Sería la muestra a granel del laboratorio.

Muestra reducida¹²: Porción representativa de la muestra global para laboratorio que se somete a pretratamiento para eliminar la materia no fibrosa y de la cual se toman los especímenes de ensayo.

⁴² William D. Callister, Jr. "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales", Vol I y II. Ed. Reverté, Barcelona 1995.

⁴³ Real Academia Española. <https://www.rae.es/> (27-8-2020)

Muestra de análisis¹²: Porción de material necesaria para obtener un resultado de ensayo individual y se selecciona a partir de la muestra reducida de laboratorio.

11. ANEXOS

11.1. ANEXO I

Tabla 2: Lista de denominaciones de fibras textiles¹²

Denominación	Descripción de las fibras
Acetato	Fibra de acetato de celulosa en la cual menos del 92% pero al menos el 74% de los grupos hidroxilo está acetilado
Alginato	Fibra obtenida de sales metálicas del ácido algínico
Cupro	Fibra de celulosa regenerada obtenida por el proceso cuproamoniaco
Modal	Fibra de celulosa regenerada obtenida a partir de un proceso viscosa modificado, con una fuerza de ruptura elevada y un alto módulo en húmedo. La fuerza de ruptura (B_C) en el estado acondicionado y la fuerza (B_M) necesaria para producir una elongación de un 5 % en estado húmedo son: $B_C(cN) \geq 1,3 \sqrt{T} + 2 T$ $B_M(cN) \geq 0,5 \sqrt{T}$ donde T es la densidad lineal media en decitex
Proteínica	Fibra obtenida a partir de sustancias proteínicas naturales regeneradas y estabilizadas mediante la acción de agentes químicos
Triacetato	Fibra de acetato de celulosa de la que, al menos, el 92 % de los grupos hidroxilo está acetilado
Viscosa	Fibra de celulosa regenerada obtenida por el procedimiento viscosa para el filamento y la fibra discontinua
Acrílico	Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena, al menos, el 85 % (en masa) de estructura de acrilonitrilo
Clorofibra	Fibra formada por macromoléculas lineales cuya cadena está constituida, como mínimo, por un 50 % en masa de monómeros de cloruro de vinilo o de cloruro de vinilideno
Fluorofibra	Fibra formada por macromoléculas lineales obtenidas a partir de monómeros alifáticos fluorocarbonados
Modacrílico	Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena más del 50 % y menos del 85 % (en masa) de estructura de acrilonitrilo
Poliamida o nylon	Fibra formada por macromoléculas lineales sintéticas que presentan en su cadena conexiones amidas recurrentes vinculadas en un 85 %, como mínimo, a unidades alifáticas o cicloalifáticas
Aramida	Fibra formada por macromoléculas lineales sintéticas compuestas por grupos aromáticos vinculados entre sí por conexiones amidas e imidas directamente vinculadas en un 85 %, como mínimo, a dos núcleos aromáticos y cuyo número de conexiones imidas, en los casos en que estas existen, no supera al de las conexiones amidas
Poliimida	Fibra formada por macromoléculas lineales sintéticas que tienen en la cadena unidades imidas recurrentes
Lyocell	Fibra de celulosa regenerada obtenida por un proceso de disolución y de hilado en disolvente orgánico (mezcla de sustancias químicas y agua), sin formación de derivado
Polilactida	Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena, al menos, un 85 % (en masa) de ésteres de ácido láctico derivados de azúcares naturales, con una temperatura de fusión de, al menos, 135 °C

