



**Universidad
Norbert Wiener**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA
MÉDICA**

**CARACTERIZACIÓN MICROSCÓPICA DE LAS ABERTURAS
TEXTILES DE PRENDAS EN LA INVESTIGACIÓN DE DELITOS
CONTRA LA VIDA, EL CUERPO Y LA SALUD**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN TECNOLOGIA MEDICA EN LABORATORIO
CLINICO Y ANATOMIA PATOLOGICA**

Presentado por:

AUTOR: VERÁSTEGUI RAMÍREZ, IBETH MARÍA
PASTOR MATÍAS, HANNZ ALEXIS

ASESOR : Dr. ASCARZA GALLEGOS, ANGELO JUSTO

LIMA – PERÚ

2021

INDICE

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	5
1.1. Planteamiento del problema	5
1.2. Formulación del problema	6
1.3. Justificación	¡Error! Marcador no definido.
1.4. Objetivos	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Antecedentes	10
2.2. Base teórica.....	22
2.3. Hipótesis	59
2.4. Variables e Indicadores	¡Error! Marcador no definido.
2.5 . Definición operacional de términos	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III.....	¡Error! Marcador no definido.
DISEÑO Y MÉTODO.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1. Tipo de investigación.....	60
3.2. Ámbito de Investigación	¡Error! Marcador no definido.
3.3. Población y muestra	¡Error! Marcador no definido.
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	64
3.5. Plan de procesamiento y análisis de datos	¡Error! Marcador no definido.
3.6. Aspectos éticos.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO IV	¡Error! Marcador no definido.
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
4.1. Resultados.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2. Discusión	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO V	91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
5.1. Conclusiones.....	91
5.2. Recomendaciones.....	92
ANEXOS	1043

RESUMEN

La investigación tuvo como finalidad caracterizar orificios hallados en prendas de occisos representadas, mediante microscopía óptica. Las muestras se elaboraron tomando en cuenta el tipo de tela (animal, vegetal y sintética). Dichas telas fueron horadadas según el daño que puede ser infringido a un textil (corte, rasgado y quemadura). El orificio creado fue separado de la prenda y colocado en una lámina con fijador para el estudio del borde de las fibras. La observación de las fibras fue realizada utilizando los objetivos de 40x y 100x. Las características halladas en cada muestra fueron anotadas en el instrumento validado para tener un registro de lo observado en cada tipo de prenda según el daño sufrido. Se determinó que según el tipo de daño, **por corte** se obtuvo una terminación dentada en las fibras en prenda animal, vegetal y sintética con una prevalencia de 87, 93 y 93%, respectivamente, a un aumento de 40x; y de 100% para todas a un aumento de 100x. **Por rasgado** se observó prevalencia de terminación irregular para fibra animal, vegetal y sintética fue de 80, 87 y 93%, respectivamente, a un aumento de 40x; y de 100% para todas con el objetivo de 100x. **Por quemadura** la terminación fusionada fue prevalente para todas las prendas en ambos aumentos, es decir el 100% a 40x y 100x. Se concluye que las características microscópicas de los orificios permiten dar luces respecto al tipo de mecanismo que causó el daño en la prenda (corte, rasgado o quemadura), según el tipo de prenda.

ABSTRACT

The purpose of the investigation was to characterize orifices found in the clothes of the deceased represented, by means of optical microscopy. The samples were made considering the type of fabric (animal, vegetable and synthetic). These fabrics were pierced according to the damage that can be inflicted on a textile (cut, tear and burn). The hole created was separated from the garment and placed on a sheet with fixative to study the edge of the fibers. The observation of the fibers was carried out using the 40x and 100x objectives. The characteristics found in each sample were recorded in the validated instrument to have a record of what was observed in each type of garment according to the damage suffered. It was determined that depending on the type of damage, by cutting a toothed finish was obtained in the fibers in animal, vegetable and synthetic garments with a prevalence of 87, 93 and 93%, respectively, at an increase of 40x; and from 100% for all at 100x magnification. Due to tearing, the prevalence of irregular termination was observed for animal, vegetable and synthetic fiber, it was 80, 87 and 93%, respectively, at an increase of 40x; and 100% for all with the objective of 100x. By burn, the fused finish was prevalent for all garments in both magnifications, that is, 100% at 40x and 100x. It is concluded that the microscopic characteristics of the holes make it possible to shed light on the type of mechanism that caused the damage to the garment (cut, tear or burn), depending on the type of garment.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1.Planteamiento del problema

En la actualidad se puede observar un incremento importante de actos y hechos delictivos que conllevan a vulnerar la integridad humana ocasionando heridas e incluso, la muerte. El móvil o causa que lleva a las personas a cometer homicidios es muy variado y es labor de las autoridades determinar dicho móvil. Para lograrlo se deben integrar varias ciencias forenses que, en conjunto, logren hallar la causa precisa de un hecho delictivo.

El trabajo de las ciencias forenses en el desarrollo de un hecho delictivo permite evaluar los indicios y evidencias, y determinar cómo estos influyeron en la acción delictiva. La Real Academia de la Lengua Española (RAE), presenta una definición del término indicio que manifiesta la posibilidad de deducir un hecho que no puede ser observado a simple vista, a partir de un evento que sí es perceptible.(1).

Los indicios tienden a ser encontrados en diversos tipos de escenas del crimen y son sumamente relevantes para resolver un caso debido a la basta información que pueden brindar. Por ejemplo, la identificación del eventual agresor. Además, pueden incluso contribuir a la reconstrucción de los eventos suscitados durante el tiempo en que se cometía el delito, sin necesidad de haber estado presente. Los indicios que se encuentran en las escenas son de naturaleza variada (desde sólidos hasta fluidos biológicos) y su análisis da información que sirve de apoyo a la investigación(2).

Uno de los indicios hallados en las escenas de muerte violenta o sospechosas de criminalidad son los del tipo textil. En ocasiones, se suelen encontrar sólo dichos textiles sin presencia de un cuerpo. Las injurias encontradas en las prendas suelen ser de diferente forma y tamaño. Para su estudio es necesario el uso de la microscopía óptica con la cual se puedan observar las características de las fibras con la finalidad de determinar la naturaleza de la prenda y el tipo de daño ocasionado; sin embargo, en Perú no existe un protocolo de caracterización de daños en textiles con el cual la Policía Nacional del Perú (PNP) pueda conocer si la alteración de la continuidad en el textil fue por: rasgado, corte o quemadura.

El alcance del estudio es limitado y no proporciona una respuesta informativa sobre una validez estricta de las investigaciones de daños informadas por los investigadores forenses, así como en los estudios previos reconocidos, debido al nivel de experiencia necesario en la evaluación de daños y que las pruebas de laboratorio comprenden cierto grado de complejidad.

Es por los motivos explicados en párrafos anteriores que esta investigación es viable debido a que permitiría determinar características comunes en los tipos de daño ejercidos sobre las prendas y así llegar a utilizar un protocolo ya estandarizado en beneficio del acto forense que permita recaudar más información respecto a un delito en proceso de investigación. No obstante, cabe resaltar que las características encontradas en las prendas no darán por sí mismas una respuesta final al caso investigado, sino que debe ser interpretado en conjunto con otros datos obtenidos durante la investigación para poder llegar a una conclusión y/o conjetura final.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Qué características microscópicas presentan las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Qué características microscópicas por armas punzocortantes presentan las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud?
- ¿Qué características microscópicas por tracción presentan las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud?
- ¿Qué características microscópicas por combustión presentan las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud.

Objetivos Específicos

- Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por corte en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud.
- Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por tracción en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud.
- Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por combustión en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud.

1.4 Justificación de la Investigación

1.4.1 Teórica

En Perú, la tasa de asesinatos por cada 100 mil habitantes, reportada en el año 2015, asciende a 7.2 fallecidos, según información obtenida por INEI. El total de decesos registrados en el país durante ese año fue de dos mil doscientos cuarenta y siete. Con respecto al año anterior (2014), se observó un ligero ascenso en la cifra, la cual tuvo un valor de 6.7 víctimas por cada 100 mil habitantes.(3,4).

En la actualidad, los indicios textiles suelen ser hallados en las escenas de muerte violenta o sospechosas de criminalidad; no obstante, el estudio de fibras presentes en orificios en textiles carece de un protocolo estandarizado que sirva como una herramienta para determinar tanto la naturaleza de una prenda, así como el tipo de daño que originó dicho orificio. Los forenses someten el material a procedimientos no estándar, y en ocasiones, sólo se basan en el conocimiento empírico para suponer la causa del daño sin someter a prueba el indicio textil.

El estudio de fibras resulta ser una opción económica en países con dificultades como Perú, ya que este puede llevarse a cabo sólo con la ayuda de un microscopio óptico que permita visualizar las características a detalle de las fibras, evitando acudir a métodos de mayor complejidad.

Por estos motivos, es viable e importante tener características propias de cada tipo de daño en textiles, para que así, se pueda determinar con fundamento y certeza al objeto o forma causante de la lesión sobre el indicio textil.

1.4.2 Metodológica

La aplicación de la microscopía óptica en el estudio forense de fibras brinda una herramienta de fácil acceso a cualquier laboratorio encargado de procesar muestras textiles comprometidas con escenas sospechosas de criminalidad. Tanto la preparación de la muestra como la observación microscópica se realizan con pasos ampliamente conocidos que no presentan ninguna complejidad y que hacen viable esta metodología.

1.4.3 Práctica

Aunque los peritos deban regirse del Manual de Procedimientos Tanatológicos Forenses y Servicios Complementarios, el cual está avalado por el código procesal penal y civil, dicho manual no detalla de manera exacta cuales deben ser las cualidades que debe tener un orificio hallado en una prenda ni los pasos que se deben seguir para su estudio. Es por ello que este estudio se justifica debido a la necesidad de contar con estándares que permitan un buen manejo de fibras textiles relacionadas a escenas sospechosas de criminalidad.

1.5. Delimitaciones de la investigación

1.5.1 Temporal

Esta investigación se llevó a cabo entre los meses de marzo a noviembre del año 2017.

1.5.2 Espacial

Esta investigación se desarrolló en la ciudad de Lima, Perú.

1.5.3 Recursos

Durante el desarrollo de la presente investigación se contó con diversos recursos tales como: microscopio óptico, láminas porta-objetos, láminas cubre-objetos, merkoglass, telas de naturaleza animal, vegetal y sintética.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

SchotmanT., Samlal R. y van derWeerd, J.(5) en el año 2017 en Holanda, llevaron a cabo una investigación relacionada a la clasificación sistemática de daños textiles.

Metodología: La precisión de los análisis de daños textiles se evaluó mediante pruebas de laboratorio realizadas por expertos capacitados. Los daños analizados se prepararon por varios métodos, incluyendo apuñalar, cortar, disparar, calentar / quemar, etc. Una serie de daños fueron envejecidos por los procedimientos de lavado y secado en el hogar, la adición de sangre o el entierro. Las muestras fueron analizadas por evaluación de laboratorio de rutina. **Resultados:** Los resultados indican que las propiedades de un daño proporcionan una buena indicación de la forma en que un textil ha sido dañado. Sin embargo, la calificación de las respuestas

no es sencilla. Por ende, los investigadores sustraen del estudio la necesidad de un enfoque más sistemático para clasificar daños. Por lo tanto, la segunda parte de la contribución actual presenta el esquema de clasificación que desarrollamos. Este esquema de clasificación tiene como objetivo guiar a los examinadores durante el examen y acomoda la gran mayoría de los daños textiles observados en el trabajo forense de casos. Se define cada una de las clases propuestas, se revisa la literatura relevante en cada una de las clases y se explican las características que pueden esperarse después de diferentes acciones perjudiciales. **Conclusiones:** Se comparte algunas ideas para futuras investigaciones.

MacPhee N., Savage A., Noton N., Beattie E., Milne L. y Fraser J. (6) en el año 2017 en el Reino Unido, estudiaron una comparación de penetración y daño causado por diferentes tipos de puntas de flecha en ropa suelta y ajustada, considerando que los arcos y las flechas se usan más para la recreación, el deporte y la caza en el mundo occidental y tienden a no ser un arma tan popular como las armas de fuego o los cuchillos. Sin embargo, todavía hay lesiones y muertes causadas por estas armas de baja velocidad debido a su disponibilidad para el público y que no se requiere una licencia para poseerlas. **Objetivo:** Este estudio tuvo como objetivo resaltar las capacidades de penetración de las flechas de aluminio en tejidos blandos y huesos en presencia de ropa. Además de eso, cómo el tipo y el ajuste de la ropa, así como el tipo de punta de flecha contribuyen a la capacidad de penetración. **Metodología:** En este estudio, se dispararon bloques de gelatina balísticos (sin ropa y con ajuste holgado o bien ajustados) usando un arco recurvo de 24 lb de peso y flechas de aluminio acompañadas de cuatro puntas de flecha diferentes (bala, judo, roma y punta ancha). Se examinó la capacidad de penetración de las flechas de aluminio, y se descubrió que la profundidad de

penetración dependía del tipo de punta de flecha utilizada, así como del tipo y ajuste o falta de la ropa que cubre el bloque. **Resultados:** La ropa holgada redujo la penetración con la mitad de las muestras, reduciendo la capacidad de penetración en porcentajes entre 0% y 98.33%, en un rango de 10 m. Mientras que la mitad restante de las muestras cubiertas con ropa ajustada condujo a reducciones en la penetración de entre 14.06% y 94.12%. El daño a la ropa y la gelatina (punción, corte y desgarró) se vio afectado por la forma de la punta de flecha, con el menor daño causado por las puntas de flecha romas y la mayoría por las flechas de punta ancha. Las fibras de la ropa también se encontraron a veces dentro del tracto de proyectil dentro de la gelatina, mostrando potencial para la infección posterior de un individuo con una herida de flecha. Se evidenciaron daños a diversos niveles en estructuras óseas tales como costillas y columnas espinales ubicadas en algunos de los bloques de gelatina. **Conclusiones:** La información obtenida del daño a la ropa, los bloques de gelatina y los huesos podría ser útil para los investigadores forenses, por ejemplo, cuando se descubrió un cuerpo sin armas ni residuos de disparos.

Carr D, Featherstone M., Malbon C., Miller D. y Teagle M. (7) en el año 2018 en el Reino Unido, llevaron a cabo una investigación acerca el desarrollo preliminar de una capa de sangrado para evaluar el efecto de un impacto balístico sobre el daño textil, basado en que cuando una persona recibe un disparo, generalmente usa ropa que se dañará por la perforación de la bala. Hay relativamente pocos informes de tal daño textil en la literatura y no se informa el efecto de la sangre sobre el daño textil observado. La naturaleza de la tela tiene repercusión en el resultado del impacto de bala sobre estas. Además, el tipo de munición también influye en el resultado de dicho impacto. **Objetivo:** En este trabajo, el efecto de la sangre sobre

el daño textil debido al impacto balístico fue investigado por el desarrollo de una muestra que incorpora sangre. **Metodología:** Los especímenes fueron impactados con dos tipos de munición de pistola que están comúnmente disponibles (i) 9mm Luger HP (8,03 g; Federal premium ® Aplicación de la Ley; encamisado de punta hueca) y (ii) .357 Magnum (10.24g; expreso ®Pistola y revólver; Remington, R357M3, punta blanda de punta plana). El daño textil resultante se comparó con el de las muestras sin una capa de sangrado. La interacción de la sangre con el daño textil causado por un impacto de bala afectó la apariencia del daño textil y resultó en la dispersión de la toallita. **Resultados:** Estos resultados son importantes en el contenido de la evidencia examinada por un evaluador de daños textiles en comparación con lo que podría verse en un evento de recreación típico en un laboratorio. **Conclusiones:** Resultó ser un escenario más realista la evaluación del impacto de la bala sobre un textil con capa de sangrado.

Williams G.(8) en el año 2018 en el Reino Unido, realizó una investigación acerca de los avances recientes respecto al análisis forense de daños textiles.

Metodología: recientemente se ha realizado un excelente trabajo para mejorar aspectos del análisis de daños textiles con esfuerzos en análisis de proyectiles, descomposición y comprensión de la interacción entre el implemento y el textil en sí. Además, otro estudio determinó que se requiere mayor comprensión respecto al desgaste normal de un textil después de ejecutar un daño de manera deliberada.

