

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



ANALISIS FORENSE PARA LA IDENTIFICACION DE FIBRAS NATURALES
DE ORIGEN VEGETAL Y ANIMAL

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
CURSO DE ESPECIALIZACION

JOSE RENE RIVAS RIVERA
GABRIELA ELIZABETH ROMERO HERNANDEZ

PARA OPTAR AL GRADO
DE LICENCIADO(A) EN QUIMICA Y FARMACIA

DICIEMBRE 2022

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. REINA MARIBEL GALDAMEZ

SECRETARIO INTERINO

MAESTRO. ROBERTO EDUARDO GARCIA

DIRECCION DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL

MSc. ENA EDITH HERRERA SALAZAR

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORES DE AREA:

MSc. NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

DR. DAVID FRANCISCO TORRES ROMERO

TUTORA

LICDA. LORENA MARGARITA RAMÍREZ MERCADO

INDICE GENERAL

Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	viii
Capítulo II	
2.0 Objetivos	
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	12
3.1 Fibra	12
3.1.1 Clasificación	13
3.2 Fibras naturales	14
3.2.1 Fibras de origen vegetal	15
3.2.2 Fibras de origen animal	17
3.2.3 Fibras minerales	20
3.3 Investigación forense de fibras	21
3.3.1 Búsqueda de fibras	22
3.3.2 Recolección de fibras	22
3.4 Protocolo para el examen inicial de fibras	24
3.5 Técnicas de microscopía para el análisis de fibras	26
3.6 Análisis para la identificación de fibras por medio de microscopio óptico compuesto	30
Capítulo IV	
4.0 Diseño Metodológico	38
4.1 Tipo de estudio	38

4.2	Búsqueda general de información	38
4.3	Procedimiento	38
4.3.1	Búsqueda de material bibliográfico para su selección	39
4.3.2	Delimitación del material consultado	39
4.3.3	Diseño de una práctica de laboratorio	39
Capítulo V		
5.0	Practica de laboratorio	41
Capítulo VI		
6.0	Conclusiones	54
Capítulo VII		
7.0	Recomendaciones	56
Bibliografía		
Anexos		

RESUMEN

Uno de los grandes problemas para identificar las fibras textiles, es la falta de información y de técnicas de laboratorio que faciliten el poder identificar de una manera certera el origen de las fibras naturales, esto hace que surja la necesidad de proponer nuevos métodos de laboratorio, además de toda la información necesaria para realizar un análisis forense. Una de las metodologías más utilizadas por los químicos forenses es la microscopía, la cual es rápida, fácil, precisa y menos destructiva para determinar el origen de las fibras encontradas en una escena del crimen.

El objetivo de este trabajo fue realizar una propuesta de análisis forense para la identificación de fibras naturales de origen vegetal y animal, la metodología utilizada fue de tipo documental, razón por la cual primero se fundamentó teóricamente para demostrar la importancia del estudio de las fibras, su identificación y comparación con una muestra conocida; posteriormente se seleccionó la información pertinente para el diseño de una propuesta de práctica de laboratorio utilizando el método microscópico.

En vista de que en el ámbito nacional no se encontraron estudios realizados en relación al análisis forense de fibras de origen natural, este documento es importante para futuras investigaciones en el área, además de que la implementación como práctica de laboratorio en la asignatura de Química Forense y Toxicología es factible, debido a que no requiere de equipo o reactivos de difícil acceso, razón por la que se recomienda su implementación.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

La identificación de las fibras es una parte fundamental en la industria textil y en la química forense porque pueden ser elementos imperceptibles y fácilmente transferibles de un lugar a otro, son un indicio que fácilmente puede convertirse en prueba pericial y ayudar a esclarecer una escena del crimen, siendo clave en el sistema de justicia para condenar al responsable de cometer un delito.

Para identificar y comparar las fibras es necesario tener un conocimiento de su naturaleza, características, composición y clasificación, para lo cual una inspección preliminar de la muestra aumentada a través del microscopio ayuda a conocer la estructura interna e identificación preliminar de la naturaleza de las fibras con solo ver sus características morfológicas y comparándolas con microfotografías patrón para poder establecer o vincular una sucesión de acontecimientos delictivos en la investigación, y a pesar de los grandes avances en métodos instrumentales, el uso del microscopio es fundamental en el área de criminalística, porque tiene la capacidad de acoplarse con otras técnicas para realizar pruebas adicionales e identificar la naturaleza de un elemento en la investigación.

El tipo de estudio empleado para esta investigación fue bibliográfico y documental, para fundamentar teóricamente la práctica de laboratorio que se diseñó como producto final del curso de especialización de "Análisis químico aplicado a la investigación criminal" de la Facultad de Química y Farmacia y ejecutado durante un periodo de 6 meses bajo una modalidad a distancia.

Una de las dificultades presentadas a lo largo de esta investigación fue la falta de antecedentes nacionales en cuanto a esta temática, razón por la cual la base fundamental teórica son documentos internacionales de países a la vanguardia en el tema, lo cual hace que este documento sirva de referencia para futuras investigaciones en el área de criminalística en el país.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Realizar una propuesta de análisis forense para la identificación de fibras naturales de origen vegetal y animal.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Seleccionar la información mediante la lectura y análisis del material recolectado acerca del proceso general de la investigación forense de fibras.

2.2.2 Diseñar una propuesta de práctica de laboratorio para la identificación de fibras naturales de origen vegetal y animal por medio del microscópico óptico compuesto.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 Fibra

Una fibra es cualquier estructura sólida que sea larga, delgada y flexible y cuyo diámetro sea muy pequeño en relación a su longitud. La hebra larga, delgada y flexible resultado de unir y retorcer un grupo de fibras es el hilo.

El término textil, estrictamente hablando, se refiere a cualquier objeto que pueda tejerse o que ha sido tejido. Sin embargo, teniendo en cuenta la definición de fibra y dado que a su vez una fibra es la unidad fundamental de un producto textil, el término textil se puede utilizar en un sentido más amplio para referirse a aquellos productos compuestos de fibras y que no son tejidos, como es el caso de las cuerdas.¹

Propiedades

Las propiedades mecánicas de las fibras, los hilados, las cuerdas y los tejidos son en muchos casos los que determinan el valor comercial del material, aunque a veces tiene mayor importancia el brillo y la facilidad para teñirse.

Entre las pruebas más comunes para medir sus propiedades mecánicas tenemos: prueba dinámica (tiempo de deformación individual en tracción por segundo), pruebas normales (tiempo de deformación de aproximadamente 100 segundos), pruebas a larga duración o estudio de deformación plástica, que dura muchas horas e incluso días, y por último el módulo de elasticidad que en una cuerda representa la rigidez y mide la resistencia inicial al alargamiento.²

Longitud

Existen dos tipos de fibras en lo que se refiere a su longitud y a su distribución longitudinal: filamentos continuos (Rayón, seda, nailon y acrílicas) y fibras discontinuas o hebras (algodón, lana y fibras sintéticas en hebra). Las fibras artificiales en forma de hebras tienen longitudes uniformes y se cortan en filamentos de 6-20 cm. Todas las fibras naturales se encuentran de forma discontinua, exceptuando la seda. La longitud de las fibras se expresa en milímetros o en pulgadas; la longitud de la fibra es un parámetro muy importante por los muchos factores que influyen en ella y estos varían de una fibra a otra, por ello lo común es referirse al valor medio (media estadística extraída de examinar una muestra representativa) y al coeficiente de variabilidad (parámetro estadístico de la distribución de las longitudes).

Las fibras químicas se obtienen inicialmente en forma de filamento continuo, pero se puede convertir en fibras discontinuas cortando o desgarrando la longitud deseada. El corte puede ser recto o variable.³

3.1.1 Clasificación

Se dividen en dos grandes grupos de fibras: naturales y manufacturadas o químicas. El primer grupo está constituido por todas aquellas fibras que se encuentran en estado natural y que necesitan una adecuación para ser hiladas y utilizadas como materia textil. El segundo grupo lo forman una gran diversidad de fibras que no existen en la naturaleza, sino que han sido fabricadas mediante un proceso industrial.

3.2 Fibras naturales

Son aquellas fibras que se encuentran presentes en la naturaleza y de la cual se obtienen por procedimientos físicos o mecánicos. Dentro de las fibras naturales se puede diferenciar entre fibras de origen animal, fibras de origen vegetal y fibras de origen mineral. En general, se destinan a la elaboración de textiles y también para otros usos, como fabricación de cuerdas, mangueras de incendios (cáñamo) o materia prima en la elaboración del papel (esparto), etc.¹

En la tabla N°1, de elaboración propia basada en fuentes bibliográficas, se muestra la clasificación de las fibras naturales de acuerdo a su origen.

Tabla N°1. Clasificación de fibras de origen natural.