Poliéster	Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena, al menos, el 85 % (en masa) de un éster de diol y de ácido tereftálico
Polietileno	Fibra formada por macromoléculas lineales saturadas de hidrocarburos alifáticos, no sustituidos
Polipropileno	Fibra formada por macromoléculas lineales saturadas de hidrocarburos alifáticos, en los que uno de cada dos átomos de carbono lleva una ramificación metilo, en disposición isotáctica y sin sustituciones ulteriores
Policarbamida	Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena la repetición del grupo funcional ureileno (NH-CO-NH)
Poliuretano	Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena la repetición del grupo funcional uretano (R-NH-CO-O-NH-R')
-Vinilo	Fibra formada por macromoléculas lineales en las que la cadena está constituida por alcohol polivinílico con grado de acetilación variable
Trivinilo	Fibra formada por terpolímero de acrilonitrilo, un monómero vinílico clorado y un tercer monómero vinílico, de los cuales ninguno llega al 50 % de la masa total
Elastodieno	Fibra elastómera constituida, bien por polisopreno natural o sintético, bien por uno o varios dienos polimerizados con o sin uno o varios monómeros vinílicos que, cuando se estira hasta alcanzar tres veces su longitud original y se suelta, recobra rápida y sustancialmente su longitud inicial
Elastano	Fibra elastómera constituida por, al menos, un 85 % (en masa) de poliuretano segmentado y que, cuando se estira hasta alcanzar tres veces su longitud original y se suelta, recobra rápida y sustancialmente su longitud inicial
Fibra de vidrio	Fibra hecha de vidrio
Elastomultiéster	Fibra formada por la interacción de dos o más macromoléculas lineales químicamente diferenciadas en dos o más fases diferenciadas (ninguna de las cuales superior al 85 % en masa), que contengan grupos éster como unidad funcional dominante (85 % como mínimo) y que, tras un tratamiento adecuado, cuando se estira hasta una vez y media su longitud original y se suelta, recobra de forma rápida y sustancial su longitud inicial
Elastolefina	Fibra compuesta por, al menos, un 95 % (en masa) de macromoléculas parcialmente entrecruzadas, formadas por etileno y al menos otra olefina y que, cuando se estira hasta alcanzar una vez y media su longitud original y se suelta, recobra rápida y sustancialmente su longitud inicial
Melamina	Fibra formada por, al menos, un 85 % en masa de macromoléculas entrecruzadas compuestas por derivados de la melamina
Denominación correspondiente a la materia de que están compuestas las fibras precedida o no de la palabra «hilo» o «fibra»	Fibras obtenidas a partir de materias diversas o nuevas que no sean las anteriormente mencionadas
Fibra bicomponente	Fibra bicomponente con entre un 10 % y un 25 % en masa de fibrillas

polipropileno/poliamida	de poliamida embutidas en una matriz de polipropileno
Poliacrilato	Fibra formada por macromoléculas entrecruzadas que presentan en la cadena más del 35 % (en masa) de grupos de acrilatos (ácido, sales de metales ligeros o ésteres) y menos del 10 % (en masa) de grupos de acrilonitrilos y que, en los enlaces cruzados, presentan hasta un 15 % (en masa) de nitrógeno