Resultados: muchos de los hallazgos relacionados con el daño de los textiles parecen ser una consideración secundaria en el proyecto de investigación; por ejemplo, gran parte de la investigación sobre proyectiles fue más sobre cómo los textiles afectaron a los propios proyectiles, en lugar de una evaluación del daño en sí. Respecto a los desafíos en el análisis del daño textil el autor indica que otra área

es el desarrollo de conjuntos de datos robustos que permitan la evaluación confiable de hipótesis de nivel de actividad. Por ejemplo, ¿cuál es la probabilidad de observar un corte de puñalada dado que la víctima fue apuñalada con una cuchilla de un solo filo? La lógica y el sentido común indican que esto sería muy alto ($P = 0.99$) potencialmente incluso en $P = 1$. Sin embargo, cuando entra en juego el principio básico de la interpretación forense, se hace la pregunta, ¿cuál es la probabilidad de observar un corte de puñalada dado que la víctima 1) no fue apuñalada con una cuchilla de un solo filo, 2) apuñalada con un implemento diferente, o 3) cortado con un implemento afilado? Nuevamente, la lógica y el sentido común, moderados con experiencia, indicarían que estos valores serían muy bajos. Sin embargo, en el clima post-RvT, esta ya no es una estrategia viable. Para evaluar esto de manera efectiva, se deben desarrollar varios estudios relativamente simples en los que se desarrolle la probabilidad de observar cortes de puñalada (o daños que podrían caracterizarse como cortes de puñalada) en situaciones alternativas. Tener tales conjuntos de datos puede permitir la formación de probabilidades claras y transparentes que conducirán a relaciones de probabilidad sólidas que se coloquen firmemente en el contexto de un caso.

Conclusiones: El autor desprende que aun existe un amplio campo que comprender respecto a los daños que pueden ser ejercidos sobre los textiles. No sólo para entender mejor la dinámica del daño, sino evaluar además los daños químicos en la ropa.

Sloan K., Ferqusson M. y Robertson J. (9) en el año 2018 en Australia, analizaron bajo una perspectiva australiana las últimas evaluaciones de daños textiles, basado en que las solicitudes de exámenes de daños textiles pueden ser el resultado de una variedad de tipos de delitos. Si bien una proporción razonable involucra un

implemento afilado, se puede encontrar un amplio espectro de tipos de daños. El examen requiere una comprensión del complejo mecanismo de formación de daños para permitir una interpretación precisa y una conclusión confiable para ser formulada. El informe publicado recientemente por el Consejo de Asesores del Presidente sobre Ciencia y Tecnología (PCAST) examinó numerosas comparaciones basadas en características forenses y destacó las deficiencias en su validez y confiabilidad. El daño textil no fue un área de enfoque de este informe, pero es una técnica subjetiva basada en características. Por necesidad, depende en gran medida de la opinión, la experiencia y el juicio profesional de un profesional y, por lo tanto, está sujeto a los comentarios del informe. Se han logrado avances significativos para fortalecer la disciplina desde que se realizaron exámenes durante la investigación de la muerte de Azaria Chamberlain hace casi 40 años.

Objetivo: El propósito de este documento es revisar el estado actual de los exámenes de daños textiles en Australia a la luz del informe PCAST, y estudiar el trabajo que se está realizando para mejorar la ciencia fundamental y la estandarización del análisis de daños. **Metodología:** Se discuten ciertas áreas que requieren atención e investigación futuras, como los estudios empíricos.

Resultados: Los autores determinaron que el tipo de evidencia encontrada en daños textiles ha hecho un progreso significativo desde los casos de Chamberlain y Milat, que resaltaron el valor de tales exámenes. La disciplina ha aumentado en amplitud y alcance desde ese momento y ahora a menudo puede proporcionar información que no está disponible a través de evidencia de rastreo forense tradicional, como la cantidad de fuerza utilizada en un presunto asalto. Un mayor nivel de investigación ha contribuido a comprender mejor el complejo mecanismo de formación de daños; sin embargo, como lo reconoce el informe PCAST, las

ciencias forenses necesitan desarrollar una cultura de investigación mejorada. Los esfuerzos de la Policía Federal Australiana y el Grupo de Trabajo sobre Daños Textiles han tenido un impacto positivo y productivo en la disciplina. **Conclusiones:** Su trabajo ayudará a garantizar que la morfología de la separación textil continúe proporcionando valor probatorio a una investigación. Recientemente ha habido un esfuerzo concertado para mejorar la validez fundamental y la estandarización de la clase de evidencia, particularmente con respecto a las pruebas de simulación. Además, el informe PCAST representa un punto de inflexión y resulta ser una guía para ejercer revisión continua de los análisis establecidos para evaluar daños, permitiendo así medir su confiabilidad y validez. Un compromiso con estas iniciativas, junto con un marco de capacitación establecido y una cultura de investigación, proporcionará un camino claro para asegurar el futuro de los exámenes forenses de daños textiles.

Sloan K., Fergusson M. y Robertson J.(10)en el año 2018 en Australia, consideraron el estudio de los exámenes forenses de daños textiles en Australia y encontrar el camino a seguir desde PCAST, tomando en cuenta que los exámenes de daños textiles se solicitan en una variedad de tipos de delitos, como asalto, asalto sexual y homicidio. Por lo general, implican el examen de la ropa en busca de daños como cortes, rasgaduras o daños térmicos, a menudo seguidos de pruebas de escenarios experimentales para ayudar a determinar la causa del daño. Comprender la ciencia subyacente es fundamental para la interpretación precisa del complejo mecanismo de formación de daños. En un incidente de apuñalamiento, por ejemplo, es fundamental comprender la relación dinámica entre la hoja del cuchillo, la tela y la piel (o simulador de piel). Informes recientes, incluido el informe del Consejo de Asesores del Presidente sobre Ciencia y Tecnología

(PCAST), han examinado las técnicas de comparación basadas en características forenses. Si bien el daño textil no era un área de enfoque, puede considerarse una clase de evidencia basada en características, y una que actualmente depende en gran medida de la opinión, la experiencia y el juicio crítico de un profesional.

Objetivo: Los autores revisan el estado actual de los exámenes de daños textiles en Australia y la investigación de encuestas que se realiza para abordar los problemas planteados en el contexto del informe PCAST. **Metodología:** Se exploran la contribución central de los datos de observación a la clase de evidencia de daño textil, así como algunas medidas prácticas para contrarrestar los efectos del sesgo cognitivo. **Resultados:** El daño textil es un examen basado en el juicio, donde el juicio profesional del profesional forense es crucial. Se reconoce que existen lagunas en la disciplina, que continúan siendo abordadas mediante revisiones sistemáticas. Ver que estos exámenes se excluyan de la práctica forense actual sobre la base de estos temas sería en detrimento de las investigaciones penales y las investigaciones judiciales, ya que la disciplina tiene una capacidad sólida y comprobada para responder las preguntas de "cómo" además de "qué Preguntas". La declaración de un testigo puede ser corroborada o refutada en función de los análisis a los daños textiles, lo cual es evidencia del potencial único de dichos exámenes. Los autores y el Grupo de Trabajo sobre Daños Textiles (compuesto por examinadores de los laboratorios de Australia y Nueva Zelanda) reconocen la necesidad de estudios empíricos en profundidad para evaluar la validez fundamental, estimar la confiabilidad y demostrar reproduciblemente el análisis de daños. La investigación actual realizada por los autores, así como las iniciativas del TDWG reconocen estos problemas y ya se han realizado progresos positivos para abordarlos. Nueva Zelanda ha hecho esfuerzos para estandarizar

un marco de informes y crear un programa de capacitación en todo el país que permita formalizar una estructura. Australia ha realizado lo propio. Los factores críticos que conducen al juicio o conclusión final ahora se registran sistemáticamente, y la terminología y las referencias utilizadas se han estandarizado. **Conclusiones:** Hay muchos factores que contribuyen a la formación de daños textiles, incluso en el caso de un apuñalamiento, el tipo de tela y la tensión que se le aplica, el sustrato utilizado, el perfil de la cuchilla, por no mencionar parámetros como la velocidad y el ángulo de impacto. Es primordial que el examinador entienda esta interacción compleja, así como un conocimiento integral pero específico de la ciencia textil. Un compromiso por parte de los gerentes de laboratorio para proporcionar o apoyar oportunidades de capacitación y desarrollo profesional continuo en estas áreas es fundamental para garantizar que haya un conocimiento profundo de los principios científicos que sustentan la clase de evidencia. Los laboratorios forenses que realizan exámenes de daños deben considerar la implementación de cambios de procedimiento para garantizar que el marco de examen sea robusto y confiable. Los profesionales forenses deben conocer los tipos de sesgo cognitivo y el impacto que pueden tener en su trabajo. Los laboratorios y su personal deben, cuando sea posible, minimizar el impacto de ciertos sesgos cognitivos, como el desenmascaramiento secuencial, por el cual la información relevante de la tarea solo está disponible cuando se requiere en etapas particulares durante el transcurso de un examen.

Sneath D., Tidy H. y Wood B.(11) en el año 2019 en el Reino Unido, estudiaron acerca de la transferencia de fibras a través de armas desde prendas de vestir, basándose en el hecho que se ha informado que los apuñalamientos son los delitos violentos más frecuentes en países donde existe una restricción severa para

obtener armas de fuego, como el Reino Unido. Cuchillos, tijeras y destornilladores, como se estudió en esta investigación, se encuentran entre las armas más comunes que involucran eventos de apuñalamiento. Cuando cualquiera de estos implementos se usa en un apuñalamiento, existe la posibilidad de que la (s) prenda (s) usada (s) por la víctima sea dañada. En tal caso, existe la posibilidad de transferir fibras al arma utilizada, lo que proporciona evidencia forense de la prueba de transferencia de la ropa de la víctima al arma. Esto puede ofrecer información valiosa para establecer qué arma se usó para dañar a la víctima al unir fibras de la (s) prenda (s) de la víctima a un arma recuperada de un sospechoso. **Objetivo:** Esta investigación simula apuñalamientos verticales, realizados por un participante humano, en un poliestireno bloque de soporte de la ropa (esencialmente actuando como el torso de la víctima), para reflejar un escenario auténtico. **Metodología:** Las armas antes mencionadas se utilizaron junto con 3 variedades de prendas (algodón, poliéster y una mezcla de lino / viscosa) que ofrecen diferentes características de capacidad de transmisión y estructura para los apuñalamientos simulados. Se utilizó microscopía de baja potencia para ver las fibras transferidas. Se registró la cantidad de fibras transferidas al implemento para cada repetición. Se encontraron 2279 fibras individuales en más de 10 repeticiones del cuchillo en relación con la prenda de lino / viscosa. Esta fue la mayor cantidad de transferencia encontrada con el número más bajo atribuido a la relación destornillador-poliéster, proporcionando 320 fibras registradas en 10 repeticiones. **Resultados:** Los resultados de este estudio sugieren que el número de fibras transferidas no solo está relacionado con la capacidad de transmisión de la prenda, sino también con las características del área de superficie del arma receptora y la capacidad de la prenda de rasgarse.

Cammarota V., Schnegg M., Massonnet G. (12) en el año 2019 en Suiza, realizaron un estudio de la población de antecedentes de fibras en cuchillas, para lo cual se basó en el hecho que las armas afiladas se usan con frecuencia para cometer crímenes violentos (por ejemplo, homicidios, asaltos o secuestros). Después de un apuñalamiento, puede ocurrir una transferencia de fibra desde la tela dañada a la cuchilla. Es crucial investigar si las fibras objetivo se transfirieron a la cuchilla como resultado del apuñalamiento y si están asociadas con el delito o si se originan de otro evento no relacionado (es decir, parte del fondo). **Objetivo:** El objetivo de este estudio es explorar la población de antecedentes de fibras recuperadas en cuchillas (incautaciones policiales y cuchillos cotidianos) para ayudar a la interpretación de los resultados derivados del análisis de la evidencia de fibra en casos de delitos que involucran el uso de un arma con cuchilla. **Metodología:** Se realizó un estudio de población para conocer la variedad, la distribución y el tamaño de la población de fibra presente en las cuchillas. Después de la recuperación utilizando el levantamiento de cintas, se realizaron exámenes estereoscópicos para clasificar alrededor de 1500 fibras de acuerdo con su color y tipo genérico. **Resultados:** Las combinaciones de color / tipo más comunes fueron: algodón incoloro / blanco (31%), algodón azul (16%) y fibras de algodón gris (11%). Como las fibras azules representan uno de los grupos de color más comunes, fueron seleccionadas para llevar a cabo un estudio de bloques de color (basado en observaciones de microscopía y espectros de microspectrofotometría UV-vis) para investigar el número y el tamaño de los grupos de fibras indistinguibles presentes en cada uno. Solo el 30% de las cuchillas presentaban más de una fibra de algodón azul. El número de grupos encontrados por cuchillo varió entre 1 y 3, cada grupo contenía entre 2 y 6 fibras. **Conclusiones:** Los resultados revelaron una diferencia

importante entre las poblaciones de fibra de fondo en términos de cantidad de fibras, su morfología y distribuciones espaciales, y la población de fibras transferidas en un apuñalamiento. Los datos recopilados pueden usarse en un enfoque bayesiano para ayudar con la interpretación de los resultados.

De Luca S. y Pérez M. (13) en el año 2020 en Chile, investigaron una evaluación de agujeros de bala a través del análisis de la morfología en forma de hongo en fibras sintéticas: análisis de seis casos, tomando en cuenta que el análisis de daños en los textiles es una herramienta muy valiosa en las investigaciones forenses. Sin embargo, hasta la fecha, se ha llevado a cabo muy poca investigación para comprender el impacto de la bala que causa daños a la ropa. **Objetivo:** El propósito era examinar su ropa para describir los defectos de fibra en los agujeros de bala.

Metodología: Según la revisión de los artículos científicos más recientes, el calentamiento por fricción y la acción de aplastamiento de una bala que pasa a través de fibras sintéticas provoca una transformación única en sus extremos llamada morfología en forma de hongo. En este estudio, se analizaron los restos textiles de seis individuos ejecutados durante la primera década del período de la dictadura militar chilena (1973-1990). Las fibras se observaron directamente utilizando dos modelos diferentes de estereomicroscopía (MZ16A y EZ4D, Leica Microsystem Ltd., Wetzlar, Alemania) y mediante una combinación de iluminación transmitida, oblicua y coaxial (con cámara digital Leica DFC500), a $\times 230$ y con una resolución de hasta 840 Lp / mm. **Resultados:** Los agujeros provocados por el impacto de bala fueron definidos por presentar forma de hongo, además de evidenciar hilos rotos y fibras divididas. **Conclusiones:** Aunque la forma de hongo es un patrón útil para la identificación de agujeros de bala en fibras sintéticas, es

necesario realizar más investigaciones para desarrollar un marco interpretativo más sólido de este tipo de evidencia forense.

Reffner J., Kammrath B. y Kaplan S.(14) en el año 2020 en Estados Unidos investigaron acerca de un método más eficiente para el análisis de fibras textiles sintéticas utilizando microscopía de luz polarizada. **Objetivo:** Alcanzar la mejora la eficiencia de los métodos convencionales de microscopía de luz polarizada (PLM) para analizar análisis de evidencia de fibra sintética. Históricamente, el uso de PLM para la identificación de fibras se basaba en la medición del índice de refracción. Esta tecnología PLM anterior es confiable, pero no es eficiente. La mayoría de las fibras son ópticamente anisotrópicas, con dos valores principales de índice de refracción, N (alto) y N (bajo). **Metodología:** Este método de análisis de fibra se basa en el hecho de que las fibras sintéticas tienen propiedades ópticas que se clasifican eficientemente mediante el uso de un PLM y medios de montaje de índice de refracción conocido. **Resultados:** Cuando la fibra se monta en un medio de índice de refracción intermedio, se mejora la eficiencia al observar el cambio de contraste mientras el vector de la luz polarizada se gira en relación con el eje de la fibra. El contraste mínimo ocurre cuando los índices de refracción del medio de montaje y la fibra son iguales. Este ángulo de igualdad se determina orientando el índice de refracción más alto de la fibra en paralelo al vector de campo eléctrico de la luz polarizada, girando la fibra o el elemento polarizador, observando el mínimo contraste y midiendo el ángulo de igualdad. **Conclusiones:** Este método es rápido, reduce el remontaje de fibras en diferentes medios de montaje y proporciona una medida cuantitativa para las comparaciones de fibras.