Naturales	Vegetales	Fruto	Algodón Fibra de coco Miraguano o Kapok		
		Hojas	Abacá o cáñamo de Manila Sisal		
		Tallo	Cañamo Esparto Lino Ramio	Retama Yute	
	Animales	Faneras	Lana		
			Pelo	Alpaca Mohair angora Cachemira Camello	
		Secreciones	Seda		
	Minerales	Amianto (desuso)			

3.2.1 Fibras de origen vegetal

Proceden de las plantas, siendo sus principales constituyentes la celulosa, un polisacárido formado exclusivamente por unidades de β -glucosa (ver figura N°1), y la lignina, el polímero orgánico más abundante en el mundo vegetal después de los polisacáridos. Otros componentes son: hemicelulosa (heteropolisacárido formado por xilosa y otros monosacáridos), pectina, compuestos hidrosolubles, grasas y ceras. El diferente contenido de celulosa/lignina en una fibra es uno de los parámetros utilizados en su identificación. ¹

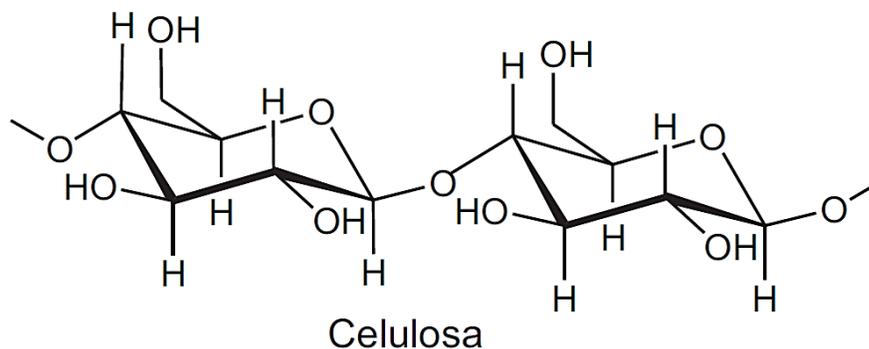


Figura N°1. Celulosa, uno de los componentes de las fibras vegetales. ¹

SE CLASIFICAN EN TRES TIPOS PRINCIPALES:

- Fibras de frutos o semillas:

Algodón; (*Gossypium herbaceum*) :Es una planta perteneciente al género *Gossypium*, de la familia de las malváceas tiene el tallo verde, de altura entre 0,8 y 1,5 metros, según variedades y regiones; al tiempo de florecer, el tallo cambia su color del verde hacia el rojo, las hojas acorazonadas, de cinco lóbulos; las flores del color blanco.

Tiene estructura cristalina y su contenido en celulosa es aproximadamente del 92%. Sus fibras están formadas por células tubulares con una serie de convoluciones o dobleces en forma de cinta que la caracterizan. ¹

Coco (*Cocos nucifera*) : Procede de la capa cortical de los frutos de este vegetal y el miraguano o kapok procedente de los frutos de Ceiba pentandra de Java y varias especies del género *Bombax* que se cultivan en Sri Lanka.

- Fibras de las hojas:

Esparto o atocha: Se obtiene de la *Stipa tenacissima*, planta de la familia de las gramíneas que se recolecta en verano. Se utiliza en cordelería, para la fabricación de esteras, cestas, estopas para escayolas y para la industria del papel.

Sisal: Se obtiene de la *Agave sisalana*, planta originaria de Yucatán, aunque actualmente Brasil es el mayor exportador mundial. Se destina a la producción de sogas, cuerdas y sacos, siendo su producción anual como agro fibra la más importante después del algodón.¹

Cáñamo de manila o abacá: Producido por la planta *Musa textiles* nativa de Filipinas y de la misma familia que el plátano, pero de frutos no comestibles. Fibras de gran resistencia y durabilidad que se destinan a la elaboración de tejidos las más finas y las más bastas para fabricar.

- Fibras de los tallos

Cáñamo (*Cannabis sativa*): Fibra fuerte y de gran resistencia utilizada en la fabricación de tejidos bastos, cuerdas y lonas para velas. Debido a su gran resistencia, la fibra textil que se obtiene se emplea para telas de embalaje, velamen, cordeles, cuerdas y cables, pero también en la confección de tejidos y telas bastas, sacos, alpargatas, mangueras de incendio y otros muchos utensilios.³

Yute (*Corchorus capsularis*): su contenido del 13% en hemicelulosa hace que aumente su sensibilidad a los ácidos y álcalis. ¹

Se utiliza en tejidos para embalaje, sacos, cordonería, esteras, telas, cuerdas y bastas. El yute se puede teñir en brillantes colores, se fija bien a los colorantes azoicos, antraquinonas, quinolinas, entre otros.

Lino (*Linum usimsitatisum*): Tiene mucho menor contenido en celulosa que el algodón (70%). Al microscopio presenta una superficie característica, lisa e interrumpida por nudos a intervalos regulares. Fácil de teñir, no acumula electricidad estática, es resistente al calor y la humedad y agradable al tacto (1-1,5% de ceras). Presenta, sin embargo, fuerte tendencia a arrugarse al ser una fibra poco elástica y flexible. Sus usos principales son para ropa de cama, telas para velas, manteles y prendas de vestir.¹

3.2.2 Fibras de origen animal

El segundo tipo de fibras naturales proceden de los animales y pueden tener su origen en estructuras epidérmicas (faneras), en secreciones con fines de protección (capullos) o como auxiliares para la captura de presas (telarañas).

Desde el punto de vista químico, las fibras de origen animal son proteínas resistentes a la mayoría de los ácidos orgánicos. También resisten, en determinadas condiciones, la acción de ciertos ácidos minerales como el ácido sulfúrico (H_2SO_4). Por el contrario, las bases o álcalis poco agresivos pueden dañar las fibras proteínicas y los álcalis fuertes, como el hidróxido de sodio (NaOH), pueden disolverlas por completo. Los blanqueadores que contienen cloro también pueden dañarlas (el hipoclorito líquido no debe usarse nunca con lana ni seda). Si se utilizan sin diluir, dañan las fibras e incluso pueden disolverlas por completo. ³

Faneras

Las estructuras faneras son estructuras visibles que se encuentran en la piel de los animales o que sobresalen de ella. Las uñas y pelos de los seres humanos y las uñas, cuernos, pelos, pezuñas, etc., en los animales, serían algunas de estas estructuras.³

Lana: Es una fibra textil formada en los folículos de la piel del ovino que integra el vellón del animal. Constituye una fibra suave y rizada, que en forma de vellón recubre el cuerpo de las ovejas. Está formada a base de la proteína llamada queratina, entorno al 20-25% de proporción total.

Cada fibra es segregada en un folículo piloso y consta de una cubierta externa escamosa (lo que provoca el enfieltado) que repele el agua, una porción cortical y otra medular (que absorbe la humedad). Varía entre 12 y 120 micras de diámetro, según la raza del animal productor y la región de su cuerpo, y entre 20 y 350 mm de longitud. Los usos de la lana están en relación directa con una gama de diámetros que la hacen utilizable en ropa (industria textil). Dos tercios de la lana van a la manufactura de prendas (telas, chompas, abrigos, etc.) Un tercio se destina a la manufactura de sábanas antiestáticas o alfombras antirruido.⁴

Pelo: Aunque en un sentido amplio todas las fibras animales que se utilizan en la industria textil, a excepción de la seda, se pueden denominar genéricamente como «pelo», se reserva el término «lana» para hacer referencia al pelo de las ovejas. Dando un corte transversal al tallo del pelo es posible observar tres capas: la médula, que es la parte más interna y está formada por células queratinizadas, débilmente unidas. A continuación, y rodeando la médula, se hallan las células del córtex o parte intermedia del pelo y finalmente, la cutícula, capa escamosa más externa y fuertemente adherida al córtex. La presencia o no de médula, su forma (continua, discontinua o fragmentada), la relación diámetro médula/diámetro pelo (que se conoce como índice medular) y la forma o el

número de capas que conforman la cutícula, son parámetros útiles a considerar en su identificación. ¹

Las fibras de pelo más comunes son: lana (ovejas), angora (conejos de angora), mohair (cabra de angora o *Capra hircus aegagrus*) y cachemir (originalmente de la cabra asiática o *Capra hircus laniger*), camel (camellos o dromedarios), alpaca, llama y vicuña (mamíferos de la familia camelidae, domésticos los dos primeros y salvaje la vicuña). Estas fibras varían en cuanto a la longitud y el diámetro del pelo y algunas, como el mohair y la lana, carecen de médula. Poseen cierta resistencia al ataque de hongos y bacterias, aunque son vulnerables al ataque de insectos. Son excelentes aislantes térmicos y no acumulan electricidad estática.¹

Secreciones

Los insectos sericígenos, principalmente la larva del lepidóptero *Bombix mori* (gusano de seda), hilan un capullo protector secretando una fibra continua (seda) para proteger la pupa durante el proceso de la metamorfosis. Su obtención se inicia con la cría del gusano de seda o sericultura, de la que se obtienen los capullos que, tratados con agua caliente, pierden la sustancia adhesiva que aglutina las fibras individuales (sericina) y permiten el hilado elemental que da lugar a la seda cruda. ³

- Seda

Es el filamento producido por el gusano de la especie *Bombix Mori* que se alimenta de hojas de morera; otras especies de gusanos se alimentan de hojas de roble y generan otro tipo de seda más gruesa llamada seda Tusa.