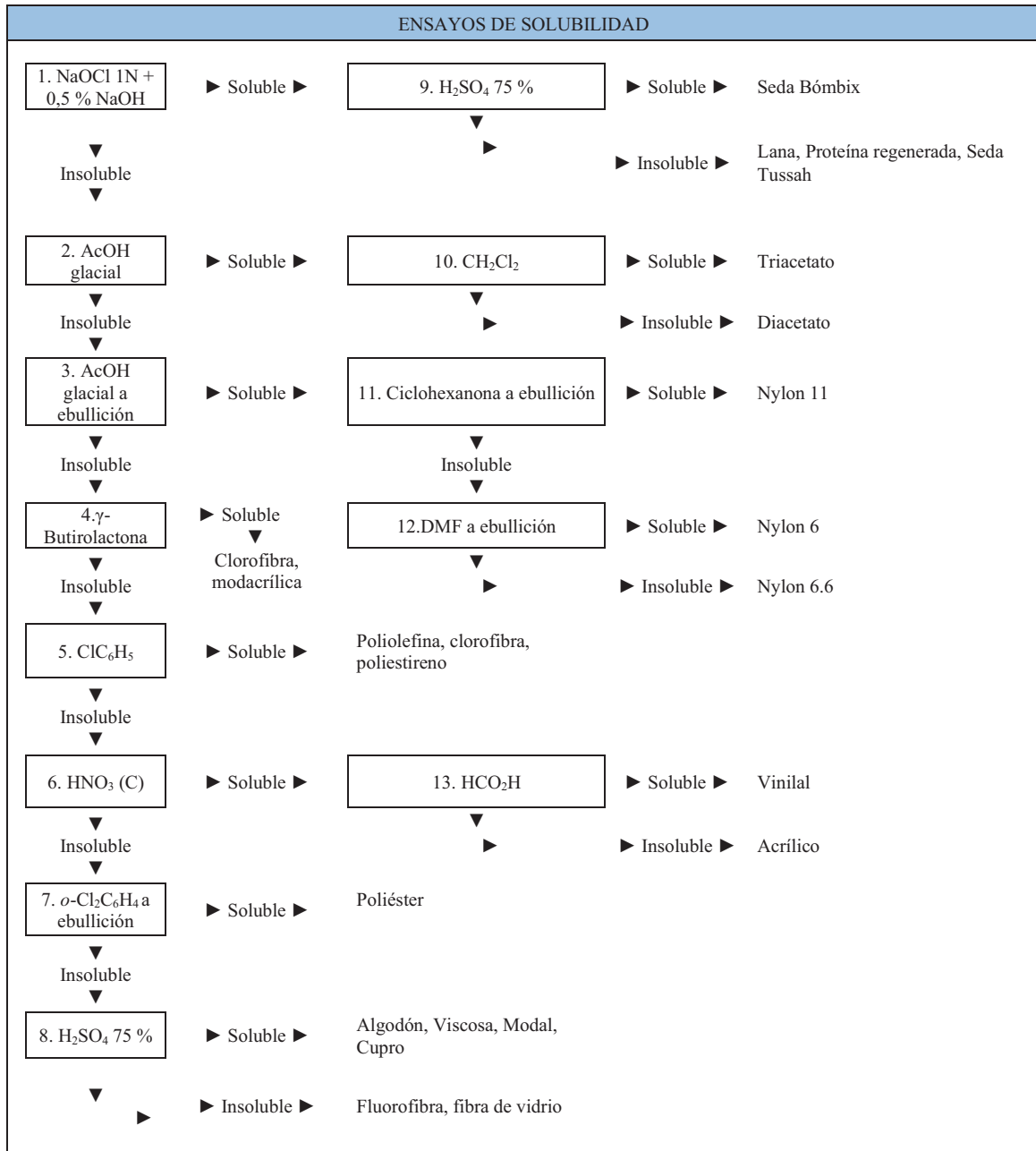
11.2. ANEXO II

Tabla 3: Elementos que no deben tenerse en cuenta para la determinación de la composición en fibras.¹²

Productos	Elementos excluidos
a) Todos los productos textiles	<ul style="list-style-type: none"> ✚ partes no textiles, orillos, etiquetas y escudos, orlas y adornos que no formen parte integrante del producto, botones y hebillas recubiertos de tejido, accesorios, adornos, cintas no elásticas, hilos y bandas elásticas añadidas en lugares específicos y limitados del producto y, conforme a las condiciones del artículo 10, fibras visibles y aislables puramente decorativas y fibras con efecto antiestático, ✚ sustancias grasas, aglutinantes, cargas, aprestos, productos de impregnación, productos auxiliares de teñido y estampado y otros productos de procesamiento de los textiles
b) Revestimientos de suelos y alfombras	Todos los componentes distintos de la superficie de uso
c) Tejidos para tapicería	Las urdimbres y tramas de unión y de relleno que no formen parte de la superficie de uso
d) Cortinas y visillos	Las urdimbres y las tramas de unión y de relleno que no formen parte del derecho de la tela
e) Calcetines	Los hilos elásticos adicionales utilizados en el puño y los utilizados para el refuerzo de la puntera y el talón
f) Pantis	Los hilos elásticos adicionales utilizados en la cinturilla y los utilizados para el refuerzo de la puntera y el talón
g) Productos textiles distintos de los recogidos en b y f.	<p>Soportes, refuerzos, entretelas y entelados, hilos de costura y de unión, a menos que sustituyan a la trama o a la urdimbre del tejido, relleno sin función aislante y, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 11, apartado 2, forros</p> <p>A efectos de la presente disposición:</p> <ul style="list-style-type: none"> - no se considerarán soportes que deban eliminarse los tejidos de base de los productos textiles que sirven de soporte a la superficie de uso, en particular los tejidos de base de las mantas y de los tejidos de doble cara y las bases de los productos de terciopelo o de felpa y similares, - se entenderá por «refuerzos» los hilos o materiales añadidos en lugares específicos y limitados del producto textil a fin de reforzarlo o de conferirle rigidez o grosor

11.3. ANEXO III

Esquema 2: Esquema de los diversos ensayos de solubilidad del LCG ⁴⁴



⁴⁴ LCG. Documentación interna. Identificación de fibras textiles, Anexo I.