Roberts K., Fischer G., Davis A.(15) en el año 2020 en Estados Unidos, estudiaron la identificación de las características de rifles de barril poligonales en residuos de

toallitas de bala depositadas en textiles. **Objetivo:** Examinar la formación potencial de las características de estrías de la tierra y el surco en los residuos de toallitas de bala depositados en telas textiles. **Metodología:** Las telas textiles compuestas de fibras naturales, sintéticas, semisintéticas y mezcladas se dañaron individualmente o como capas por triplicado usando dos tipos de municiones diferentes: Winchester WinClean 115 granos Luger BEB de 9 mm y Speer 115 granos Luger TMJ de 9 mm. Cada tipo de munición se disparó por triplicado usando un calibre Luger Glock 17 de 9 mm a una distancia de aproximadamente 6 pies con una incidencia normal al objetivo. El orificio de la bala se observó por primera vez bajo un microscopio estereoscópico, se fotografió bajo iluminación de tungsteno e infrarrojo para observar residuos químicos, y posteriormente se analizó la presencia de residuos de cobre y plomo. **Resultados:** La clase de estrías de ranuras pueden formarse en los residuos de toallitas de bala depositadas en telas textiles, según se pudo desprender de los resultados químicos. **Conclusiones:** La composición de la tela, la limpieza de la superficie interior del cañón del arma de fuego, la presencia de capas intermedias de tela y el tipo de bala son todos factores potenciales que contribuyen a la detección de las características de las estrías

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Microscopía

Para la identificación y comprensión de principios referidos a la estructura de los órganos, tejidos y células se requiere esencialmente el uso de un microscopio. Éstos permiten abrir dimensiones a las cuales el ojo humano no tiene acceso a simple vista. Desde el siglo XVII en que se inventó el microscopio óptico, éste ha ido siendo perfeccionado de manera indetenible. Actualmente permite observar los

especímenes a un aumento de hasta 1000 veces. En la década del 30 del siglo XX se dio inicio al desarrollo del microscopio electrónico trayendo consigo un considerable aumento en cuanto a la resolución óptica(16).

2.2.1.1. Microscopio óptico (Compuesto)

En ciencias como la bacteriología, parasitología, micología, etc., sirve como instrumento básico para la observación de microorganismos. Es utilizado para incrementar el tamaño de la imagen aparente de lo observado permitiendo ver con mayor claridad las estructuras microbiológicas.

El microscopio compuesto está constituido por una lente condensadora de luz cuya función es direccionar la luminosidad emitida por una fuente luminosa contra el objeto de estudio. También posee oculares, llamados objetivos, los cuales son lentes convergentes que ayudan a amplificar la imagen observada. La imagen del espécimen tiende a ser más grande que el objeto mismo, y esto se debe a la refracción dada en el sistema de lentes del microscopio(17).

En el extremo inferior del tubo del microscopio se halla el objetivo, inmediatamente superior al objeto que está ubicado sobre la platina, y su distancia focal es muy pequeña. Forma la imagen real del objeto. El ocular se halla en el extremo superior del tubo del microscopio y tiene una distancia focal mayor. Es por donde se perciben las imágenes y forma una imagen virtual aumentada de la imagen formada por el objeto. (18).

2.2.1.2. Poder de aumento del microscopio óptico

En el microscopio óptico se puede hallar un juego de objetivos y uno de oculares en los cuales viene impresa una numeración que permite calcular el aumento de la

imagen. Por ejemplo, si se usa un objetivo que tiene el N° 45 y un ocular con el N° 10, el aumento sería el producto de ambos, es decir 450 aumentos.

2.2.1.3. Poder de resolución del microscopio óptico

Para evaluar la calidad de un microscopio se debe ver su poder de resolución (separación), además de su capacidad de ampliar la imagen de un espécimen, de tal manera que pueda ser observado sin llegar a la distorsión. La resolución se define como el espacio de aproximación máxima entre dos puntos en el que aún permanece la claridad al observar cómo dos entidades independientes. Y si se les acerca un poco más, ya no se distinguen y se les ve como un solo punto(19).

Por ende, el poder de resolución puede ser definido como la distancia entre dos entidades estructurales de un espécimen en la cual aún pueden observarse como estructuras separadas en la imagen ampliada.

La longitud de onda (λ) del espectro de luz visible y la abertura numérica (AN), que es una propiedad de las lentes, son requeridas para conocer el poder de resolución del microscopio. El límite del poder de resolución de un microscopio es aproximadamente igual a $0.61 \lambda/AN$ que para un microscopio óptico es alrededor de 200 nm. Mientras menor sea la longitud de onda de luz y su AN sea mayor, el poder de resolución del microscopio será mejor.

2.2.1.4. Abertura numérica (AN) de un objetivo

La abertura numérica de una lente depende del índice de refracción del medio que ocupa el espacio existente entre el espécimen y la parte frontal del objetivo, y del ángulo de los rayos de luz más oblicuos que puedan ingresar al objetivo. Para

obtener un mayor poder de resolución se debe tener una lente de mayor abertura numérica.

El índice de refracción del aire es igual a 1, lo cual limita la resolución que se puede obtener; sin embargo, se puede acrecentar la AN con una gota de aceite de inmersión que se ubicará en el medio del objetivo y el objeto de estudio en cuestión. De esta manera el poder de resolución se incrementa(20).

2.2.1.5. Aceite de inmersión

Se añade una gota de aceite de cedro sobre el objeto y se desciende el objetivo de manera que el único medio ubicado entre dicho objetivo y el espécimen es el aceite.

El índice de refracción del aceite de inmersión es de 1.5, lo cual mejora el poder de resolución del microscopio al aumentar su abertura numérica. Para observar microorganismos relativamente grandes como algas, hongos y protozoos puede utilizarse el objetivo seco en donde el medio que lo separa del espécimen es el aire; sin embargo, para la observación de bacterias en donde se requiere determinar su agrupación y su forma, el uso de aceite de inmersión es necesario.

El aumento útil que se obtiene con un microscopio es la abertura numérica usada multiplicada 1000 veces, por lo que sólo con un objetivo de inmersión de aceite con abertura numérica de 1.4 es posible tener aumentos útiles mayores de aproximadamente 1400 x.

2.2.1.6. Distorsión óptica

Es de suma importancia evitar la distorsión en un microscopio y así no ver una mancha borrosa. Hay varios tipos de distorsiones, que incluyen aberraciones

cromáticas, de esfericidad y de curvatura de campo. Estos defectos ópticos suelen presentarse en la microscopia de pequeño aumento producto de las propiedades de las lentes.

La distorsión aparece cuando falla el sistema de lentes del microscopio al enfocar la imagen del espécimen en un mismo plano. . La luz que pasa por las lentes es refractada y en teoría, la luz paralela que entra a las lentes biconvexas deberá ser enfocada en un solo punto, el punto focal de las lentes. Para obtener la imagen sin distorsiones se requiere que toda la luz pase a través de un punto focal dado en ese mismo punto; cualquier tipo de refracción o desviación de la luz en ese punto produce distorsión en la imagen. Los tipos de objetivos modernos están diseñados para corregir las distintas distorsiones. Estos objetivos son un sistema compuesto por varias lentes de diversas formas y dimensiones, así como del cristal con que están hechas, como cristal corona, cristal duro y cristal de fluorita(21).

2.2.1.7. Tipos de microscopio óptico

2.2.1.7.1. Microscopio de campo brillante

El campo de estudio que proporcionan estos tipos de microscopio se encuentra iluminado ampliamente y los especímenes en estudio se observan más oscuros que el fondo. A pesar de que suelen alcanzar hasta mil aumentos, la incorporación de oculares de gran poder es capaz de incrementar esta potencia hasta el doble. (22).

2.2.1.8.2. Microscopio de campo oscuro

En este microscopio el condensador normal es reemplazado por un condensador de campo negro que no permite a la luz ser transmitida directamente a través del

especimen hacia el objetivo. Utilizando un ángulo oblicuo, el condensador de campo oscuro enfoca la luz sobre el espécimen, de tal manera que la luz que no refleja un objeto no entra en el objetivo. Así, sólo se puede ver la luz que es refractada por el espécimen y en ausencia de éste, todo el campo microscópico se ve negro. Cualquier partícula ubicada en el campo como las bacterias, reflejan la luz y aparecen brillantes en un campo negro, como fondo.

Este microscopio se adapta especialmente para el examen de microorganismos difíciles de colorear. Así se puede examinar la bacteria treponema de la sífilis en el exudado de una lesión o en otro material. Se utilizan microorganismos vivos preparados en un montado líquido. En general permite la observación de pequeñas bacterias y virus grandes, aunque no permite distinguir las estructuras internas de los microorganismos observados.

Es necesario el uso de aceite de inmersión en la parte superior del condensador y sobre el cubre-objetos que contiene el preparado líquido con la finalidad de reducir al mínimo la refracción de la luz(23).

2.2.1.8.3. Microscopio de contraste de fases

Este tipo de microscopio tiende a relacionarse con la interferencia de la luz para obtener una imagen visible. Es de gran utilidad para la observación de microorganismos vivos porque permite visualizar las estructuras de los microbios sin requerir ninguna tinción. Las bacterias y los cuerpos de inclusión cuyo índice de refracción es diferente al tejido que los rodea, se verán por ende en este microscopio, mientras que en el de campo brillante, sólo se observaran si están coloreados.

En general el microscopio de contraste de fases permite la observación relativamente exacta de:

- Bacterias presentes en tejidos
- Presencia de parásitos en distinto tipo de material clínico
- Corpúsculos de Negri o de inclusión en material que contiene virus.
- Preparados histológicos

El retardo de la longitud de onda es mayor cuando el índice de refracción de las estructuras celulares o de las células mismas, es mayor. De esa manera, cuando la luz atraviesa un microorganismo se produce una ligera alteración en la fase de onda de la luz. Entonces este microscopio se caracteriza por aprovecharla diferencia de índice de refracción que existe entre las distintas estructuras que forman la célula microbiana, transformando las diferencias de fase en cambios de intensidad luminosa que son visibles al ojo humano(21).

2.2.1.8.4. Microscopio de luz ultravioleta (UV)

En microscopia, con la finalidad de obtener una mayor resolución suele usarse luz ultravioleta en lugar de luz visible. Y es que la primera tiene una menor longitud de onda; en consecuencia, se puede obtener una magnificación dos o tres veces mayor que con la luz visible.

Utiliza longitudes de onda de 0.2 μm aproximadamente, esto permite la resolución de partículas de 0.1 μm de diámetro. Se emplean lentes de cuarzo en lugar de las lentes de cristal debido a la impermeabilidad del vidrio de la placa fotográfica en

donde se registra la imagen porque la luz ultravioleta es invisible y es la única manera de captar dicha imagen(24).

2.2.1.8.5. Microscopio de fluorescencia

Existen especímenes que tienen las características de absorber la luz en longitudes de onda corta y posteriormente despedirla a una mayor longitud de onda que entra dentro del espectro visible. El microscopio de fluorescencia utiliza dicha característica para poder visualizar. Existen incluso organismos capaces de fluorescer en el espectro ultravioleta, es decir con una baja longitud de onda; sin embargo, si el organismo no es capaz de lograr ello, para su estudio con este microscopio se le tiñe con una molécula conocida como fluorocromo”(25,26,27).

Los principios de la potencia amplificadora y de resolución en este microscopio, son los mismos que los del microscopio óptico. Está basado en el principio de algunos complejos químico-fluorescentes que tienen la propiedad de absorber la luz UV y en luego emitir rayos de luz visible. Los microorganismos en este caso deben ser tratados con coloraciones fluorescentes o con un complejo colorante-anticuerpo que permita su distinción al momento de la observación.

Existe una microscopía llamada de inmunofluorescencia en la cual colorantes fluorescentes se pueden conjugar con anticuerpos para así proporcionar una muy alta especificidad al procedimiento ya que las reacciones inmunológicas suelen ser bastante específicas(21).

2.2.1.8.6. Microscopio de interferencia

En este tipo de microscopía, se produce la división de un haz de luz producto de la acción de un dispositivo optomecánico. El microscopio de interferencia también es

particularmente apto para estudiar células vivas; sin embargo, su utilidad en inmunohistoquímica puede resultar ser también bastante valiosa ya que dicho método solo colorea células específicas y el entorno de estas es carente de tinción. (16).

2.2.1.8.7. Microscopio electrónico

Al igual que las bases sobre las que se fundamenta el uso de la microscopía óptica, el microscopio electrónico utiliza casi los mismos cimientos para su funcionamiento. La diferencia radica en que mientras la tecnología óptica usa rayos de luz, la tecnología electrónica emite un haz de electrones que se enfoca con campos magnéticos. Cuando un haz de electrones incide en el vacío sobre un objeto, las partículas incidentes pueden ser absorbidas y transmitidas a modificarse de distintas formas”(28).

La invención del microscopio electrónico marcó un avance importante sobre la microscopía óptica para conocer la morfología y tamaño de los virus, además de identificar las estructuras que forman parte de las células bacterianas.

El microscopio electrónico usa magnetos en lugar de lentes y una fuente luminosa. Para que las lentes magnéticas permitan la visualización de un espécimen, deben actuar como un condensador que dirige la corriente hacia el objeto en estudio, genera e incrementa la imagen del objeto que puede ser apreciada mediante una pantalla de fluorescencia de una ventana en la columna donde se ha generado el vacío o en su defecto es registrada en una placa fotográfica. No obstante, el resultado se ha denominado micrografía electrónica, es decir no es una fotografía propiamente dicha ya que no utiliza fotones.

Con el uso de la microscopía electrónica han podido observarse orbitales atómicos expresados como delgadas películas cristalinas. Además, se ha podido conocer gracias a ello, la estructura biológica debido a su poder de resolución de 3 a 5 Å. De esta manera el aumento de 1000x observados en el microscopio de luz ultravioleta se incrementa en teoría en el microscopio electrónico hasta un millón de veces. No obstante, dicho límite no es fácil de alcanzar ya que suelen presentarse defectos en el enfoque magnético. Debido a ello se obtienen imágenes perfectas a los 10000 – 50000x(21).

2.2.2. Textilería

Según la Real Academia Española(29)., el término hace referencia a la industria textil, la cual en un principio hacía alusión al tejido de telas a partir de fibras, pero en la actualidad abarca una amplia gama de procesos, como el punto, el tufting o anudado de alfombras, el enfurtido, etc. Incluye también el hilado a partir de fibras sintéticas o naturales y el acabado y la tinción de tejidos.

2.2.2.1. Fabricación de tejidos

El telar manual ha sido, desde épocas antiguas, la máquina básica para tejer. Con el desarrollo del lizo, al cual se van uniendo hilos de urdimbre alternos, empezaron las mejoras mecánicas en tiempos antiguos; posteriormente en el siglo XIII d.C. fue introducido el pedal, el cual permite la manipulación de varios lizos. Por la incorporación del batán, cuya misión es la de golpear la trama o los hilos de la misma con la finalidad de colocarlos en su lugar, el telar mecanizado pudo convertirse en un instrumento predominante en Europa y, a excepción de las

culturas tradicionales en las cuales el tejido manual se mantuvo, en el mundo entero. En 1733, John Kay creó la lanzadera volante, la cual permite al operador manipular la lanzadera de manera automática a todo lo ancho del telar. Este fue el primer paso hacia la mecanización de los tejidos(30).

Edmund Cartwright fundó en 1788 en Inglaterra la primera fábrica textil accionada por vapor debido al desarrollo de su telar accionado a vapor. La dependencia que los talleres textiles tenían del agua, la cual era necesaria para accionar las máquinas, se terminó con este acontecimiento; gracias a esto las máquinas podían ser instaladas ahora en cualquier lugar. Otro hecho importante fue la creación del sistema de tarjeta perforada en Francia, gracias a Joseph Marie Jacquard en 1801. Este sistema permitía tejer automáticamente patrones con dibujos. Los primeros telares que traían consigo un motor estaban hechos de madera, y poco a poco fueron siendo sustituidos por modelos de acero, entre otros metales. Así pues, los avances tecnológicos los ha ido reemplazando por sistemas de mayor automatización.