La seda del *Bombix Mori* es la fibra natural más valiosa, este gusano comienza su crecimiento como una larva que se alimenta constantemente y a los

35 días comienza a transformarse en crisálida, para ello segrega una “baba” producida por dos glándulas que se encuentran en la cabeza llamada fibroína y otra llamada sericina que al tomar contacto con el aire solidifica formando el filamento. El gusano se va envolviendo en el filamento y al término de 2 o 3 días ha formado completamente su capullo, luego de 20 días lo rompe y emerge como mariposa para aprovechar la fibra hay que sacrificar al insecto antes que rompa su capullo, para esto se sumergen en agua hirviendo, con esto se mata al gusano y se ablanda la sericina, luego se toman los extremos de varios capullos para formar un hilo fino, se los va extrayendo juntos del agua y se los retuerce; el filamento así obtenido se termina de constituir por solidificación debido al endurecimiento de la sericina al enfriarse. Se pueden devanar entre 800 y 1200 m., y el resto se utiliza para hilarlo cortado. ⁵

3.2.3 Fibras minerales

Estas fibras se forman directamente por el proceso mineral natural, o bien por fragmentación de cristales más grandes. Las más frecuentes son: amianto, asbesto, wollastonita, attapulgita, sepiolita y zeolita. De ellas, la única que se ha utilizado ampliamente debido a sus propiedades aislantes e ignífugas es el amianto, pero se ha descubierto que es cancerígena, por lo que las legislaciones de casi todos los países han prohibido su empleo, y actualmente está en desuso. ⁶

Hay tres minerales fibrosos naturales:

- Antofilita: silicato de hierro y magnesio, pero de menor importancia comercial.
- Anfíbol: Existen diversas variedades de este mineral, de las cuales la Crocidolita es el más importante mineral, pues se extrae el amianto azul. Químicamente las fibras largas y flexibles son de silicato de sodio y hierro

y son de color azul. La longitud de la fibra es de 7,5 a 10 cm, pero no es tan resistente a las altas temperaturas como el crisotilo.

- Serpentina: La que se presenta en dos formas de fibra, es un silicato hidratado de magnesio.²

3.3 Investigación forense de fibras

Las fibras por ser de un tamaño bastante pequeño son a veces indicios difíciles de visualizar y al ser fácilmente transferibles, se pueden producir contaminaciones que pueden llegar a anular una sentencia o incluso a implicar a un inocente. Por lo tanto, de la correcta recuperación, conservación y posterior análisis en el laboratorio, de estas evidencias, dependerá el éxito de la investigación.¹

En este contexto, se entiende por «contaminación» la transferencia de fibras que se produce entre dos ítems, en un periodo de tiempo posterior a la transferencia producida en el propio suceso (ya sea en el escenario del mismo, en el transporte de pruebas, de sospechosos o en el propio laboratorio).¹

Como menciona el artículo "Forensic analysis of dyed textile fibers", Las fibras pueden ser parte de transferencias primarias (directas) o secundarias (indirectas), los laboratorios de ciencias forenses pueden examinar estas fibras trasferidas y compararlas con una fibra conocida para descubrir los posibles orígenes comunes. Sin embargo, un factor significativo en el examen de fibras es el paso de tiempo. Por ejemplo, los estudios de persistencia de fibra han demostrado que hasta el 80% de las fibras trasferidas se pierden después de las primeras 4 horas, por lo tanto, es importante que los investigadores recolecten prendas y cualquier fibra rápidamente.⁷

3.3.1 Búsqueda de fibras

La longitud, grosor y color de las fibras influirán en su localización. Algunas veces se localizarán a simple vista y otras será necesario hacer uso de fuentes de luz blanca, luz UV o láseres. En cualquier caso, se debe realizar un barrido metódico de la escena del suceso y a la vez haciendo suposiciones acerca de lo que se busca y donde localizarlo. Así, las fibras adheridas a la ropa se van cayendo rápidamente, sin embargo, en las costuras o en los bolsillos pueden permanecer más tiempo.

3.3.2 Recolección de fibras

Existen diferentes procedimientos útiles para la recuperación de fibras y su elección, a juicio del personal especializado, vendrá determinada por el tipo y circunstancias del suceso.

Método de recuperación directo

Es el más sencillo y es el que se utiliza en el caso de fibras fácilmente visibles, como pueden ser las encontradas en una ventana rota, una alambrada, o en un arma. La búsqueda se realiza con ayuda de una lupa, unas pinzas y a veces una luz especial y el material encontrado se recoge, se coloca entre hojas de papel y se introduce en bolsas de plástico correctamente etiquetadas para su posterior análisis. Este método presenta la ventaja de que los restos contenidos en las bolsas generalmente no tienen que separarse de otros, pudiendo realizarse el análisis directo de los mismos. En el caso de fragmentos más pequeños, será necesario recurrir a otros procedimientos.

Uso de cintas adhesivas transparentes

Fue propuesto en 1951 por Frei Sulzer, es muy útil para la recogida de este tipo de indicios, permite recuperar fibras en diferentes superficies. En el caso de superficies con fibras propias será necesario utilizar cintas con baja adhesividad. Finalizado el proceso de recogida, se coloca todo el conjunto sobre una lámina de plástico y se empaqueta para su traslado al laboratorio. Allí y con la ayuda de un estereomicroscopio se marcan las zonas de la cinta donde se encuentran las fibras, se cortan esas áreas con un escalpelo y se libera la fibra con un disolvente adecuado. Aunque no es un procedimiento recomendado para el caso de superficies grandes ni irregulares y tampoco mojadas o fuertemente contaminadas, es un método muy utilizado y seguramente el de elección en la recuperación de fibras, mejorado por el reciente desarrollo de sistemas automáticos.

Utilización de vacío

Esta técnica utiliza un equipo que funciona a vacío y que lleva una serie de filtros incorporados. Es útil para la búsqueda de partículas de pintura, cristal o suelos en zonas de difícil acceso y, en el caso de fibras, para rastrear superficies grandes. Su eficacia depende de la máquina utilizada, aunque presenta la desventaja de su poca selectividad y posible contaminación si no se limpia bien después de cada uso.

Peinado

Se realiza con un peine en el que se introduce algodón entre los dientes y se utiliza para extraer fibras del pelo. Una vez utilizado, este dispositivo se examina con un estereomicroscopio recuperándose las fibras encontradas y

colocándolas en un portaobjetos. El color blanco del algodón contribuye a la visualización de las fibras.¹

3.4 Protocolo para el examen inicial de fibras

El protocolo para el examen de fibras dependerá de la naturaleza de la fibra, ya sea fibras de origen natural o manufacturadas, es decir el protocolo para el examen de fibras artificiales puede diferir del de fibras naturales. Un segundo factor importante que influirá en la secuencia del examen será el material de partida. Por ejemplo, los protocolos diferirán para una pieza de tela, un mechón o hilo de fibras.

La búsqueda de fibras extrañas es; sobre la base de la hipótesis de que pudo haber contacto entre el infractor y el querellante. El propósito del examen es buscar fibras que podrían asociar al sospechoso con el denunciante y/o su entorno y viceversa. El primer paso es examinar la ropa, la ropa de cama, las alfombras, entre otros. relacionados con el denunciante y el sospechoso o la escena desde donde se pueden haber transferido las fibras.

Todos los elementos deben ser examinados visualmente. Una lupa iluminada de baja potencia es útil y/o un estereomicroscopio de brazo oscilante montado sobre una mesa de búsqueda grande. El uso de una fuente de luz alternativa también puede revelar la presencia de fibras.

El material extraño de tamaño visible debe recolectarse primero. Los artículos deben estar completos y examinados sistemáticamente para detectar la presencia de pelos, manchas, daños, etc. Como se ha cubierto anteriormente, en primer lugar, se eliminarían las fibras visibles anotando sus ubicaciones y cómo se pueden retener las fibras. Se debe tomar en cuenta que la ubicación y el

número de fibras puede convertirse en un problema al intentar reconstruir los eventos que rodean el escenario de un caso.

Las notas deben ser lo suficientemente detalladas para permitir al examinador responder preguntas que requieren información sobre ubicación y números. La condición y el desgaste de una tela o la muestra obtenida y la presencia y el grado de daño pueden ser factores significativos para determinar el potencial para la transferencia de fibra. ²

Existen diferentes métodos de análisis que se deben emplear en la identificación y comparación de fibras, como se ha mencionado si la fibra es natural o manufacturada, siendo para estas últimas, más adecuados los ensayos relacionados con su estructura química que con su forma física.

También se ha de considerar el tipo de material de partida: si se trata de un manojo de fibras, o de una pieza de tela, si es material adherido a cinta adhesiva, o si se ha recogido a vacío, así como la cantidad de muestra disponible y el carácter destructivo o no de la técnica.¹

La identificación de la fibra textil es un factor muy importante para la investigación y el desarrollo. Al identificar diferentes fibras mediante diferentes pruebas, conocemos la composición física y química de varias fibras.