2.2.2.2. Hilado

En la antigüedad tanto pelaje de animales, así como semillas y plantas se usaron con el fin de obtener fibras. Años después empezó la utilización de la seda y a mediados del siglo XVIII de nuestra era fueron apareciendo las primeras fibras sintéticas. A pesar de que cada vez más se utilizan fibras sintéticas elaboradas de celulosa o productos derivados del petróleo, solas o mezcladas entre sí, no han logrado opacar totalmente a las fibras naturales tales como la lana, el algodón, la seda o el lino. La única fibra natural formada por filamentos que se retuercen con

la finalidad de obtener un hilo es la seda. El resto de fibras naturales requieren ser sometidas a tratamientos para llegar a hacer un hilo. La primera herramienta para hilar fue el huso, el cual fue mecanizado en Europa por primera vez alrededor del año 1400 d.C. con la creación de la rueda de hilar. La máquina de hilar algodón fue creada a finales del siglo XVII y tiene la capacidad de accionar varios usos simultáneamente. La hilatura llegó a salir de los talleres de artesanía rural y pudo alcanzar el nivel industrial gracias a Richard Arkwright, inventor de la continua de hilar en 1769, y al introductor de la selfactina, Samuel Crompton. La selfactina permitía a un solo operador tener el control de un millar de husos.

2.2.2.3. Fibra animal: Lana

Nuestros antepasados domesticaron aquellas ovejas que lograban satisfacer sus necesidades en cuanto a alimentación y abrigo. En aquellos tiempos la obtención del hilo se realizaba mediante el frote de las fibras entre sí; sin embargo, hoy en día los métodos han ido alcanzando la perfección para la manipulación de fibras. Respecto a los métodos mecanizados, el campo lanero ha sido pionero en capacidad de adaptación y desarrollo de estos métodos, y por ende fue una de las primeras en desarrollar su producción a nivel de fábrica(31).

2.2.2.3.1. Materia prima

La materia prima a utilizar debe ser bien conocida para determinar su importancia. Es importante saber la longitud de la fibra que se trabajará. La lana de la que se dispone se puede clasificar como:

- a) merino o Australia
- b) cruzada (mestiza) fina, media o basta

c) para alfombras

Sin embargo, dentro de cada grupo podemos hallar varias categorías. El diámetro de la lana merino tiende a ser menor, además de ser más corta, mientras que las lanas que son para alfombras presentan fibras de mayor longitud y mayor diámetro. Actualmente se fabrican fibras sintéticas bastante similares a la lana que son mezcladas con fibra natural y su procesamiento se lleva a cabo de la misma forma. También los pelos de animales como la cabra, aplaca o llama, camello angora y vicuña son de importantes, pero secundarios, en la industria; el costo de estas fibras suele ser más alto y generalmente se trabajan en empresas especializadas.

2.2.2.3.2. Producción

Existen dos sistemas de producción que son el cardado y el peinado. La maquinaria es similar, pero presentan objetivos diferentes.

El sistema de peinado usa las fibras más largas y durante las operaciones de cardado, preparación, paso por el gill y peinado de las fibras, se mantienen paralelas y se rechazan las cortas. El hilado proporciona un hilo fuerte y delgado que se teje con la finalidad de obtener un género ligero, con la firmeza y suavidad que es característica de los trajes de caballero.

En cuanto al sistema de cardado, se entremezclan y entrelazan las fibras para llegar a formar un hilo suave y esponjoso, que al tejer proporciona una tela con volumen y una superficie lanosa, como las presentes en tweeds, mantas y abrigos gruesos. La uniformidad de la fibra no suele ser algo esencial en el cardado, por lo cual el operador tiende a mezclar lana nueva, fibras más cortas que han sido rechazadas en el procedimiento de peinado, lanas que se recuperaron de la destrucción de

prendas antiguas, etc.; el shoddy (lana regenerada) es obtenido de material regenerado blando y el mungo (lana de borra), de material regenerado duro(30).

La condición, el tipo de materia prima usada y la especificación de la prenda debe tenerse en cuenta ya que influirán en cada secuencia de cada una de las fases. Así, la lana puede teñirse antes de ser procesada, en la fase de hilado o al final de proceso, cuando la pieza ya está tejida.

2.2.2.4. Fibras vegetales: Algodón

2.2.2.4.1. Producción de algodón

La producción de algodón inicia al finalizar la recolección de la última cosecha. Se trituran los tallos, se arrancan las raíces y se labra el suelo. Así inician las primeras labores. Casi siempre se aplican fertilizantes y herbicidas antes de preparar la superficie para regar o plantar. Dado que las características del suelo y las prácticas anteriores de fertilización y cultivo determinan un grado de riqueza muy variable, los programas de abonado deberían basarse en análisis de muestras. Se debe mantener un control riguroso sobre las malas hierbas para obtener grandes cantidades de borra de calidad, ya que reducen el rendimiento y la eficacia de la recolección hasta en un 30%. El uso de herbicidas es esencial para controlar dichos problemas. Los métodos de aplicación incluyen un tratamiento antes de la plantación para eliminar las malas hierbas ya crecidas, la incorporación al suelo antes de plantar y el tratamiento antes y después de que las plantas despunten. En la obtención de una buena cosecha de algodón intervienen la preparación del suelo, la humedad, la temperatura, la calidad de las semillas, las plagas, los fungicidas y la salinidad. Plantar semillas de gran calidad en un suelo bien preparado es esencial para obtener plántulas de crecimiento rápido, uniforme y vigoroso. Un índice de

germinación del 50% indica semillas de buena calidad o más en la prueba de frío. Un sistema adecuado de medición de plantación es conveniente para poder asegurar el espaciado uniforme de las semillas, manteniendo independencia en su tamaño. Las temperaturas son importantes ya que de ellas dependen los índices de germinación de las semillas y de crecimiento de las plántulas. Los principales parásitos, como Pythium, Rhizoctonia, Fusarium y Thielaviopsis, reducen la densidad y abren grandes claros entre las plántulas(32).

Se aconseja plantar únicamente semillas que hayan sido tratadas de forma adecuada con uno o varios fungicidas. El algodón es similar a otros cultivos en cuanto al uso de agua durante las diversas fases de desarrollo. Normalmente hacen falta menos de 0,25 cm al día desde el despunte hasta el primer cuarto de temporada. Es en este periodo en que la pérdida de humedad del suelo por evaporación podría llegar a sobrepasar la cantidad de agua que es transpirada por la planta. A medida que aparecen los primeros capullos, el consumo de agua se ve incrementado llegando a un nivel máximo de 1 cm/día durante la floración. Este volumen hace referencia (ya sea por precipitación o regadío) a la cantidad total de agua que un cultivo de algodón requiere para poder prosperar sin problemas. Los insectos tienden a afectar mucho la calidad y rendimiento de las plantaciones de algodón. Se debe tener un control precoz de estos insectos para poder asegurar un equilibrio en el desarrollo de los frutos y la vegetación. La protección de los primeros frutos es esencial para que la cosecha sea buena. Durante las primeras 3 o 4 semanas de fructificación se establece más del 80% del rendimiento. Durante este periodo es necesario mantener los cultivos bajo vigilancia por lo menos dos veces por semana para controlar el daño que podrían estar ocasionando los insectos(30).

2.2.2.4.2. Producción de hilo de algodón

En el consumo de fibra textil, el algodón se ubica en el primer lugar a nivel mundial. China, Estados Unidos, Federación Rusa, India y Japón son los principales consumidores. La producción mundial anual de algodón es de 17.400 a 9.600 millones de kg. China, Estados Unidos, India, Paquistán y Uzbequistán son los principales países productores, y representan más del 70% de la producción mundial. El resto se reparte entre 75 países. Alrededor de 57 y 65 países exportan algodón en rama, y tejidos de este material, respectivamente(33).

Las fibras de algodón son transformadas gracias a la hilatura en una rama de hilo adecuado para varios productos finales. La obtención de un hilo adecuado para las exigencias del mercado textil actual requiere de varios procesos. La materia prima, es decir fibras entremezcladas se someten a procedimientos tales como cardado, limpieza, estirado, entre otros con el fin de obtener algodón en forma de hilo(34). Este denso paquete puede contener cantidades variables de materiales distintos de la borra y de fibras inutilizables tales como restos de planta, motas, etc. La competencia en este mercado obliga a la búsqueda de nuevos métodos y tecnología más eficaz para el desarrollo de los procesos, a pesar de que las técnicas actuales se hallan muy perfeccionadas; no obstante, a corto plazo se seguirán usando estas técnicas actuales tales como el estirado, hilatura, cardado, entre otras (30,33). Los hilos son producidos por la hilatura con la finalidad de obtener productos finales que sean tejidos o tricotados (prendas para vestir o tejidos de industria). . Se fabrican hilos de diversos diámetros y pesos diferentes por unidad de longitud. Aunque el proceso básico de fabricación de hilo no ha variado durante años, las velocidades de producción, la tecnología de control y las dimensiones de los paquetes han ido en aumento(35). Las propiedades del hilo y la eficacia del procesado están directamente relacionadas con las propiedades de

las fibras de algodón procesadas. Las condiciones en las que los materiales han sido procesados darán al hilo sus propiedades finales.

2.2.2.5. Fibras sintéticas

Las fibras sintéticas están constituidas por polímeros sintetizados obtenidos a partir de compuestos desarrollados por la industria petroquímica o de elementos químicos. Inversamente a las fibras naturales como la lana, la seda o el algodón que han sido usadas desde épocas muy antiguas, las sintéticas tienen una historia relativamente corta que se remonta sólo al perfeccionamiento del proceso de la viscosa en 1891, llevado a cabo por Cross y Beva de Gran Bretaña. La producción de rayón a pequeña escala inició pocos años más tarde y logró alcanzar un nivel comercial a comienzos del siglo XX. Desde ese tiempo se ha venido creando un amplio repertorio de fibras sintéticas, las cuales cuentan con características especiales y propias de ellas, y que las vuelven adecuadas para la elaboración de un tipo determinado de tejido, ya sean solas o mezcladas con otras fibras. Los polímeros líquidos de los orificios de una hilera se cuelan con la finalidad de formar una fibra sintética obteniendo un filamento continuo. Este es tejido directamente para conferir características de fibras naturales (ejemplo: se texturiza para tener más volumen) o es prensado para ser convertido en una fibra cortada y poder hilarse.

2.2.2.5.1. Clases de fibras sintéticas

Existen tipos de fibras sintéticas que se utilizan en el ámbito comercial.

- ➔ **Poliamidas (nilon):** Las amidas poliméricas son identificadas con el número de átomos de carbono de su composición química expresado en una cifra. De

estos componentes químicos, la diamina es el primero. Por ende, el nylon 66 o 6,6 (denominado así en los Estados Unidos) es aquel producido a partir de diamina de hexametileno y ácido adípico, ya que ambos compuestos contienen seis átomos de carbono en su estructura. Recibe diferentes nombres según el país, en Alemania se comercializa como Perlón T, en Italia como Nilon, en Suiza como Nylsuisse, en España como Anid y en Argentina como Ducilo(30).

- ➔ **Poliésteres:** Los poliésteres fueron introducidos por primera vez en 1941. Son obtenidos mediante una reacción de ácido tereftálico con etilenglicol y cuyo resultado es un material plástico que se compone de largas cadenas de moléculas que, fundido, es bombeado a través de hileras dejando que el filamento se endurezca con aire frío. Posteriormente, sigue una operación de estirado.
- ➔ **Polivinilos:** En 1948 se introdujo la fibra acrílica o poliacrilonitrilo, la cual es el miembro más importante del presente grupo. En el área comercial recibe distintos nombres según el país del que se hable: Acrilan y Orlon en Estados Unidos, Crylor en Francia, Leacril y Velicren en Italia, Amanian en Polonia, Courtelle en el Reino Unido, etc.
- ➔ **Poliiolefinas:** Courlene es la fibra más conocida en este grupo y es llamada así en el Reino Unido. Su obtención se lleva a cabo de una manera similar al nylon. El polímero pasa por las hileras luego de ser fundido a 300 °C. Posteriormente es enfriado al aire o en agua para formar el filamento, el cual es estirado después.

- ➔ **Polipropileno:** Este polímero se hila cuando se encuentra en estado de fusión, es estirado y después se endurece por recocido. Se le conoce por el nombre de Hostalenen Alemania, Meraklon en Italia y Ulstron en el Reino Unido(30).

- ➔ **Poliuretanos:** Este material se ha convertido en la base de un tipo nuevo de fibra llamada spandex. Fue producido por primera vez en 1943 con el nombre de Perlon D por reacción de 1,4-butanodiol con diisocianato de hexametileno. Debido a su elasticidad similar a la de la goma, estas fibras han sido denominadas como elásticas o elastoméricas(36).

Su fabricación se lleva a cabo a partir de una goma de poliuretano lineal, que fragua por tratamiento a presiones y temperaturas altas convirtiéndose en un poliuretano vulcanizado con una cantidad elevada de enlaces transversales que se extruye en forma de monofilamento.

Este hilo es bastante usado en prendas de vestir que requieran material elástico y es cubierto con rayón o nilón con la finalidad de mejorar su aspecto sin dejar de lado su resistencia.

2.2.2.6. Tinción

Se combinan productos químicos o tintes cuya afinidad con el tejido sea bastante alta. La cantidad de tinturas y procesos necesarios, dependen del acabado buscado, así como del tipo de tejido.

2.2.2.6.1. Clases de tintes

Los tintes de carácter ácido o básico se usan en un baño de ácido débil para lana, seda o algodón. Para la aplicación de tintes ácidos se deben usar previamente mordientes como el ácido tánico, óxido metálico o también dicromato. La lana, el rayón y el algodón se colorean mediante cocción utilizando tintes directos.

Se debe preparar un baño con tinte de azufre para la tinción de los tejidos. Se incluye carbonato sódico anhidro, sulfito sódico y agua caliente. Este proceso puede hacerse también mediante la ebullición. Se requiere disolver narftol en soda cáustica para lograr la tinción de algodón con colorantes azoicos.

La solución de naftóxidosódico que se forma se debe usar para impregnar al algodón y posteriormente tratarlo con una solución de un compuesto diazoico que sirve para fijar el tinte en el material. A una temperatura de entre 30 a 60 °C los colorantes a la tina se transforman en leucocompuestos por medio del hidróxido sódico e hidrosulfito sódico. Los tintes dispersos suelen colorear fibras hidrófobas de naturaleza sintética.

Es necesario el uso de agentes de esponjamiento o portadores de naturaleza fenólica para que los tintes puedan actuar. Los tintes de origen mineral son pigmentos inorgánicos expresados en forma de sales de hierro y cromo. Una vez ocurrida la impregnación, se agrega una solución alcalina caliente para producir su precipitación. Los tintes que son reactivos para el algodón se usan con carbonato sódico anhidro y sal común en un baño que puede ser caliente o frío(38).

2.2.2.6.2. Preparación de tejidos para la tinción

Los tejidos de algodón deben ser preparados para la tinción y en dicha preparación se pueden observar diferentes etapas: una tundidora corta las fibras de la tela que se encuentran sueltas y adheridas para que después todo el arreglo sea sometido a la acción de una hilera de llamas de gas; posteriormente el material tratado es pasado a través de una caja de agua para extinguir las chispas. La tela es pasada por una solución de diastasa para eliminar el apresto. Se utiliza un autoclave que contiene hidróxido sódico diluido o en su defecto, aceite sulfonado en el cual se eliminan otro tipo de impurezas pasando la tela a través de esta máquina durante un periodo de 8 a 12 horas a altas temperaturas. En el caso de las telas de color el autoclave se usa con la tapa abierta y se evita el uso de hidróxido de sodio. Para eliminar la coloración natural de la tela se usa hipoclorito contenido en pozos para blanqueado, y a continuación el tejido es secado al aire, después se lava, es decolorado con bisulfito de sodio, aclarado una vez más y finalmente sometido a ácido sulfúrico o clorhídrico diluidos. Una vez realizado este lavado final, la tela ya se encuentra apta para su tinción y estampado.

2.2.2.6.3. Proceso de tinción

Para someter un tejido a tinción se utiliza una máquina Jogger o Fulard. En esta máquina la tela atraviesa una solución de tinte en reposo que se obtiene al disolver el polvo del colorante de un producto químico adecuado en agua. Finalizada la tinción, la tela pasa a recibir los tratamientos de acabado(30).

2.2.3. Laboratorio forense

El laboratorio forense es el área en la cual se desempeñan profesionales de laboratorio especializados y el lugar donde se encuentran los medios necesarios para realizar investigaciones y experimentos con la finalidad de contribuir a la

resolución de un hecho delictivo. Tomando como referencia su definición por competencias, se define como el propósito principal del laboratorio orense el “Coadyuvar con la seguridad ciudadana utilizando procesos propios del laboratorio forense”(39).

El laboratorio forense tiene funciones clave divididas en tres etapas, estas son:

- Desarrollar metodologías propias del laboratorio forense según lo requerido a nivel judicial.
- Investigar utilizando el método científico en el Laboratorio Forense.
- Asesorar los procesos de carácter judicial según las competencias profesionales.

Para poder alcanzar el desarrollo de metodologías en el laboratorio forense según lo requerido a nivel judicial se necesita de la desagregación de funciones basadas en los fundamentos, principios y procedimientos de laboratorio clínico, quedando dividido así en tres etapas notoriamente diferenciadas y con la misma importancia: Pre-analítica, Analítica y Post-analítica.

La etapa Pre-analítica está definida como aquella en la que existe la aplicación de métodos forenses según formación del profesional, la cual a su vez tiende a subdividirse en:

- Realizar técnicas con la finalidad de obtener indicios acordes a requerimiento judicial.
- Realizar técnicas para una adecuada recepción de muestras acordes a requerimiento judicial.

Para obtener indicios que tengan relación con los requerimientos judiciales suelen desarrollarse técnicas que conllevan a tener 2 subdivisiones que son:

- Efectuar procedimientos de carácter laboratorial en la escena de crimen con la finalidad de investigar hechos delictivos.
- Efectuar procedimientos de carácter laboratorial en la reconstrucción del crimen con la finalidad de investigar hechos delictivos.

En la escena sospechosa de criminalidad se llevan a cabo una serie de técnicas en un área en donde se tenga la sospecha de que ocurrió un homicidio, iniciando con tipificar el lugar de los hechos: abierto, cerrado o mixto; a continuación, se procede a aislar, buscar, perennizar, recolectar, embalar y hacer custodia con los indicios encontrados, finalizando con su entrega al laboratorio para que sean sometidos a los análisis respectivos. La reconstrucción del crimen, es el último momento en el cual se pueden obtener indicios que permitan coadyuvar en la investigación del hecho delictivo, debe realizarse con la participación principal del sospechoso, el cual es trasladado hacia el lugar en donde ocurrieron los hechos para que proceda a describir la manera como llevó a cabo el crimen en presencia del fiscal. Esto permite corroborar laboratorialmente lo analizado, y además se pueden obtener muestras nuevas que complementen lo investigado hasta ese momento.

La realización de técnicas para una adecuada recepción de muestras acorde a requerimiento judicial suele dividirse en dos elementos de competencia:

- Efectuar procedimientos de laboratorio en la necropsia con la finalidad de investigar hechos delictivos.

- Efectuar procedimientos de laboratorio en la exhumación con la finalidad de investigar hechos delictivos.

El médico con especialidad en medicina legal realiza los procedimientos de necropsia y exhumación, para que luego el laboratorio recepcione las muestras que dicho médico legista envía para realizar el análisis adecuado. Generalmente, suelen recibirse tejidos para anatomía-patológica, contenido de estómago para toxicología y secreciones para análisis biológicos.

Para aplicar métodos forenses analíticos según la formación profesional, se debe dividir esta función en dos unidades de competencia:

- Realizar técnicas de carácter forense en muestras acorde a la investigación judicial.
- Realizar técnicas de carácter forense en huellas acorde al proceso de investigación judicial.

Las técnicas forenses empleadas en muestras se subdividen en ocho elementos por competencia:

1. Efectuar procedimiento de laboratorio relacionados con la Hematología Forense para la investigación de hechos delictivos.

La sangre es la muestra que debe recibir la mayor atención debido a que es la más comúnmente encontrada en escenarios criminales. Esta proporciona información con finalidad doble: identificar y reconstruir, por lo cual en primer lugar debe demostrarse el origen biológico del fluido o mancha, para posteriormente permitir que el área especializada en procedimientos

moleculares pueda determinar la identidad de la persona de la cual proviene dicha sangre y el análisis de los patrones sanguíneos permita realizar una mejor reconstrucción del hecho delictivo.

2. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados con la Semenología Forense(40) para la investigación de hechos delictivos.

Este tipo de análisis se realizan en delitos en contra del honor o la libertad sexual: violación sexual, técnicamente: coito en contra de la voluntad de la persona, en los que, al igual como ocurre con la Hematología, la identificación del atacante agresor se realiza mediante técnicas moleculares; sin embargo, se requiere previamente determinar la naturaleza de la muestra para confirmar que sí es semen utilizando tres grupos secuenciales de pruebas de laboratorio: Orientación, Confirmación y Certeza.

3. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Tricología Forense(41) para la investigación de hechos delictivos.
4. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Palinología Forense para la investigación de hechos delictivos.
5. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Balística Forense(42) para la investigación de hechos delictivos.
6. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Granulometría Forense para la investigación de hechos delictivos.
7. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Documentoscopia Forense para la investigación de hechos delictivos.

8. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Textilería Forense(43) para la investigación de hechos delictivos.

Las técnicas de carácter forense empleadas en huellas se subdividen en ocho elementos de competencia:

1. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Dactiloscopía Forense(44) con la finalidad de investigar de hechos delictivos.
2. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Quiroscopía Forense con la finalidad de investigar de hechos delictivos.
3. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Pelmatoscopía Forense(45) con la finalidad de investigar de hechos delictivos.
4. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Queiloscopía Forense con la finalidad de investigar de hechos delictivos.
5. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Otoroscopía Forense con la finalidad de investigar de hechos delictivos.
6. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Odorología Forense(46) con la finalidad de investigar de hechos delictivos.
7. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Calcografía Forense con la finalidad de investigar de hechos delictivos.
1. Efectuar procedimientos de laboratorio relacionados a la Modelado Forense con la finalidad de investigar de hechos delictivos.

Para aplicar métodos forenses de carácter post-analíticos según formación del profesional, se debe subdividir esta función en dos unidades de competencia:

- Realizar la custodia de indicios que han sido analizados acordes a la normativa vigente.
- Realizar el informe de resultado de laboratorio según la normativa vigente.

La custodia(47) de indicios que han sido analizados debe dividirse en dos elementos de competencia:

- Almacenar los indicios que han sido analizados acorde a la política aprobada.
- Desechar los indicios que han sido analizados acorde al reglamento local.

El informe de los resultados emitidos por el laboratorio debe dividirse en dos elementos de competencia:

- Redactar el informe forense de acuerdo a la estructura por competencias.
- Formatear el informe forense según la norma oficializada.

Para realizar adecuadamente el cumplimiento de la segunda función clave: Investigar en el laboratorio forense(48) empleando el método científico, esta debe dividirse en tres unidades de competencia:

- Planificar metodologías relacionadas al laboratorio forense de acuerdo a los requerimientos judiciales.
- Experimentar metodologías relacionadas al laboratorio forense que tengan una planificación previa.

- Generar tesis con la finalidad de analizar delitos a través del laboratorio.

Para lograr planificar metodologías relacionadas al laboratorio forense según requerimientos judiciales, deben dividirse en tres elementos de competencia:

- Observar hechos delictivos con la finalidad de analizarlos a través del laboratorio(49).
- Inducir procedimientos de laboratorio con la finalidad de analizar hechos delictivos.
- Elaborar hipótesis forenses para validarlas a través de la experimentación.

Para lograr experimentar metodologías relacionadas al laboratorio forense, deben dividirse en dos elementos de competencia:

- Demostrar las hipótesis a través de procedimientos de laboratorio forense(49).
- Refutar las antítesis utilizando procedimientos laboratoriales de carácter forense.

Para poder generar tesis con la finalidad de analizar delitos a través del laboratorio, deben dividirse en dos elementos de competencia:

- Analizar los resultados derivados de la experimentación en el laboratorio forense.
- Generar las conclusiones derivadas de la investigación en el laboratorio forense.

Para cumplir con la tercera función clave: Investigar en el laboratorio forense empleando el método científico, esta debe dividirse en tres unidades de competencia:

- Dictaminar en el ámbito forense acorde a la competencia profesional laboral(50).
- Aconsejar a quienes se encargan de impartir justicia respecto a metodología de laboratorio forense.
- Ilustras dictámenes de carácter pericial a jueces legos.

Para dictaminar en el ámbito forense según competencia profesional laboral, debe dividirse en dos elementos de competencia:

- Opinar respecto a hechos cuestionables según competencia profesional.
- Peritar respecto a hechos cuestionables según competencia laboral.

Para aconsejar a aquellos que se encargan de impartir justicia respecto a las metodologías de laboratorio forense, deben dividirse en dos elementos de competencia:

- Recomendar métodos de carácter forense según la etapa del análisis de laboratorio.
- Sugerir técnicas de laboratorio forense de acuerdo a la investigación delictiva.

Para ilustrar dictámenes periciales a jueces legos, deben dividirse en dos elementos de competencia:

- Aclarar resultados laboratoriales según lo requerido a nivel judicial.
- Instruir a los operadores de justicia respecto a métodos usados en el laboratorio forense.

2.2.4. Criminalística

La criminalística se define como la disciplina basada en la aplicación de conocimientos, técnicas y métodos de investigación de las ciencias naturales en el análisis de material sugestivo de guardar relación con un hecho sospechoso de ser delito, con la finalidad de determinar o comprobar su existencia, o permitir la reconstrucción para precisar el grado de compromiso de uno o más sujetos participantes en el mismo.

Por otra parte, es también una técnica, para lograr resolver casos concretos, el experto en esta ciencia aplicar principios o leyes de esta disciplina. Así pues, la criminalística viene a ser una ciencia aplicada y técnica(51).

Dentro de todos los elementos que conforman un sistema judicial, la criminalística ha surgido como una ciencia multidisciplinaria importante. La misma es definida como el uso de una metodología de carácter científico con la finalidad de buscar indicios en un presunto hecho delictivo para encontrar cuál de estos puede volverse una evidencia que permita descubrir la verdad respecto a dicho hecho presuntamente delictivo, poder presentar pruebas durante un juicio y establecer quienes participaron en la comisión del delito. El objeto material de la criminalística es estudiar los indicios o evidencias materiales que se usan o producen en la comisión del hecho.

2.2.4.1. Indicio

Es todo hecho conocido que puede demostrar la existencia de otro que aún no se conoce, por ejemplo: la presencia de espermatozoides en un hisopo tomado del recto de un cadáver es un indicio que lleva a probar una posible agresión sexual.

Los indicios pueden proceder:

- a) Del lugar de los hechos: Barro que queda adherido a la suela de zapato de una persona que cometió un crimen.
- b) De la víctima: Sangre que se impregna en la ropa del agresor.
- c) Del autor: Semen, piel (epidermis) debajo de las uñas de la víctima.

Etapas de la prueba indiciaria

1. Búsqueda en el lugar en donde ocurrieron de los hechos
2. Recogida en el lugar en donde ocurrieron de los hechos
3. Remisión de la muestra al laboratorio
4. Estudio de la muestra en el laboratorio
5. Elaboración del informe pericial(52).

La criminalística implica el uso de disciplinas que puedan permitir el éxito en materia de investigación: balística, dactiloscopia, fotografía, contabilidad, ingeniería, accidentología, planimetría, documentología; sin embargo, también se basa en ciencias generales como la física, química y biología con la finalidad de establecer cómo, cuándo, dónde, en procura del quién(53).

Se han establecido siete principios de naturaleza científica en la criminalística y que son aplicables a su campo de desempeño:

- 1. Principio de uso:** uso de agentes mecánicos, químicos, físicos o biológicos en la comisión de un hecho delictivo.
- 2. Principio de producción:** en el uso de agentes mencionados en el principio de uso, siempre tienden a producirse elementos materiales de manera involuntaria y que poseen una gran variedad en cuanto a forma y estructura. Estos representan agentes reestructores y/o identificadores.
- 3. Principio de intercambio:** hay un intercambio de indicios entre la víctima y el agresor (o el agresor y el lugar de los hechos) una vez concluido el hecho. Esto dependerá del mecanismo utilizado en su comisión.
- 4. Principio de correspondencia de características:** "La acción dinámica de los agentes mecánicos, vulnerantes sobre determinados cuerpos dejan impresas sus características, reproduciendo la figura de su cara que impacta". Esto significa, que, por razones físicas también, habrá similitud cualitativa entre la evidencia y el medio que la produjo, lo que permitirá realizar estudios micro y macrocomparativos de ambos aspectos con la finalidad de identificar al agente que produjo el resultado(54).
- 5. Principio de reconstrucción de hechos y fenómenos:** para conocer el desarrollo de fenómenos ocurridos en un caso concreto se deberá estudiar todos los elementos materiales que se tengan de prueba y que estén asociados al hecho.

6. Principio de probabilidad: nunca se puede decir: “Esto sucedió exactamente así”, a pesar de que exista una reconstrucción de ciertos hechos, que puedan tener una probabilidad baja, mediana o alta.

7. Principio de certeza: se deben usar procedimientos y tecnología adecuada para poder identificar cualitativa, cuantitativa o comparativamente con la finalidad de tener certeza de que los elementos que se producen en la escena están realmente relacionados con el hecho.

Estos principios son la base sobre la que se apoya la aplicación de la criminalística, en el campo de las investigaciones de hechos sugestivos de ser delito, por ende la conjunción de estos siete principios permiten sostenerla como una ciencia. Además, se debe considerar que cuenta con una metodología propia para ejecutar sus actividades con conocimientos sistemáticos. Utilizando todo ello logra cumplir el objetivo encomendado(55).

2.2.4.2. Objetivos de las disciplinas de la criminalística

Para poder precisar funciones de las ramas científicas relacionadas con la criminalística se deben conocer los objetivos de cada una de ellas:

2.2.4.2.1. Criminalística de campo: Aplica conocimientos, metodologías y técnicas en el lugar de los hechos con el fin de poder tomar evidencias que permitan contribuir a la resolución del caso una vez procesadas por el laboratorio.

2.2.4.2.2. Balística forense: Aplica conocimientos, metodologías y técnicas con la finalidad de investigar a través de sus divisiones: interior, exterior y de efectos, lo ocurrido con fenómenos relacionados a armas de fuego.

2.2.4.2.3. Documentoscopia: Aplica conocimientos, metodologías y técnicas para determinar si un documento es auténtico o falso. Objeta cosas como la escritura, molde, etc.

2.2.4.2.4. Explosivos e incendios: Aplica conocimientos, metodologías y técnicas para investigar eventos ocurridos por explosivos o incendios con la finalidad de buscar focos o daños estructurales, pero además para determinar la manera el cómo se originó dicho hecho.

2.2.4.2.5. Fotografía forense: Aplica conocimientos, metodologías y técnicas para revelar las gráficas o imágenes usadas en todas las áreas de la criminalística.

2.2.4.2.6. Hechos de tránsito terrestre: Aplica conocimientos, metodologías y técnicas para investigar atropellos, colisiones, volcaduras, entre otros.

2.2.4.2.7. Sistemas de identificación: Aplica conocimientos, metodologías y técnicas con el fin de identificar personas de manera inequívoca, así estas se encuentren vivas o muertas, putrefactas, etc.

2.2.4.2.8. Técnicas forenses de laboratorio: Aplica conocimientos, metodologías y técnicas con la finalidad de realizar análisis a través de un manejo adecuado del material científico para lograr aportar al esclarecimiento de un hecho delictivo.

2.2.4.3. Cuerpo del delito

Toda la materia relativamente permanente en la cual o con la cual se produjo un hecho delictivo se denomina Cuerpo del Delito. Así como cualquier objeto que nazca de un objeto mayor que haya sido utilizado en la comisión de un delito o que en otra forma se refiera a él, de tal manera que pueda utilizarse en un juicio para

su prueba. De manera más sencilla, se considera Cuerpo del Delito a todo medio que se usó para la preparación o comisión de un delito, los elementos sobre los que se cometió, las huellas dejadas por el hecho o por el agresor, las cosas cuya fabricación o venta constituye un delito, las cosas que derivan del delito a un indirecto, cualquier cosa con la que se haya ejercido la acción de delinquir o que haya recibido consecuencias del delito.