Prueba técnica

Prueba microscópica: La prueba microscópica es una prueba técnica que consiste en identificar el tejido con la ayuda de un microscopio con un aumento mínimo de 100 aumentos. La prueba puede distinguir fácilmente entre fibras. La prueba identifica las fibras naturales más fácilmente en comparación con las artificiales. Las fibras sintéticas tienen una apariencia muy similar y el aumento en el número de variedades hace que sea un poco difícil distinguir las fibras incluso bajo un microscopio.⁸

3.5 Técnicas de microscopía para el análisis de fibras

La identificación de fibras es un componente importante para la industria textil, la ciencia forense, los diseñadores de moda y la industria automotriz, entre otros. El proceso, aunque común en industrias dispares, se lleva a cabo de manera muy diferente en cada una. Una mirada rápida a los métodos publicados por varias disciplinas demuestra qué características y propiedades son importantes.

ASTM International (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales), en sus volúmenes sobre textiles, enumera la espectroscopia infrarroja como el método preferido para la identificación de fibras y agrega, 'propiedades físicas adicionales de las fibras tales como densidad, punto de fusión, recuperación, índices de refracción y birrefringencia, son útiles para confirmar'. Esto contrasta marcadamente con los métodos enumerados para trabajo de casos forenses que maximiza el análisis en tamaños de muestra mínimos; la mayoría de los métodos se centran en la microscopía que los otros grupos encuentran "útil". Los científicos forenses suelen obtener muy poca muestra con la que trabajar, a menudo uno o dos fibras individuales, mientras que los productores de fibras tienen, en comparación, casi muestras ilimitadas.⁹

La utilidad de la microscopía en criminalística va más allá del mero estudio preliminar de las muestras, por lo que se ha incluido aquí la explicación de sus características. Aunque ha ido entrando en competencia con otros métodos instrumentales, durante mucho tiempo fue la «reina» en el laboratorio forense. No hay más que recordar la frase de Locard de que «los restos microscópicos que cubren nuestra ropa y nuestros cuerpos son testigos mudos, seguros y fieles, de nuestros movimientos y de nuestros encuentros», de donde se deduce fácilmente la importancia que daba al uso del microscopio.¹

Consiste en la observación de lo infinitamente pequeño mediante microscopios (del microscopio simple o lupa al microscopio electrónico), que gracias al aumento que ofrecen, permiten el conocimiento de cosas o hechos pocos visibles o invisibles a simple vista.⁶

En general, y cuando una fibra llega al laboratorio el primer paso consiste en observar sus características con un microscopio, los más utilizados son:

Estereomicroscopio

Es un microscopio de luz que proporciona información acerca de la vista longitudinal y la sección transversal de una fibra y que permite caracterizar fácilmente fibras naturales como la lana, la seda, el pelo o el algodón, mientras que para otras como el cáñamo, yute o sisal es necesario además recurrir a otros test (físicos o químicos) complementarios. Cuando se trata de fibras manufacturadas, como es el caso del nailon, poliéster o acrílicas, este método aporta algunos datos sobre ellas, aunque no suficientes para averiguar su composición.¹

Esto se utiliza para exámenes de bajo aumento, donde su larga distancia de trabajo e imagen vertical ayudan en la búsqueda de pequeños elementos de evidencia o cintas y en la recuperación y manipulación de fibras individuales. El microscopio debe estar equipado para la observación tanto con luz transmitida como reflejada. Se pueden adquirir accesorios que permitan observaciones entre polares cruzados y con fluorescencia. Un soporte de pluma es útil, permitiendo que el microscopio se use sobre objetos grandes que nunca podrían encajar en el escenario de un instrumento convencional.¹

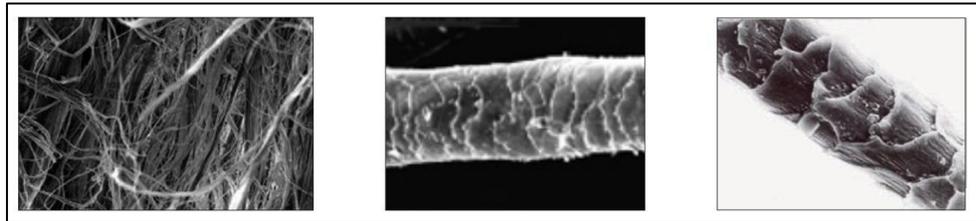
Microscopio de luz polarizada

Está basado en el comportamiento que tienen ciertos materiales al ser observados con luz polarizada. Esta técnica, permite determinar la birrefringencia

en materiales anisótopos, caso de las fibras manufacturadas. Cuando sobre un material anisótropo incide un rayo de luz polarizada, este se separa en dos rayos denominados rayo ordinario y rayo extraordinario (birrefringencia), polarizados en direcciones perpendiculares entre sí y que se propagan con distinta velocidad como si el material tuviera dos índices de refracción diferentes n_e y n_o .¹

Microscopio electrónico de barrido o SEM

Utiliza un haz de electrones para formar una imagen en lugar de un haz de luz, como en el caso del estereomicroscopio. Tiene una gran resolución, lo que facilita la percepción de detalles que han podido pasar inadvertidos en el microscopio óptico, y también una gran profundidad de campo, por lo que puede enfocar a la vez una gran cantidad de muestra. Permite obtener imágenes ampliadas y en tres dimensiones y por tanto observar los detalles y modificaciones de la superficie, la urdimbre y la fractografía (ver figura N°2) de fibras rotas.¹



*Figura N° 2. Fibras de algodón, alpaca y lana vistas al microscopio SEM.*¹

Microscopio de fluorescencia

Este microscopio hace uso de la fluorescencia, propiedad que tienen ciertos grupos funcionales, denominados fluoróforos o fluorocromos de absorber luz de una longitud de onda determinada y luego emitir otra luz de una mayor longitud de onda. La fluorescencia no es una característica intrínseca a la naturaleza de la fibra, sino que se debe a determinados compuestos presentes,

como tintes, deslustrantes, detergentes etc., por lo que esta técnica será útil siempre que exista una muestra con la que comparar.¹

Microscopio compuesto

En la actualidad los microscopios compuestos se construyen con más de dos lentes. De esta forma se logran grandes aumentos. En ciencia forense suelen emplearse aumentos de 40X, 100X, 200X y 450X. Por otra parte, pueden tener un solo objetivo (monocular) o dos, uno para cada ojo (binocular), (ver anexo N°1).

El sistema de iluminación es también muy importante. Cuando el objeto es opaco, la fuente de luz debe estar colocada por encima de él (iluminación vertical). Entonces se dice que es un microscopio de campo claro. La imagen que se ve aparece sobre un fondo brillante. En criminalística se emplea para observar indicios coloreados, así como fibras y cabellos.

Sin embargo, en el caso de objetos transparentes o translúcidos, la luz se sitúa en la base del microscopio y se dirige hacia arriba, concentrándose sobre el objeto mediante un condensador. La luz traspasa así el objeto transparente, y al observarlo, aparece brillante sobre un fondo oscuro. Por ello se llama microscopio de campo oscuro. En el laboratorio forense es muy útil para estudiar fragmentos de vidrio, plásticos transparentes y células sin necesidad de teñirlas.¹

Microscopio de comparación

Se trata de dos microscopios compuestos combinados en una unidad, conectados mediante una especie de puente con una serie de lentes y espejos y, en su centro, un sistema binocular.

Son de gran interés en ciencia forense, porque frecuentemente es necesario comparar simultáneamente la muestra problema con otra de referencia, como es el caso de estudios balísticos para saber si dos balas han sido disparadas con la misma arma de fuego.¹

3.6 Análisis para la identificación de fibras por medio de microscopio óptico compuesto

Un componente vital de la microscopía práctica es, por supuesto, la preparación de la muestra misma. El espacio no permite una descripción detallada de todos los diversos procedimientos de montaje de muestras que pueden emplearse, pero es importante resaltar algunos principios básicos. Hay esencialmente dos aspectos principales desde los cuales se puede ver una muestra de fibra: (a) longitudinalmente (es decir, de lado); o (b) transversalmente (es decir, en sección transversal). Excepto cuando se realicen exámenes muy superficiales (usando, por ejemplo, un microscopio estereoscópico con zoom), la muestra generalmente se montará entre un portaobjetos de vidrio y un cubreobjetos. Se deben incluir unas gotas de un líquido de montaje apropiado para asegurar un buen contacto óptico, mejorando así la claridad de la imagen. Los ejemplos comunes son xileno, parafina líquida ('nujol'), aceite de madera de cedro, 'Permout' (una mezcla de piccolito: un polímero de B-pineno y polímero de tolueno) y fitohistol. Además, el índice de refracción del líquido debe conocerse si se requiere información cuantitativa. También es muy importante tener en cuenta que muchos líquidos con índice de refracción no solo son tóxicos en el sentido convencional, sino también cancerígenos. Cualquiera que sea el modo de montaje que se utilice, se debe tener cuidado de no dañar la muestra en el proceso (incluso las pequeñas fuerzas asociadas con el manejo normal pueden causar cambios físicos permanentes).⁹

Una fibra objetivo se compara con fibras de una fuente sospechosa. En este caso, normalmente (pero no siempre) se buscará la fibra objetivo en función de su color o de alguna propiedad morfológica destacada (en el caso de fibras incoloras o fibras textiles animales o vegetales).²

PARA VISTA LONGITUDINAL

Para fibras naturales como algodón, lana, otras fibras animales, fibras minerales y fibras vegetales, el examen microscópico es el método más importante.⁶

Estas fibras serían examinadas de la siguiente manera:

Las fibras se montan en un soporte adecuado y se observan con iluminación de campo claro. generalmente se montará entre un portaobjetos de vidrio y un cubreobjetos. Unas gotas de un líquido de montaje adecuado deben incluirse para asegurar un buen contacto óptico, mejorando así la imagen.