Se deben ejecutar operaciones técnicas de criminalística en el lugar de los hechos en toda investigación de carácter criminal ejecutada por la policía judicial, producto del hallazgo del cuerpo del delito. La zona en donde se produjo el delito debe ser acordonada con la finalidad de evitar que personas ajenas a lo ocurrido alteren los indicios materiales de manera voluntaria o involuntaria. A continuación, se debe realizar una inspección ocular para determinar la ubicación exacta de cada indicio, así como el levantamiento del acta y del plano. Al terminar los procedimientos anteriores se debe proceder al embalaje, levantamiento y etiquetado de dichos indicios. Se entiende como levantamiento a la acción de recoger las evidencias halladas en el sitio del suceso. El embalaje es aquel procedimiento que permite proteger al indicio, además de guardarlo e inmovilizarlo para luego etiquetarlo y obtener una reseña del lugar de procedencia del material en estudio. Durante el desarrollo de esta parte del procedimiento se individualizan los indicios adjuntándoseles una etiqueta. Finalmente, el cuerpo del delito se traslada al laboratorio forense solicitando en físico un dictamen criminalístico para efectos de emisión de la respectiva prueba pericial.

2.2.4.4. Criminalística de Campo y criminalística de Laboratorio

2.2.4.4.1. Criminalística de campo

A continuación, se exponen algunos puntos de vista de criminalistas como Pedro López Calvo y Pedro Gómez Silva con la finalidad de tener claro los alcances de la criminalística de campo:

No basta con conocer las técnicas de recolección de elementos materiales ni tampoco el saber derivarlos a los diversos laboratorios relacionados con criminalística. El saber proteger, observar y fijar el lugar de los hechos es de vital importancia. La criminalística de campo no concreta sus actividades en las fases de investigación citadas; la aplicación de conocimientos vastos y vigentes ofrecidos por otras disciplinas relacionadas con la criminalística, debe ser ejercida por el experto. El objeto de ello es tener la base teórica necesaria para determinar la metodología específica y razonar respecto al valor de los elementos de prueba registrados en conductas presuntamente delictivas.

La manera sobre cómo ocurrieron los hechos y el mecanismo bajo el cual fueron perpetrados pueden ser conocidas gracias a estudios y análisis de elementos materiales. Incluso, se puede conocer cómo inició la maniobra y cómo terminó; aquí están incluidas las formas de uso de los instrumentos de ejecución y el registro de sus manifestaciones, así como sus movimientos, tocamientos y desplazamientos. Agentes mecánicos, biológicos, etc. pueden, incluso, ser utilizados y producto de ello surgir varias evidencias. La metodología resulta importante. Se requiere tanto tecnología como un conocimiento universal de las distintas especialidades que componen a la criminalística con el fin de establecer un adecuado análisis cuantitativo, cualitativo, comparativo y de identificación. Algunas de estas disciplinas son: balística forense, documentoscopia, fotografía forense, sistema de identificación de personas, y otras.

2.2.4.4.2. Criminalística de laboratorio

Es necesario verificar sobre el terreno mismo los trabajos científicos que son necesarios con la finalidad de descubrir huellas del agresor e indicios pertenecientes al ilícito. Para todo esto se encuentra la criminalística de laboratorio. Por ende, la contribución que el laboratorio brinda al trabajo realizado por la policía es la de examinar las evidencias.

Generalmente el examen de evidencias tiene como propósito determinar la manera en que se cometió el acto criminal, buscar relación sospechoso-crimen o ayudar a identificar al agresor. Las actividades del laboratorio, naturalmente, no sólo están destinadas a cumplir estos objetivos, sino que además pueden cumplir muchas más tareas con el fin de contribuir a la investigación policiaca.

La función del laboratorista está en la evaluación y análisis de la evidencia física así como el estudio de huellas sometidas a pruebas por el experto.

La evidencia recogida debe llegar al laboratorio sin alteraciones y para ello deben cumplirse todas las técnicas señaladas para su levantamiento y embalaje. Los trabajos científicos en el laboratorio de criminalística se emplean utilizando el método general propio de las ciencias naturales llamado “método inductivo”, el cual presenta tres pasos fundamentales: observación, hipótesis y experimentación. En la actualidad se acude a una serie de metodologías que resultan convenientes para los expertos basadas en trabajos ya realizados, sin que esto signifique la aplicación del método científico tal y como se recomienda en el laboratorio, ya que dicho método consta de una estructura sistemática con la problemática que se va a resolver, de acuerdo con las necesidades científicas existentes.

2.3. Formulación de Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

Las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud presentan características microscópicas diferenciadas.

2.3.2. Hipótesis Específicas

- Las aberturas textiles de prendas por corte en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud presentan fibras con terminación dentada.
- Las aberturas textiles de prendas por tracción en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud presentan fibras con terminación irregular.
- Las aberturas textiles de prendas por combustión en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud presentan fibras fusionadas.

3. METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

El presente estudio se enmarcó dentro de los siguientes tipos de investigación:
Transversal, descriptivo.

3.2. Enfoque de la investigación

Enfoque cualitativo

3.3. Tipo de investigación

Transversal: Recolección de datos en un único momento.

3.4. Diseño de la investigación

Descriptivo

3.5. Población, muestra y muestreo

La población está representada por prendas asociadas a homicidios, los cuales hasta el año 2016 alcanzaron una cifra de 2,435, según la última estadística presentada en el Anuario de la Policía Nacional del Perú(59).

Para la selección de la muestra a estudiarse se consideró una muestra representativa de piezas textiles, calculada mediante la fórmula para el cálculo de una muestra para una población finita:

$$n = \frac{K^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + K^2 * p * q}$$

→ Dónde:

N = Tamaño de la población

K = Constante dependiente del nivel de confianza

e = Error de muestreo deseado

p = Proporción de individuos de la población que posee la característica de estudio

q = Proporción de individuos de la población que no posee la característica de estudio

n = Tamaño de muestra

El cálculo fue realizado bajo un nivel de confianza del 90% y un error muestral del 5%, obteniendo como cifra representativa un total de 270 muestras.

Tabla 1. Distribución de la muestra según naturaleza de las prendas y características de los ensayos

Naturaleza de la prenda	Seco - Aumento de 40X			Húmedo - Aumento de 100X			Subtotal
	Abertura	Abertura	Abertura	Abertura	Abertura	Abertura	
	tipo	tipo	tipo	tipo	tipo	tipo	
	Corte	Rasgado	Quemadura	Corte	Rasgado	Quemadura	
Animal	15	15	15	15	15	15	90
Vegetal	15	15	15	15	15	15	90
Sintético	15	15	15	15	15	15	90
Total	45	45	45	45	45	45	270

3.6. Variables y operacionalización

Cuadro de Operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valor asignado
Aberturas textiles de prendas	Dependiente Cualitativa Nominal	Abertura presente en una prenda simulada que ha sido tratada para representar un indicio encontrado en una escena de muerte violenta o sospechosa de criminalidad.	Tipo de tela	Evaluación macroscópica	Observación directa	<ul style="list-style-type: none"> – Animal – Vegetal – Sintética
			Mecanismo causante	Características microscópicas de las fibras	Observación microscópica	<ul style="list-style-type: none"> – Rotura – Rasgado – Quemadura
Características microscópicas	Independiente Cualitativa Nominal	Particularidades de una fibra, adquiridas producto del daño infringido a la prenda que la contiene.	Características de las fibras a la observación en objetivo seco	Forma del extremo dañado de la fibra	Objetivo de 40x	<ul style="list-style-type: none"> – Terminación dentada – Terminación irregular – Terminación fusionada – Fibras dispersas – Fibras contiguas
			Características de las fibras a la observación en objetivo húmedo	Forma del extremo dañado de la fibra	Objetivo de 100x	<ul style="list-style-type: none"> – Terminación dentada – Terminación irregular – Terminación fusionada – Fibras dispersas – Fibras contiguas

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

Para la fabricación de las muestras a 40x:

A) Corte

1. Colocar la tela sobre una superficie de tecnopor.
2. Apuñalar la tela con un cuchillo de casa (hoja de 13 cm.) de tal manera que produzca un orificio en esta.
3. Cortar la tela en forma rectangular conservando la zona donde se produjo el orificio para obtener la muestra.
4. Sujetar la muestra con una pinza evitando tocar la zona donde se produjo el orificio.
5. Situar la muestra en una lámina correctamente rotulada, ubicando al orificio en dirección del rótulo.
6. Echar unas gotas de Merkoglass
7. Cubrir con una laminilla.
8. Llevar al microscopio.
9. Observar con objetivo de 40x.

B) Rasgado

1. Sujetar la tela con ambas manos.

2. Romper la tela extendiéndola en sentidos opuestos de tal manera que se produzca una abertura en esta.
3. Cortar la tela en forma rectangular conservando la zona donde se produjo la abertura para obtener la muestra.
4. Sujetar la muestra con una pinza evitando tocar la zona donde se produjo la abertura.
5. Situar la muestra en una lámina correctamente rotulada, ubicando la abertura en dirección del rótulo.
6. Echar unas gotas de Merkoglass
7. Cubrir con una laminilla.
8. Llevar al microscopio.
9. Observar con objetivo de 40x.

C) Quemadura

1. Colocar la tela extendida en una superficie plana.
2. Cortar la tela en rectángulos pequeños para obtener varias piezas.
3. Sujetar desde un extremo una pieza con la pinza.
4. Acercar ligeramente la pieza hacia la flama de tal forma que produzca una quemadura en un extremo de la pieza, para obtener la muestra.
5. Situar la muestra en una lámina correctamente rotulada, ubicando la quemadura en dirección del rótulo.

6. Echar unas gotas de Merkoglass
7. Cubrir con una laminilla.
8. Llevar al microscopio.
9. Observar con objetivo de 40x.

Para la fabricación de las muestras a 100x:

A) Corte

1. Colocar la tela sobre una superficie de tecnopor.
2. Apuñalar la tela con un cuchillo de casa (hoja de 13 cm.) de tal manera que produzca un orificio en esta.
3. Cortar la tela en forma rectangular conservando la zona donde se produjo el orificio para obtener la muestra.
4. Sujetar la muestra con una pinza evitando tocar la zona donde se produjo el orificio.
5. Situar la muestra en una lámina correctamente rotulada, ubicando al orificio en dirección del rótulo.
6. Echar unas gotas de Merkoglass
7. Cubrir con una laminilla.
8. Llevar al microscopio.
9. Emplear aceite de inmersión.

10. Observar con objetivo de 100x.

B) Rasgado

1. Sujetar la tela con ambas manos.

2. Romper la tela extendiéndola en sentidos opuestos de tal manera que se produzca una abertura en esta.

3. Cortar la tela en forma rectangular conservando la zona donde se produjo la abertura para obtener la muestra.

4. Sujetar la muestra con una pinza evitando tocar la zona donde se produjo la abertura.

5. Situar la muestra en una lámina correctamente rotulada, ubicando la abertura en dirección del rótulo.

6. Echar unas gotas de Merkoglass

7. Cubrir con una laminilla.

8. Llevar al microscopio.

9. Emplear aceite de inmersión.

10. Observar con objetivo de 100x.

C) Quemadura

1. Colocar la tela extendida en una superficie plana.

2. Cortar la tela en rectángulos pequeños para obtener varias piezas.

3. Sujetar desde un extremo una pieza con la pinza.
4. Acercar ligeramente la pieza hacia la flama de tal forma que produzca una quemadura en un extremo de la pieza, para obtener la muestra.
5. Situar la muestra en una lámina correctamente rotulada, ubicando la quemadura en dirección del rótulo.
6. Echar unas gotas de Merkoglass
7. Cubrir con una laminilla.
8. Llevar al microscopio.
9. Emplear aceite de inmersión.
10. Observar con objetivo de 100x.

Para el análisis de las prendas textiles a 40x:

1. Tomar una lámina rotulada que contenga el indicio textil.
2. Colocar la lámina sobre la platina del microscopio óptico.
3. Ubicar la región a estudiar con el objetivo de 10x.
4. Seleccionar el objetivo de 40x.
5. Observar la particularidad de las fibras en la zona de estudio.
6. Anotar las características observadas.
7. Fotografiar el campo.

Para el análisis de las prendas textiles a 100x:

1. Tomar una lámina rotulada que contenga el indicio textil.
2. Colocar la lámina sobre la platina del microscopio óptico.
3. Ubicar la región a estudiar con el objetivo de 10x.
4. Seleccionar el objetivo de 100x.
5. Colocar 1 gota de aceite de inmersión sobre la laminilla que cubre la muestra.
6. Observar la particularidad de las fibras en la zona de estudio.
7. Anotar las características observadas.
8. Fotografiar el campo.

3.7.2. Descripción de instrumentos

El instrumento de recolección de datos es una Lista de Chequeo que lleva consigo el nombre de la investigación y sus objetivos. Además se anexan los nombres de los investigadores. Permite el registro de las características que pueden ser halladas durante el estudio, así como la posibilidad de anotar hallazgos que no estén incluidos dentro de los ítems.

3.7.3. Validación

El instrumento fue sometido a juicio de expertos, contando con la validación de 3 profesionales debidamente calificados.

3.7.4 Confiabilidad

El instrumento se aplicó a una muestra mayor al 10% de la población.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de los resultados de la investigación se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel 2019.

3.9. Aspectos éticos

Debido a que es un deber ético y deontológico del Tecnólogo Médico, el desarrollo de trabajos de investigación (Titulo X, artículo 50 del Código de Ética del Tecnólogo Médico), dirigidos a crear, perfeccionar o modificar la salud de la población, es que se desarrolló el presente trabajo, cuyos procedimientos fueron desarrollados bajo los principios universales de la “phronesis” y “téchne”, en los que se basa la ética y la ciencia en general, por ellos es que se prepararon las diversas etapas, previas a la obtención de la muestra, cuidando de que en todas ellas se asegure la calidez, lealtad, decoro, cortesía y comprensión (Titulo IV, artículo 21 del Código de Ética del Tecnólogo Médico). El tratamiento de las muestras, no estuvo exento de cuidados y su manejo se basará en el respeto y dignidad (Titulo IV, artículo 20 del Código de Ética del Tecnólogo Médico). Los resultados de la investigación serán claros y preciso, provistos de base científica, y resguardados bajo el secreto profesional, no pudiendo revelar hechos que ha conocido en el desarrollo de la tesis y que no guarden relación directa con los objetivos de la misma, ni aun por mandato

judicial, a excepción que cuente para ello con autorización expresa e inequívoca de su colaborador (Título IV, artículos 22 y 23 del Código de Ética del Tecnólogo Medico). Las interconsultas sobre la investigación se basarán en el respeto mutuo con Tecnólogos Médicos, (Título IV, artículo 26 del Código de Ética del Tecnólogo Medico) y en la cordialidad con otros profesionales (Título IV, artículo 28 del Código de Ética del Tecnólogo Medico). Las experiencias producto de la investigación, serán compartidas en bien de la comunidad (Título XIII, artículo 62 del Código de Ética del Tecnólogo Medico). La investigadora tendrá derecho a la propiedad intelectual de la presente (Título XII, artículo 58 del Código de Ética del Tecnólogo Medico). La bioseguridad será primordial en la presente investigación, aplicándose los conocimientos, técnicas y equipamientos para prevenir a los participantes de la exposición a agentes potencialmente infecciosos o considerados de riesgo biológico. (Título XI, artículo 57 del Código de Ética del Tecnólogo Medico). La enseñanza de técnicas específicas o relacionadas con la presente investigación, por parte de asesores y/o consultores, estará basada en la aptitud, conocimientos, experiencia, vocación, rectitud y fundamentalmente, en la capacidad para deliberar y reflexionar (Título XI, artículo 57 del Código de Ética del Tecnólogo Medico). Finalmente, el investigador, proporcionara, al término del estudio, amplia información a los colaboradores sobre los resultados obtenidos y demás circunstancias sobre las que fuera consultado (Título IV, artículo 25 del Código de Ética del Tecnólogo Medico)(60).

CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1. Análisis descriptivo de resultados

Características de las aberturas por corte

Tabla 2. Características de las aberturas por corte en tela de origen animal

Tipo de distribución	Tipo de terminación	Aumento del objetivo			
		40x		100x	
Disperso	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	13	87%	15	100%
	Irregular	2	13%	0	0%
Contigua	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	0	0%	0	0%
Total		15	100%	15	100%

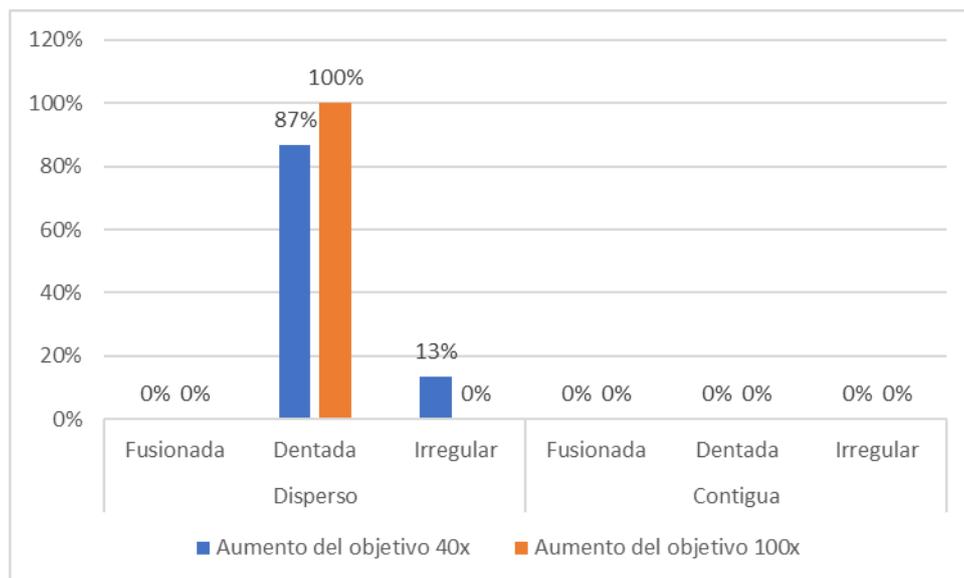


Figura 1. Características de las aberturas por corte en tela de origen animal

Luego de haberse efectuado el **corte con arma blanca** en tela de origen animal, se observa una distribución **dispersa** de la fibra en su totalidad, predominando una terminación **dentada** para ambos aumentos: en un 87% para un aumento de lente objetivo de 40x y en un 100% para un aumento de lente objetivo de 100x.

Tabla 3. Características de las aberturas por corte en tela de origen vegetal

Tipo de distribución	Tipo de terminación	Aumento del objetivo			
		40x		100x	
Disperso	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	1	7%	0	0%
Contigua	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	14	93%	15	100%
	Irregular	0	0%	0	0%
Total		15	100%	15	100%

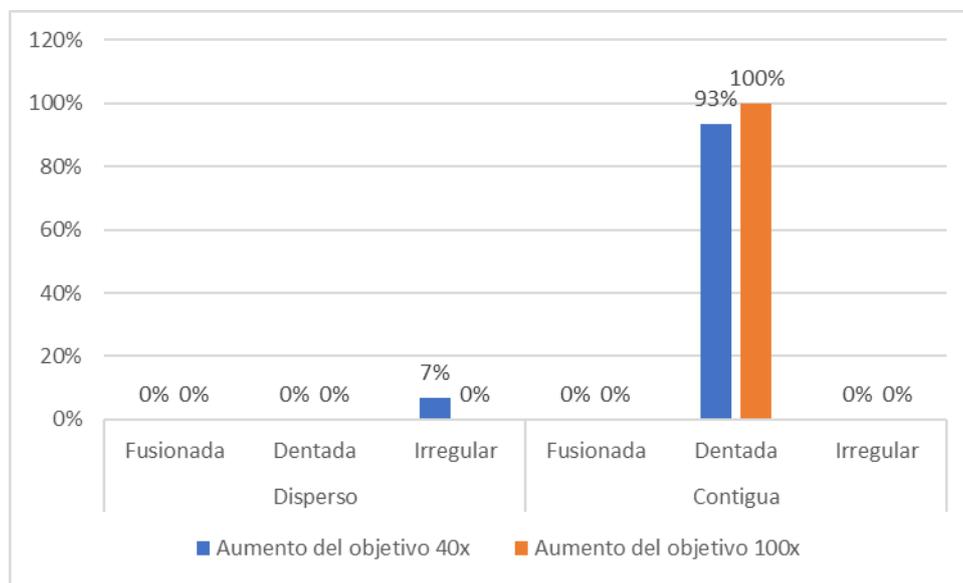


Figura 2. Características de las aberturas por corte en tela de origen vegetal

Luego de haberse efectuado el **corte con arma blanca** en tela de origen vegetal, se observa una distribución **contigua** de la fibra, predominando una terminación **dentada** para ambos aumentos: en un 93% para un aumento de lente objetivo de 40x y en un 100% para un aumento de lente objetivo de 100x.

Tabla 4. Características de las aberturas por corte en tela de origen sintético

Tipo de distribución	Tipo de terminación	Aumento del objetivo			
		40x		100x	
Disperso	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	1	7%	0	0%
Contigua	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	14	93%	15	100%
	Irregular	0	0%	0	0%
Total		15	100%	15	100%

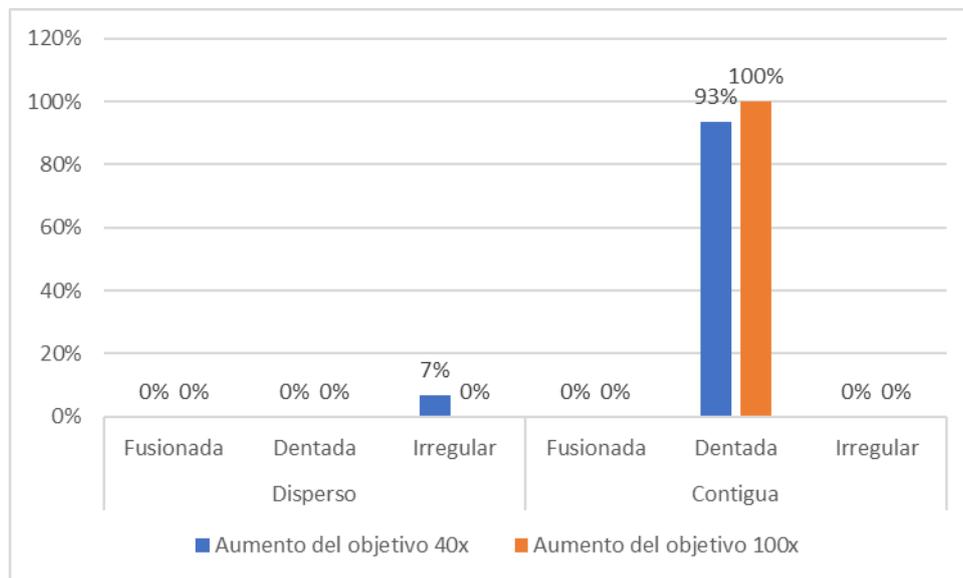


Figura 3. Características de las aberturas por corte en tela de origen sintético

Luego de haberse efectuado el **corte** con **arma blanca** en tela de origen sintético, se observa una distribución **contigua** de la fibra, predominando una terminación **dentada** para ambos aumentos: en un 93% para un aumento de lente objetivo de 40x y en un 100% para un aumento de lente objetivo de 100x.

Características de las aberturas por rasgado

Tabla 5. Características de las aberturas por rasgado en tela de origen animal

Tipo de distribución	Tipo de terminación	Aumento del objetivo			
		40x		100x	
Disperso	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	3	20%	0	0%
	Irregular	12	80%	15	100%
Contigua	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	0	0%	0	0%
Total		15	100%	15	100%

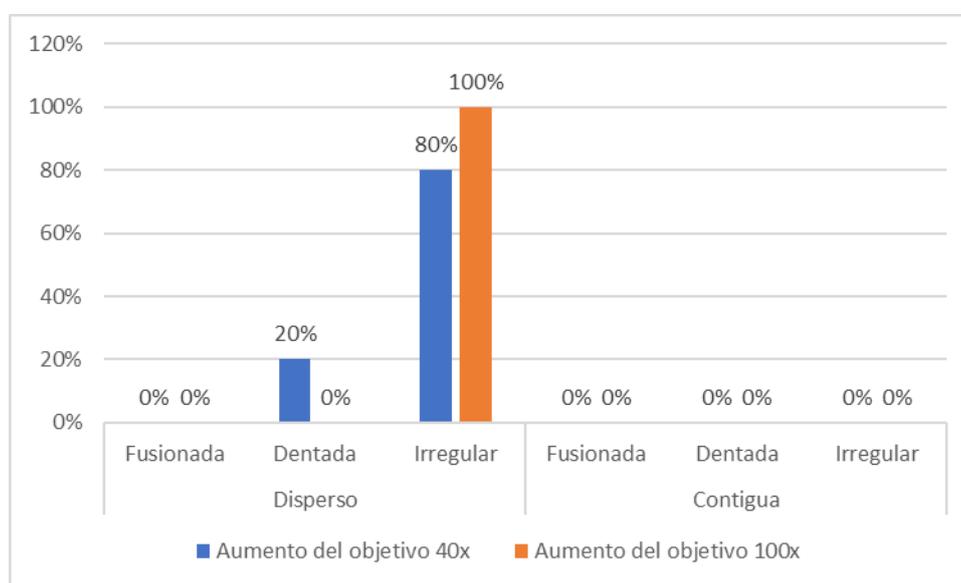


Figura 4. Características de las aberturas por rasgado en tela de origen animal

Luego de haberse efectuado el **rasgado** en tela de origen animal, se observa una distribución **dispersa** de la fibra, predominando una terminación **irregular** para ambos aumentos: en un 80% para un aumento de lente objetivo de 40x y en un 100% para un aumento de lente objetivo de 100x.

Tabla 6. Características de las aberturas por rasgado en tela de origen vegetal

Tipo de distribución	Tipo de terminación	Aumento del objetivo			
		40x		100x	
Disperso	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	3	13%	0	0%
	Irregular	12	87%	15	100%
Contigua	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	0	0%	0	0%
Total		15	100%	15	100%

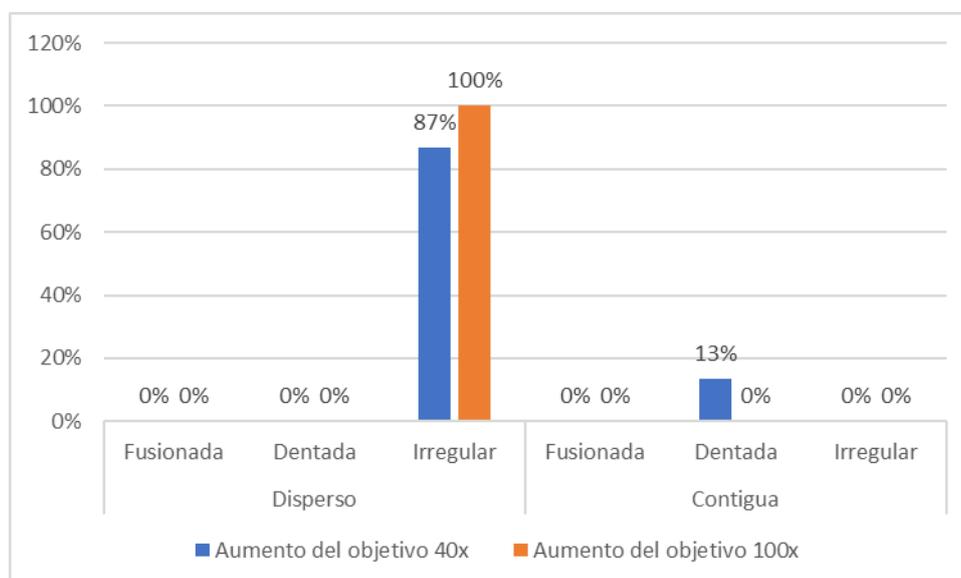


Figura 5. Características de las aberturas por rasgado en tela de origen vegetal

Luego de haberse efectuado el **rasgado** en tela de origen vegetal, se observa una distribución **dispersa** de la fibra, predominando una terminación **irregular** para ambos aumentos: en un 87% para un aumento de lente objetivo de 40x y en un 100% para un aumento de lente objetivo de 100x.

Tabla 7. Características de las aberturas por rasgado en tela de origen sintético

Tipo de distribución	Tipo de terminación	Aumento del objetivo			
		40x		100x	
Disperso	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	14	93%	15	100%
Contigua	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	1	7%	0	0%
	Irregular	0	0%	0	0%
Total		15	100%	15	100%

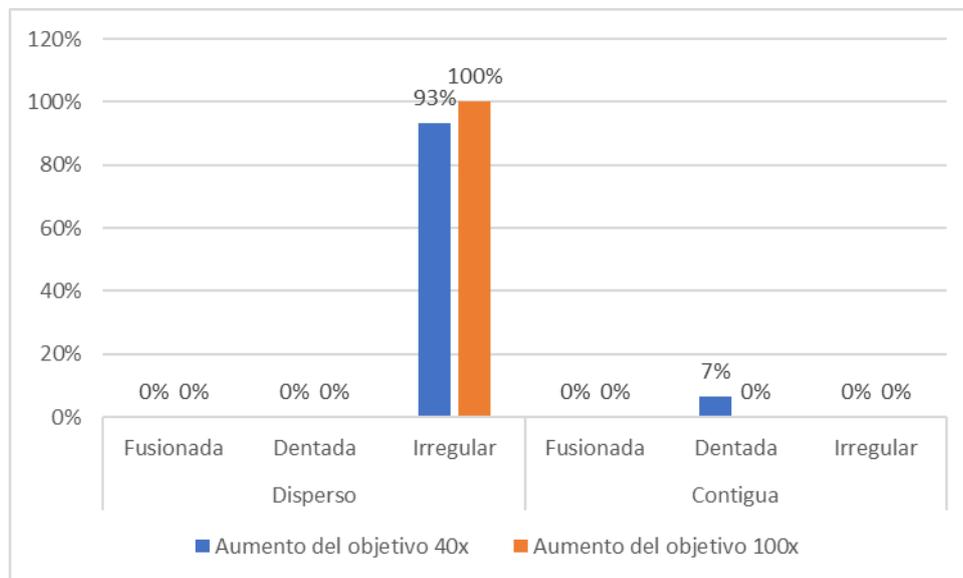


Figura 6. Características de las aberturas por rasgado en tela de origen sintético

Luego de haberse efectuado el **rasgado** en tela de origen sintético, se observa una distribución **dispersa** de la fibra, predominando una terminación **irregular** para ambos aumentos: en un 93% para un aumento de lente objetivo de 40x y en un 100% para un aumento de lente objetivo de 100x.

Características de las aberturas por quemadura

Tabla 8. Características de las aberturas por quemadura en tela de origen animal

Tipo de distribución	Tipo de terminación	Aumento del objetivo			
		40x		100x	
Disperso	Fusionada	0	100%	15	100%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	0	0%	0	0%
Contigua	Fusionada	15	0%	0	0%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	0	0%	0	0%
Total		15	100%	15	100%

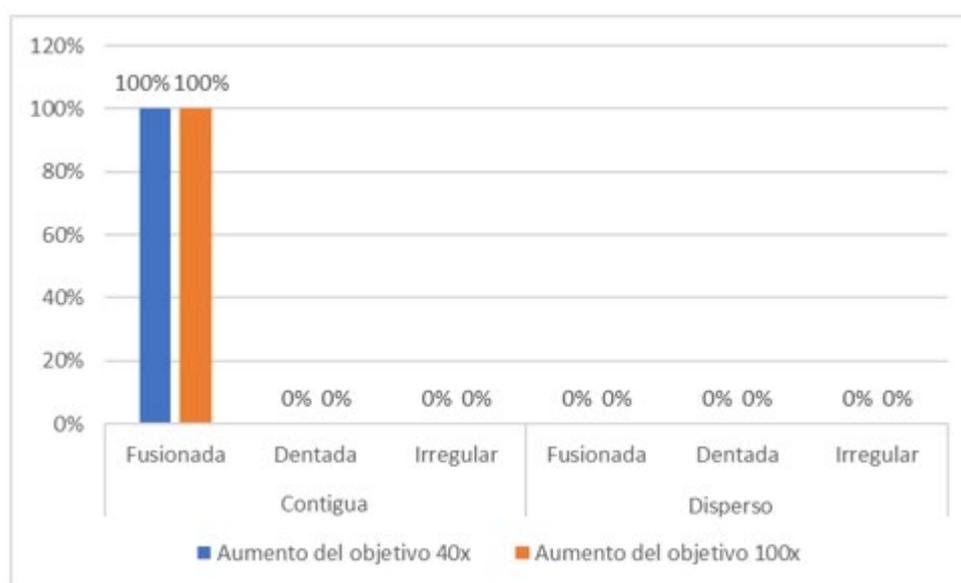


Figura 7. Características de las aberturas por quemadura en tela de origen animal

Luego de haberse efectuado la **quemadura** en tela de origen animal, se observa una distribución **dispersa** de la fibra, predominando una terminación **fusionada** para ambos aumentos: en un 100% para un aumento de lente objetivo de 40x y en un 100% para un aumento de lente objetivo de 100x.