Luego se anota la apariencia de las fibras y posiblemente se hace una identificación tentativa. Por ejemplo, la lana y otras fibras de "pelo" casi siempre muestran escamas cuticulares en su superficie. Estos se superponen a modo de techo.

Para su identificación, se pueden observar al microscopio óptico con las siguientes características (ver figura N°3)

- Algodón: parece una cinta con giros (circunvoluciones) a lo largo de la fibra.
- Lino: las fibras simples tienen nudos a intervalos a lo largo de la longitud de la fibra, ancho irregular. A menudo un haz de fibras apretadas en dirección longitudinal, en lugar de fibras individuales.
- Lana: superficie exterior y bordes ásperos, debido a la superposición de escamas superficiales. El pelo de los animales muestra diferentes superficies.
- Seda: parece una varilla cilíndrica y lisa con protuberancias periódicas.¹⁰

10. Morfologia delle fibre

Delle principali fibre vengono riportate una descrizione delle caratteristiche, la formula chimica della struttura ed una rappresentazione grafica delle sezioni longitudinali e trasversali, così come appaiono ad una osservazione per via microscopica.

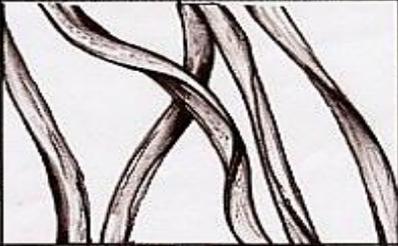
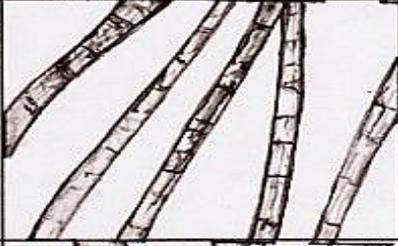
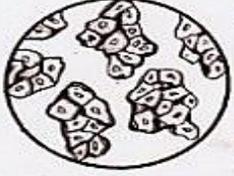
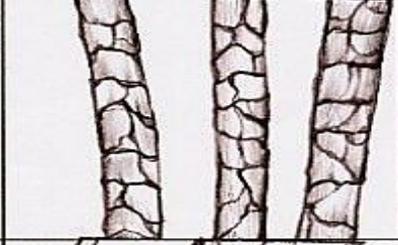
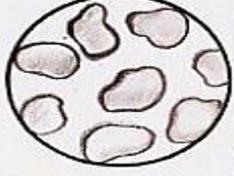
FIBRE NATURALI: VEGETALI E ANIMALI		
DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE	SEZIONE LONGITUDINALE	SEZIONE TRASVERSALE
<p>COTONE</p> <p>Fibra a base cellulosa proveniente dal seme della pianta di cotone, con un lumen centrale.</p> <p>FORMULA: Unità di glucosio - $(C_6 H_{10} O_5)_n$ da cui: 2 unità di glucosio formano il monomero di cellobiosio.</p>		
<p>LINO</p> <p>Fibra a base cellulosa proveniente dal seme del fusto della pianta di lino.</p> <p>FORMULA: Unità di glucosio - $(C_6 H_{10} O_5)_n$ da cui: 2 unità di glucosio formano il monomero di cellobiosio.</p>		
<p>LANA</p> <p>Fibra a base di cheratina proveniente dalla tosatura di capre, pecore e cammelli.</p> <p>FORMULA: - $(C_{42} H_{157} O_{15} N_5 S)_n$</p>		
<p>SETA</p> <p>Fibra a base di fibroina proveniente da insetti sergenti.</p> <p>FORMULA: Unità di glucosio - $(C_{24} H_{36} O_8 N_6)_n$</p>		

Figura N°3. Morfología de las fibras. (corte longitudinal y transversal).¹¹

CORTE TRANSVERSAL

Para la preparación de secciones transversales existen varios métodos enumerados a continuación:

- Método de película de polietileno

Se coloca la fibra/fibras entre dos pequeños cuadrados de polietileno y se cubre entre dos portaobjetos de microscopio de vidrio. La muestra preparada se calienta hasta que el polietileno se derrita, se retira la muestra de la placa caliente con unas pinzas y se deja enfriar, se coloca el sándwich de polietileno/fibra bajo el microscopio estereobinocular, se corta el exceso de polietileno de un extremo de la fibra con una hoja de afeitar y cortar transversalmente la fibra en rodajas finas debajo del microscopio estereobinocular. Montar al aire las secciones transversales en un portaobjetos de microscopio de vidrio y examinar las secciones transversales bajo un microscopio compuesto.

- Método del adhesivo óptico Norland (tipo 65)

Se monta la fibra en una gota de adhesivo óptico Norland en un portaobjetos de microscopio de vidrio(No coloque un cubreobjetos sobre la fibra), Coloque el portaobjetos bajo la luz ultravioleta durante 5 a 15 minutos para curar. Retire el portaobjetos de la luz ultravioleta, corte el exceso de Norland de un extremo de la fibra con una hoja de afeitar y comience a cortar transversalmente la fibra en rodajas finas debajo de microscopio estereobinocular. Se montar al aire las secciones transversales en un portaobjetos de microscopio de vidrio y observar las secciones transversales bajo un microscopio compuesto.

- Método de la placa de Joliff - Hilo

Se desliza el enhebrador de aguja a través de uno de los agujeros en la placa de sección transversal de Joliff, se pasa el hilo a través del enhebrador de agujas y tire con cuidado de las fibras hasta la mitad del orificio de la placa. Agregue unas gotas de esmalte de uñas a los extremos del hilo que sobresalen del orificio de la placa (arriba y abajo) y dejar secar. Con una hoja de afeitar afilada, corte los extremos sobresalientes de las fibras para que queden al ras

con la superficie de la placa y examine las secciones transversales de las fibras aseguradas en la placa con un compuesto microscopio.

- Método de placa de Joliff: fibra única

Se embala la fibra simple en un hilo de un tipo y color de fibra diferente, se desliza el enhebrador de aguja a través de uno de los agujeros en la placa de corte transversal de Joliff, se pasa el hilo empaquetado a través del enhebrador de agujas, se tira con cuidado de la lana empaquetada hasta la mitad del orificio de la placa y se agrega unas gotas de esmalte de uñas a los extremos del hilo que sobresalen del orificio de la placa (arriba y abajo) y dejar secar. Con una hoja de afeitar afilada, corte los extremos sobresalientes de las fibras para que queden al ras con la superficie de la placa y se observa las secciones transversales de las fibras aseguradas en la placa con un compuesto microscopio.

- Método de micrótopo resistente

Configuración del micrótopo

Se retira la platina de empaque de la base del micrótopo desatornillando los dos grandes apretando los tornillos en la parte superior del escenario, se baja el émbolo de la base del micrótopo por debajo de la superficie de la platina girando la esfera del émbolo en sentido contrario a las agujas del reloj, se retira la etapa de empaque y el pasador de sujeción desenroscando el tornillo de apriete más pequeño y se limpia el émbolo y la plataforma deslizante/de empaque con acetona, prepare y corte transversalmente su muestra.¹²

- Método de placa

El método de placa en el cual se tira de un manojito de fibras, usando un hilo fuerte, a través de un pequeño agujero en una placa de metal. El paquete debe ser lo suficientemente grueso para que quede bien ajustado en el agujero. Las fibras que sobresalen en ambas superficies, luego se rebana al ras con la

placa, utilizando una hoja de afeitar o un bisturí. Alternativamente se puede utilizar un micrótopo, como el micrótopo Hardy. Palenik y Fitzsimmons (1990) describen un método relativamente simple para preparación de secciones transversales.

En su procedimiento, la fibra a examinar es intercalado entre dos películas delgadas de polietileno, siendo todo montado en un portaobjetos de vidrio con un cubreobjetos y colocado en una placa caliente de microscopio. El espécimen compuesto se calienta lo suficiente para derretir el polietileno y se ejerce una ligera presión sobre el cubreobjetos para garantizar que sea efectivo la incrustación de la fibra en el polímero fundido. Entonces se permite el sándwich se enfríe, después de lo cual se retira el cubreobjetos. Asistido por un zoom estéreo microscopio, se toman rodajas finas con una hoja de afeitar. Estos deben ser delgados lo suficiente como para colocarse en un portaobjetos de microscopio con el eje de la fibra original vertical.

Se elige el polietileno porque no se adhiere al vidrio. Debería ser señalado, sin embargo, que su temperatura de fusión es de alrededor de 145 °C, lo que hasta cierto punto limita la gama de fibras para las que la técnica es aplicable. Un medio de inclusión alternativo, como la resina epoxi, puede ser considerado cuando el espécimen es particularmente sensible a la temperatura, aunque esto requiere un procedimiento diferente.²

En la tabla N°2, de elaboración propia basada en fuentes bibliográficas, se muestra la descripción de fibras, corte transversal como se miran al microscopio.

Tabla N°2. Descripción de fibras, corte transversal como se observan al microscopio óptico.

Algodón	Muestra forma de riñón, en las fibras maduras con tendencia a tornarse circulares. Presencia de lumen.
Lana	De forma circular o ligeramente elíptica. Presenta fibras con varios diámetros.
Alpaca, mohair y cashmere	Circulares
Lino	Poligonal, presencia de un canal interior parecido al del algodón.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo de estudio

Documental:

Fue realizada fundamentalmente a través de la indagación exhaustiva, sistemática y rigurosa, de la documentación existente que directa o indirectamente aportaron la información necesaria para el desarrollo del tema.

4.2 Investigación bibliográfica:

En esta etapa se realizó una búsqueda general de bibliografía relacionada con el tema, utilizando palabras clave y recopilando la información de no más de 10 años de antigüedad de fuentes confiables como:

- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador del campus central.
- Biblioteca Doctor Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca digital de la Universidad de El Salvador y base de datos perteneciente al sistema bibliotecario universitario.
- Bases de datos encontradas en internet.

4.3 Procedimiento

Debido a que la investigación desarrollada fue completamente de carácter bibliográfico, esta se ejecutó mediante etapas con la finalidad de poder seleccionar el material bibliográfico de mayor utilidad para los fines de esta investigación, estas etapas fueron divididas de la siguiente manera:

4.3.1 Búsqueda de material bibliográfico para su selección

El objetivo principal de esta etapa fue que, de toda la bibliografía encontrada en la búsqueda general del tema, se realizó una lectura y análisis para seleccionar solo aquellos en los cuales la información fuese coherente y oportuna al tema investigado.

4.3.2 Delimitación del material consultado

Después de la lectura y análisis general, se seleccionó solo la información pertinente y necesaria para la fundamentación y redacción de la investigación sobre el análisis forense para la identificación de fibras naturales.

4.3.3 Diseño de una práctica de laboratorio

Toda la información seleccionada sobre el tema sirvió para la fundamentación teórica del diseño de la práctica de laboratorio sobre la identificación de fibras naturales de origen vegetal y animal por medio del microscópico óptico compuesto, la cual se realizó con base en los lineamientos provistos (ver anexo N°2).

CAPITULO V

PRACTICA DE LABORATORIO

5.0 PRACTICA DE LABORATORIO

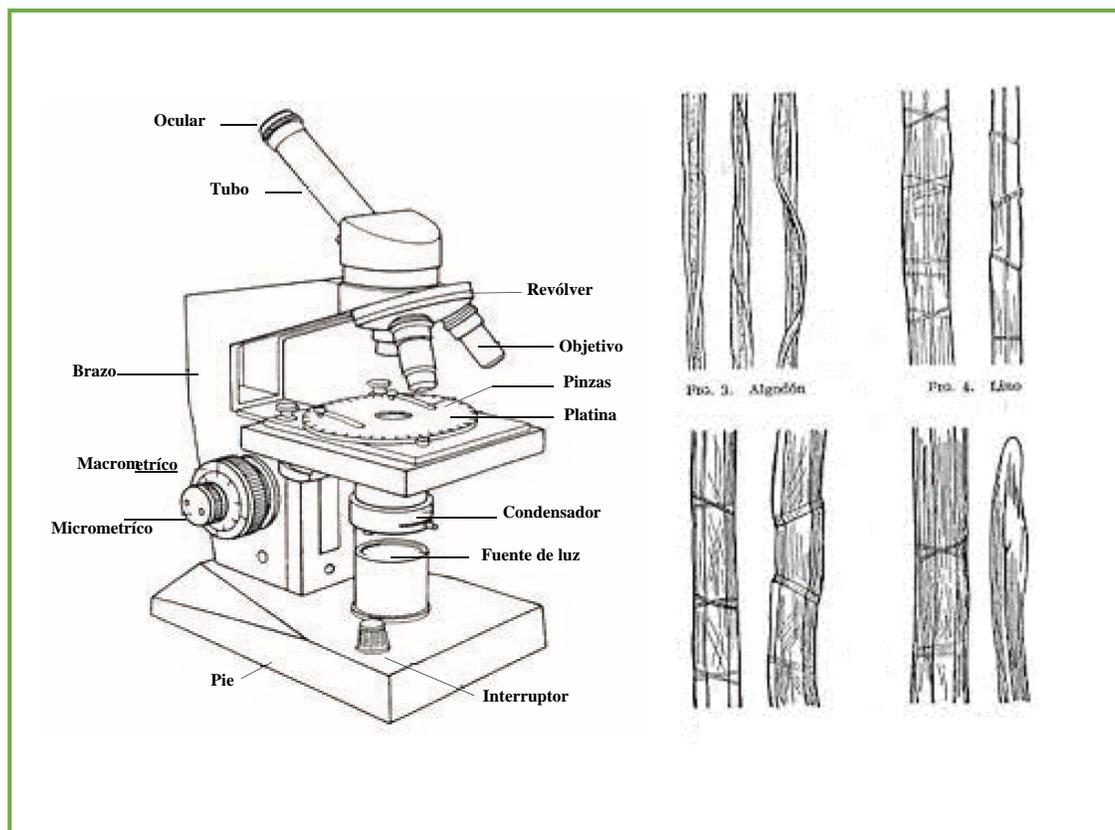
En este capítulo se presenta el diseño de práctica de laboratorio, utilizando el método de microscopia, cuyo objetivo es realizar el análisis forense para la identificación de fibras naturales de origen vegetal y animal, las cuales pueden distinguirse al microscopio por el contorno característico que presentan.

La práctica está diseñada de acuerdo a los lineamientos proporcionados a través del curso de especialización “Análisis químico aplicado a la investigación criminal”.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

PRÁCTICA DE LABORATORIO

“IDENTIFICACIÓN DE FIBRAS NATURALES DE ORIGEN VEGETAL Y ANIMAL POR MEDIO DEL MICROSCÓPIO ÓPTICO COMPUESTO”.



OBJETIVOS:

1. Realizar los distintos tipos de corte (longitudinal y transversal) de las fibras.
2. Determinar las características morfológicas de las fibras vegetal y animal por medio del microscopio óptico compuesto para un análisis comparativo de las muestras utilizadas en esta práctica de laboratorio.
3. Utilizar el Método de la placa de Joliff – Hilo para la identificación de un corte transversal.

FUNDAMENTO TEORICO

La microscopía identifica las características morfológicas de las fibras: su longitud, forma de acuerdo a la madurez de la celulosa, la forma del folículo del pelo, formación protéica, finura, diámetro, comparando el número de células, su forma general de fibras por haz, y dimensiones de las células.

Características de las fibras:

Longitud: distancia que existe entre la base y el extremo opuesto de la fibra. No existen fibras de igual longitud, aunque sean del mismo origen. Se pueden medir en metros centímetros o pulgadas.

Forma de la sección transversal: es una propiedad geométrica que influye en otras propiedades como el brillo, volumen, tacto, rigidez de torsión.

Se distinguen 3 zonas en una fibra natural:

- Piel o cutícula
- Cuerpo principal
- Núcleo (hueco o no)

Finura: es la medida de su grosor y está relacionado con el diámetro de la fibra aparentemente, al no ser constante ni regular, se expresa en micras.

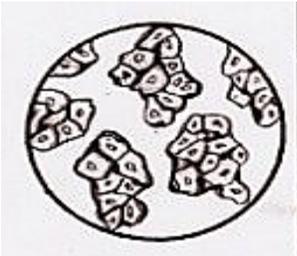
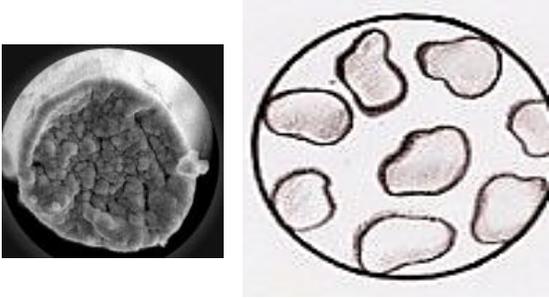
Diámetro: corresponde al grueso medio de las fibras. Su unidad son las micras o milésimas de milímetros. Las fibras naturales tienen diámetros variables que se disminuyen en los extremos.

Elasticidad: cualidad que permite a la fibra recuperar cierta longitud cuando cesa de ser sometida.

Para el análisis cualitativo de fibras se hace a nivel de corte longitudinal y transversal para identificar la forma de las fibras y la forma de las médulas. Si las fibras son finas normalmente tienen una forma casi circular o apenas elíptica, pero en las fibras medianas y gruesas aparecen formas más irregulares.

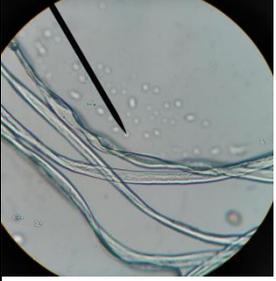
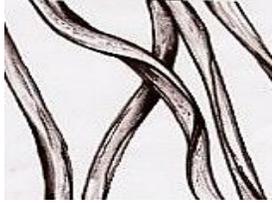
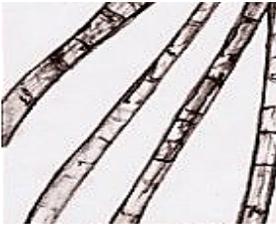
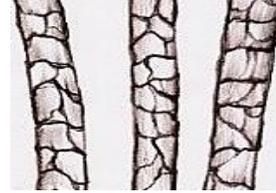
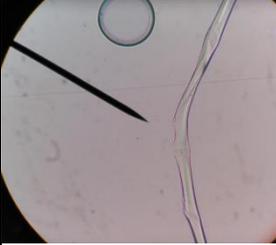
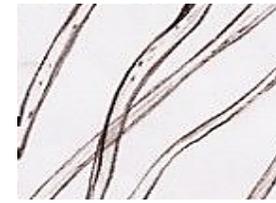
En las siguientes tablas de elaboración propia basadas en fuentes bibliográficas, se muestra la morfología en corte transversal y longitudinal vista al microscopio.^{11,13,14}

Tabla N°3. Morfología en corte transversal.

FIBRA	MORFOLOGÍA CORTE TRANSVERSAL	IMAGEN REFERENCIA
ALGODÓN	Muestra forma de riñón, en las fibras maduras con tendencia a tornarse circulares. Presencia de lumen.	
LINO	Poligonal, presencia de un canal interior parecido al del algodón.	
LANA	De forma circular o ligeramente elíptica. Presenta fibras con varios diámetros.	
SEDA	Forma triangular, de vértice redondo y las caras lisas.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla N°4. Morfología en corte longitudinal.

ALGODÓN	Parece una cinta con giros (circunvoluciones) a lo largo de la fibra.		
LINO	Fibras simples, tienen nudos a intervalos a lo largo de la longitud de la fibra, ancho irregular.		
LANA	Superficie exterior y bordes ásperos, por la superposición de escamas.		
SEDA	Parece una varilla cilíndrica y lisa por protuberancias periódicas.		

Fuente: elaboración propia.

Microscopio

El uso del microscopio se basa en lentes para aumentar los rayos de luz que atraviesan una muestra, contiene normalmente dos sistemas de lentes: el objetivo y el ocular.

El objetivo recoge la luz que atraviesa la sección de tejido, mientras que el ocular es el que proyecta la imagen sobre la retina. El aumento total que permite un microscopio óptico se calcula multiplicando la magnificación que produce el objetivo por la que produce el ocular. Por ejemplo, si estamos usando un objetivo de 40x (aumenta 40 veces) y un ocular de 10x (aumenta 10 veces), el resultado final será de 400x, es decir, vemos la muestra aumentada 400 veces.

El lente más cercano a la muestra es el objetivo, posee una distancia focal muy corta, por lo cual la luz lo atraviesa y la imagen formada se invierte en cada ocular y finalmente se convierte en una imagen bidimensional.

La imagen aumentada del objeto que es formada por el objetivo se envía a un segundo lente o conjunto de lentes próximos al ojo del observador para observarse en el ocular.

Las determinaciones de gran utilidad que se pueden visualizar en el microscopio son:

- Identificación de fibras.
- Uniformidad de diámetro o grosor de los hilos
- Daño mecánico y químico de las fibras
- Finura de las fibras
- Macrofotografías.

PARTE EXPERIMENTAL

MATERIALES:

- Algodón
- Cortes de tejido de lana
- Corte de tela de seda
- Corte de tela de lino
- Portaobjetos de vidrio
- Cubreobjetos de microscopio de vidrio
- Hojas de afeitar
- Pinzas de sostén
- Placa de corte transversal Joliff
- Hilo de aguja
- Tijera
- Cámara fotográfica (celular)

EQUIPO:

- Microscopio compuesto con un rango de aumento mínimo de 40x a 400x, con retícula del ocular.

REACTIVOS

- Esmalte de uñas transparente
- Bálsamo de Canadá

Tiempo de ejecución: 2 horas

Conocimientos previos: Conocimiento del manejo correcto y limpieza del microscopio, del manejo de instrumentos y buenas prácticas de laboratorio.

PROCEDIMIENTO

Muestras longitudinales

- 1) Separar las fibras del tejido y abrirlas, colocarlas en un portaobjeto e identificar las muestras de cada portaobjeto.
- 2) Añadir una gota de bálsamo de Canadá y colocar sobre ella suavemente un cubreobjetos. El líquido debe extenderse uniformemente debajo del cubreobjetos, si aparecen burbujas de aire, presionar muy suavemente sobre la parte superior hasta eliminarlas.
- 3) Observar al objetivo 4x para observar la regularidad de las fibras de origen vegetal y animal (menos regulares).
- 4) Observar al objetivo 40x aquí se pueden diferenciar los diferentes tipos de fibras.
- 5) Observar al objetivo 100x que permite observar las características particulares de las fibras en estudio. (Nota: del correcto enfoque de las imágenes se tendrá el éxito de los resultados).
- 6) Anotar las características morfológicas observadas de acuerdo a la tabla de referencia corte longitudinal.
- 7) Comparar e identificar en base a las imágenes de referencia de corte longitudinal. Anotar en hoja de reporte de resultados.
- 8) Repetir los pasos del 1 al 6 con los distintos tipos de muestras y anotar en tabla número 5.

Tabla N°5. Resultados para corte longitudinal.

Muestra	Técnica	Formas de la muestra.	Características morfológicas
Observaciones:			

Fuente: elaboración propia.

Especímenes transversales (de corte transversal)

Método de la placa de Joliff – Hilo

- 1) Deslice el enhebrador de aguja a través de uno de los agujeros en la placa de sección transversal de Joliff.
- 2) Pase el hilo a través del enhebrador de agujas.
- 3) Tire con cuidado de las fibras hasta la mitad del orificio de la placa, tienen que quedar lo suficiente apretado para que no se salgan del orificio de la placa. (Nota: la fibra debe pasar por presión en el orificio, para que no se deslice, si lo hace agregar más hilo).
- 4) Agregue unas gotas de esmalte de uñas a los extremos del hilo que sobresalen del orificio de la placa (arriba y abajo) y dejar secar.
- 5) Con una hoja de afeitar afilada, corte los extremos sobresalientes de las fibras para que queden al ras con la superficie de la placa. (nota: hacer el corte con la hoja de afeitar procurando un solo corte, a 35°).

- 6) Examine las secciones transversales de las fibras llevando la placa de Joliff a un microscopio óptico compuesto.
- 7) Comparar e identificar en base a tabla de referencia corte transversal.
- 8) Anotar en tabla de reporte de resultados (Tabla N°6).
- 9) Repetir los pasos del 1 al 7 para las siguientes muestras de tipo transversal.¹²

Tabla N°6. Resultados para corte transversal.

Muestra N°	Técnica	Formas de la muestra	Características morfológicas
Observaciones:			

Fuente: elaboración propia.

Seguridad:

- No cansar la vista haciendo observaciones por largo tiempo.
- Limpiar el microscopio después de utilizarlo.
- Evitar el contacto de la plataforma con reactivos corrosivos.

INFORME DE REPORTE DE LA PRACTICA DE FIBRAS NATURALES

COMPLETAR TABLA CORTE LONGITUDINAL

Tabla N°7.Resultados para corte longitudinal.

Fecha:	Integrantes:	Docentes:
FIBRA	DESCRIPCION MICROSCOPICA	ILUSTRACION

Fuente: elaboración propia.

COMPLETAR CUADRO CORTE TRANSVERSAL

Tabla N°8.Resultados para corte Transversal.

Fecha :	Integrantes:	Docentes:
FIBRA	DESCRIPCION MICROSCOPICA	ILUSTRACION

Fuente: elaboración propia.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. En la búsqueda exhaustiva de información bibliográfica nacional, no se encontró información relacionada con la investigación de fibras naturales en el área de Química Forense, por lo que este trabajo puede ser de mucha utilidad para las futuras investigaciones, porque se realizó una investigación con fuentes científicas confiables sobre el tema.
2. A nivel internacional, existe mucha información que detalla las características morfológicas de acuerdo a los tipos de fibras, razón por la cual la práctica de laboratorio diseñada como producto de esta investigación será de mucha utilidad para la asignatura de Química Forense y Toxicología, ya que permitirá la identificación y comparación de los diferentes tipos de fibras naturales por parte de los estudiantes que cursen dicha asignatura.
3. La práctica de laboratorio diseñada con esta investigación puede ser implementada fácilmente en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia, debido a que se cuenta con el equipo y los materiales necesarios para obtener un método de análisis forense de fibras naturales muy económico.
4. La información contenida en esta investigación, puede ser fácilmente utilizada en la investigación de una escena del crimen, cuando se vea implicado el análisis forense de fibras naturales, por tener las bases científicas necesarias para poder identificarlas y compararlas según su origen.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. A las autoridades del repositorio institucional de la Universidad de El Salvador poner a disposición del público y estudiantes, este documento sobre “Análisis forense para la identificación de fibras naturales de origen vegetal y animal “como trabajo de investigación, pues en el país no hay estudios de este tipo y que sirva como referencia a futuras investigaciones.
2. A la coordinación de Química Forense y Toxicología, gestionar la implementación de la práctica de laboratorio diseñada para la identificación de fibras, para modernizar y dotar de mayor conocimiento a los jóvenes que cursen la asignatura de Química Forense y Toxicología.
3. A la coordinación de Química Forense y Toxicología dotar del material necesario a la asignatura para la implementación de esta práctica de laboratorio.
4. Cuando la práctica de laboratorio sea implementada, deben tomarse fotografías a colores y buena definición para crear una base de datos de los diferentes cortes de las fibras, esto ayudaría a realizar una comparación rápida para identificar el origen, madurez y formas características de las fibras.

BIBLIOGRAFIA

1. Cornago M, Esteban S. QUIMICA FORENSE. Madrid. Primera edición. Universidad Nacional de Educación a Distancia. 2016.
2. Robertson J, Rox C, Wiggin K. Forensic Examination of fiber. Boca Raton. 3ª edición. Taylor & Francis. 2018.
3. Anadón B, María J, Robledo A, María del M. MANUAL DE CRIMINALISTICA Y CIENCIAS FORENSES. Técnicas Forenses Aplicadas a la Investigación Criminal. Madrid. 1ª edición. Editorial TEBAR, S.L. 2010.
4. Tinoco O. Cadena productiva de lana de oveja en el sector textil y de confecciones. Revista de la facultad de química industrial. 2009. (consultado el 21 de mayo de 2022) Vol. 12(2): pág. 73-80. disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/publicaciones/indata/v12_n2/pdf/a10v12n2.pdf.
5. Perinat M. Costura Corte y Confección. Ediciones 1997, 1998, 1999, 2000. España. Estudios ediciones y medio. 2000. capítulo 5, Las fibras naturales de origen animal-, pag1-8.
6. Buquet Alain. Manual de Criminalística Moderna. 1ª edición. México. siglo xxi editores. 2006.
7. Goodpaster J. Liszewski E. Forensic analysis of dyed textile fibers. Anal Bioanal Chem (2009).
8. Nabi E. Abir N. Abu M. A Review Paper on Textile Fiber Identification. IOSR Journal of Polymer and Textile Engineering (IOSR-JPTE). Volume 4. Issue 2 (Mar. - Apr. 2017).
9. Max. H. Identification of textile fibers. Inglaterra. 1ª edición. Woodhead Publishing in Textiles. 2009.
10. Schwenck Britta, Identification of Fibres and Fabrics. Preventive conservation de Textiles. 02/2014. Center of Cultural Heritage Mongolia. Ulan Bator (Mongolei). 2014. disponible en: https://ncch.gov.mn/Files/Method/identification_of_fibres_and_fabrics_SC HWENCK.pdf

11. Fabrizio F. Le fibre tessili natural. Cap.1, Pubblicato il Giugno 8, 2013.
12. Maguire C. fiber Cross-Sectioning Methods. District of Columbia Department of Forensic Sciences. Numero. 708.2013.
13. Reynoso EV. Microscopia de fibras naturales [Internet]. 3, marzo, 2017. Disponible en: <https://issuu.com/emmavillan/docs/p2>
14. Fibrología e Hilatura [Internet]. Blogger. 2 de diciembre de 2014 [citado el 4 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://fibrologiaehilaturamp.blogspot.com/2014/12/propiedades-quimicas-microscopicas-y-la.html>

ANEXOS

ANEXO N°1.

ESQUEMA DE UN MICROSCOPIO COMPUESTO MONOCULAR

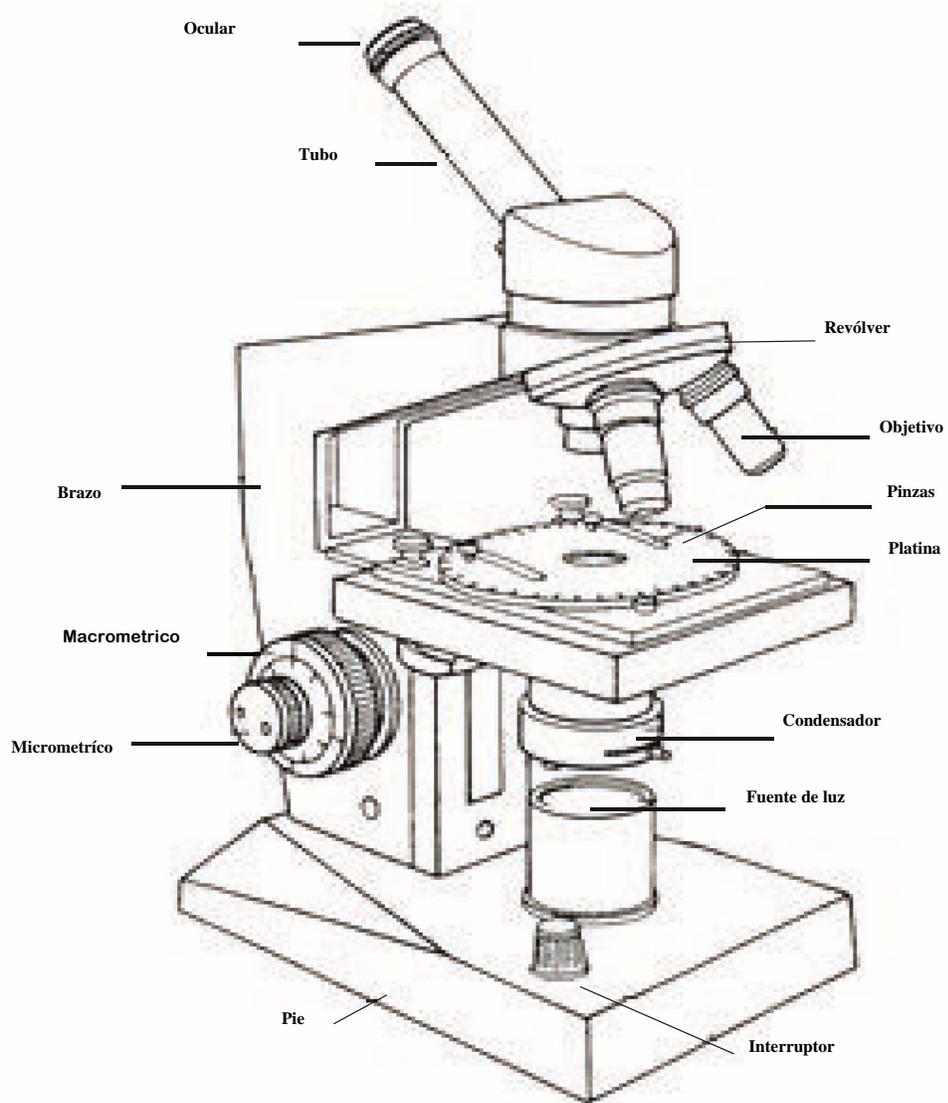


Figura N°4. Esquema de un microscopio compuesto monocular.

QUIMICA FORENSE.1

ANEXO N°2.

PROPUESTA DE ESTRUCTURA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN
“ANÁLISIS QUÍMICO APLICADO A LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL”

ESTRUCTURA DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO

Portada:

Nombre de la Facultad

Nombre de la Práctica

Imagen alusiva a la temática

Objetivos:

Establecer un mínimo de tres Objetivos

Fundamento Teórico:

Deberá incluirse el fundamento químico, puede incluirse reacciones químicas que ayuden a la comprensión del tema.

Equipo, Materiales y Reactivos:

En cuanto del equipo deben ser incluidas las especificaciones.

Los materiales deben ser detallados, de igual manera se deberán incluir las especificaciones.

Los reactivos, deben detallarse los que se utilizarán en estado puro y los preparados, incluyendo información como concentraciones, en caso de ser necesario.

Conocimientos Previos:

Plasmar cualquier conocimiento previo que sea necesario para que el estudiante comprenda de manera íntegra la práctica que va a desarrollar y que no se contempla en el fundamento teórico.

Procedimiento:

Deberá ser presentado paso a paso de manera secuencial, podrá incluir un esquema que permita visualizar mejor el proceso.

Referencias Bibliográficas:

De acuerdo a Normas VANCOUVER

Anexos:

Principalmente los que complementen al apartado de Equipo, Materiales y Reactivos; para este último se deberá incluir la forma de preparación de aquellos que no se utilicen en forma pura.