Tabla 9. Características de las aberturas por quemadura en tela de origen vegetal

Tipo de distribución	Tipo de terminación	Aumento del objetivo			
		40x		100x	
Disperso	Fusionada	15	100%	15	100%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	0	0%	0	0%
Contigua	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	0	0%	0	0%
Total		15	100%	15	100%

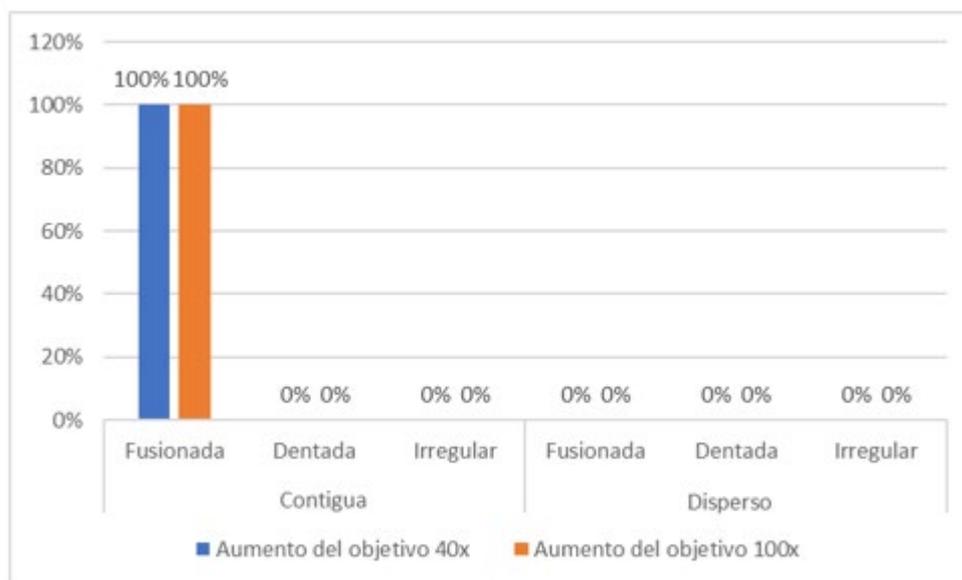


Figura 8. Características de las aberturas por quemadura en tela de origen vegetal

Luego de haberse efectuado la **quemadura** en tela de origen vegetal, se observa una distribución **dispersa** de la fibra, predominando una terminación **fusionada** para ambos aumentos: en un 100% para un aumento de lente objetivo de 40x y en un 100% para un aumento de lente objetivo de 100x.

Tabla 10. Características de las aberturas por quemadura en tela de origen sintético

Tipo de distribución	Tipo de terminación	Aumento del objetivo			
		40x		100x	
Disperso	Fusionada	15	100%	15	100%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	0	0%	0	0%
Contigua	Fusionada	0	0%	0	0%
	Dentada	0	0%	0	0%
	Irregular	0	0%	0	0%
Total		15	100%	15	100%

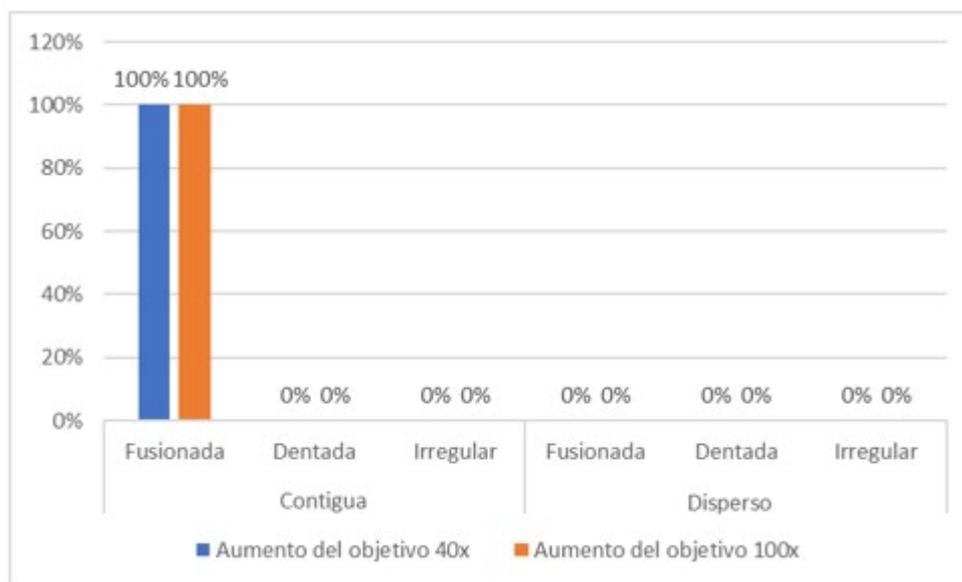


Figura 9. Características de las aberturas por quemadura en tela de origen sintético

Luego de haberse efectuado la **quemadura** en tela de origen sintético, se observa una distribución **dispersa** de la fibra, predominando una terminación **fusionada** para ambos aumentos: en un 100% para un aumento de lente objetivo de 40x y en un 100% para un aumento de lente objetivo de 100x.

4.1.2. Discusión de resultados

Según el objetivo del presente estudio se pudo caracterizar las aberturas en representaciones de prendas de occisos por microscopía óptica, de acuerdo tres tipos: por corte, por rasgado y por quemadura.

- Siendo el primer objetivo específico del presente estudio el de **Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por corte en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud**, este se especifica que es generado por arma blanca y en tres tipos de tela: de origen animal, vegetal y sintético.

Luego de haberse efectuado el **corte con arma blanca en tela de origen animal**, con los aumentos de lente objetivo 40x y 100x, se observa una **distribución dispersa** de la fibra, predominando una **terminación dentada**.

Al haberse efectuado tanto el **corte con arma blanca en tela de origen vegetal**, como **en tela de origen sintético**, con los aumentos de lente objetivo 40x y 100x, se observa el predominio de una **distribución contigua** de la fibra con una **terminación dentada**. De este modo, ambos resultados observados luego de cortes con arma blanca, tanto en **tela de origen vegetal como en tela de origen sintético**, difieren en los resultados en **tela de origen animal**, donde se observa una **“distribución dispersa”** de la fibra con terminación dentada.

En este sentido Schotman et al. (5) en el año 2017 en Holanda presenta un conjunto de varios textiles dañados que fueron examinados por diferentes examinadores experimentados para juzgar la confiabilidad de sus evaluaciones cuyos resultados indicaron que la especificidad de la evaluación es muy

importante. Un veredicto sobre la causa de un daño textil puede ser perfectamente cierto, pero tan impreciso que no sea informativo. Una respuesta más específica puede ser más útil para la policía o los tribunales, pero puede ser propensa a errores o incertidumbre. Asimismo, en su estudio se detalla un esquema de clasificación que puede ayudar a los examinadores a considerar diferentes niveles de especificidad. Presenta una revisión de estudios sobre daños textiles, brindando información sobre las observaciones que se pueden esperar luego de diferentes acciones que pueden causar daño a un textil. Esto último resulta ser compatible con la presente investigación ya que en todos los casos se pudieron obtener características específicas utilizando sólo la observación mediante microscopio óptico. Es importante mencionar que dicho estudio no puede reemplazar la formación y la experiencia adecuadas, sino que guía y facilita las investigaciones.

Las fibras sintéticas son independientemente observadas por un método más eficiente que el PLM (o microscopía de luz polarizada). Este método propuesto por Reffner et al.(14)se basa en la integración de la medición del ángulo de igualdad que mejora el método PLM para el análisis de la composición de la evidencia de fibra sintética. Es más eficiente montar una fibra en un medio de montaje con un índice de refracción intermedio y rotar, ya sea la fibra o el polarizador, para medir el ángulo de igualdad. Esto elimina la necesidad de volver a montar muestras de fibra en numerosos medios de montaje diferentes para determinar los principales valores del índice de refracción de una fibra. El equipo y los consumibles necesarios para realizar estas mediciones son relativamente económicos y de fácil acceso en la mayoría de los laboratorios forenses. Los requisitos de formación también son mínimos. Este método

proporciona un medio rápido para comparar la evidencia de fibras conocidas con las cuestionadas para excluir fibras diferentes. En muchos casos, este método es capaz de proporcionar información de composición única, pero tiene limitaciones. No todas las fibras son identificables de forma única por sus propiedades ópticas y, en esos casos, se necesitan análisis adicionales.

Por su parte Sloan et al. (10) de su estudio concluye que El daño textil es un examen basado en el juicio, donde el juicio profesional del médico forense es crucial. Se reconoce que existen brechas en la disciplina, que continúan siendo abordadas mediante revisiones sistemáticas. Ver que estos exámenes sean excluidos de la práctica forense actual sobre la base de estas cuestiones sería un detrimento para las investigaciones penales y las indagatorias judiciales, ya que la disciplina tiene una capacidad sólida y probada para responder las preguntas del "cómo" además de las "qué". Esto se corresponde con los importantes datos recopilados en el presente estudio en el que se demostró que existen características propias de un tipo de daño que pueden ayudar a determinar al agente causante de la lesión. Los exámenes de daños a los textiles también tienen el potencial único de poder confirmar o refutar de manera inequívoca las declaraciones de los testigos, lo que ha sido probado a través de numerosas investigaciones en el pasado.

Los autores y el Grupo de Trabajo de Daños Textiles (compuesto por examinadores de laboratorios de Australia y Nueva Zelanda) reconocen la necesidad de estudios empíricos en profundidad para evaluar la validez fundamental, estimar la confiabilidad y demostrar la reproducibilidad del análisis de daños. La investigación actual que están llevando a cabo los autores, así como las iniciativas del TDWG, reconocen estos problemas y ya se ha logrado

un progreso positivo para abordarlos. En Australia y Nueva Zelanda se ha trabajado para formalizar una estructura y un programa de formación nacionales y crear un marco de presentación de informes estandarizado. Los factores críticos que conducen al juicio o conclusión final ahora se registran sistemáticamente y la terminología y las referencias utilizadas se han estandarizado(10).

Son muchos los factores que contribuyen a la formación de daño textil, incluyendo en el caso de un apuñalamiento, el tipo de tejido y la tensión que se le aplica, el sustrato utilizado, el perfil de la hoja del cuchillo, sin mencionar parámetros como la velocidad y el ángulo impacto. Es fundamental que el examinador comprenda esta compleja interacción, así como un conocimiento completo pero específico de la ciencia textil. El compromiso de los gerentes de laboratorio para brindar o apoyar oportunidades de capacitación y desarrollo profesional continuo en estas áreas es fundamental para garantizar que exista un conocimiento profundo de los principios científicos que sustentan la clase de evidencia(10).

Sneath et al (11) incluyen en su investigación que existe una variedad de publicaciones que afirman que un arma específica puede identificarse examinando las características de daño presentes en la ropa que usa la víctima en el momento de un incidente. Estas aseveraciones se corroboran con los resultados obtenidos en la investigación presente ya que se obtuvieron características en prendas altamente sugestivas de ser propias del tipo de daño. La elasticidad de la tela y la tensión aplicada a la tela se han identificado como factores principales que influyen en el daño de la tela resultante de un ataque punzante. El examinador de fibras puede inferir características típicas de los

tejidos dañados, así como otra información. Por ejemplo, habrá marcas idiosincrásicas a lo largo del borde de separación donde se ha utilizado un borde dentado de una hoja, mientras que un cuchillo afilado producirá hilos cortados con cuidado. Una punta roma generalmente creará una distorsión adicional en el punto de penetración debido a que la tela se jala hacia la herida antes de que la cuchilla corte o rasgue los hilos. Es probable que una hoja afilada produzca bordes lisos y estiramiento de los hilos, mientras que una punta más roma producirá un desgarro más irregular de los bordes. Se espera que cuando ciertos implementos produzcan un pinchazo más irregular, esto podría aumentar la probabilidad de transferencia de fibra. Esto se debe a que es más probable que las fibras se distorsionen y se separen de la superficie de la tela. El valor de dicha información, cuando se encuentra la ropa de una víctima pero la persona no está disponible actualmente, es que puede proporcionar una fuerte indicación del trauma que ha sufrido a través del examen de los daños en la (s) prenda (s). Además, al examinar los daños en la prenda de vestir de una víctima, el examinador forense puede potencialmente proporcionar información adicional, como el tipo de arma utilizada(11).

- Siendo el segundo objetivo específico del presente estudio el de **Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por tracción en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud**, y este se especifica en que es generado al romperse la tela por estiramiento manual y en tres tipos de tela: de origen animal, vegetal y sintético.

Al haberse efectuado tanto el **rasgado en tela de origen animal o vegetal o sintético**, con el aumento de lente objetivo de 40x, se observa el predominio de

un 80%, 87% y 93% respectivamente de una distribución **dispersa de la fibra con una terminación irregular**, y con el aumento de lente objetivo de 100x se observa el 100% de dicha distribución de la fibra.

Dann et. al (61) en el 2017 señala que en la literatura forense se han publicado estudios limitados que investigan el desgarro / desgarro de telas. Suelen adoptarse dos enfoques; o se realizan experimentos de simulación en un intento de recrear el daño encontrado en la evidencia textil, o se realizan estudios de laboratorio en ambientes controlados en un intento de comprender cómo se comportan las telas (o las prendas).

Taupin (62) en el año 2000, discutió un examen de evidencia textil real de múltiples casos de denuncias falsas de agresión sexual. En dos casos distintos, las mujeres afirmaron haber sido agredidas y que les habían arrancado prendas de vestir. Se analizaron las pruebas textiles presentadas para ambos casos y las características de la separación no coincidían con el desgarro. Se realizaron experimentos de simulación (aunque no se describieron) para determinar cómo se creó el daño. Las separaciones se describieron como ordenadas, sin distorsión visible y contenían "lenguas" de material o "paros", lo que indica que se habían utilizado tijeras para crear el daño en lugar de desgarro. En este caso, la evidencia no confirmó la rotura, pero destaca la importancia de comprender el daño por despido creado por la rotura para poder interpretar la evidencia de prendas de vestir y textiles.

Mitchell et al (63) en el año 2012, investigaron la degradación de las telas debido al lavado y al entierro, aunque principalmente investigaban los efectos del tipo de suelo sobre la degradación, sí investigaron los efectos sobre la fuerza de

desgarro después del entierro como factor. Determinaron que la fuerza de desgarro de dos tejidos, poliéster algodón (65/35%) y algodón (100%), disminuyó como resultado del entierro durante 15 o 30 días. La comprensión de esta degradación podría ser vital para reconocer las discrepancias en la evidencia forense, ya que cualquier daño a la tela podría ocurrir más fácilmente durante la extracción de las telas del sitio de entierro que antes del entierro.

Se ha informado de las propiedades de rasgado de las telas de la ropa interior con diferentes niveles de lavado, como el de Dann et al.(64) en el año 2012. Se investigaron en condiciones de laboratorio tres tejidos de punto de jersey sencillo que se utilizan comúnmente en la construcción de bragas en Nueva Zelanda. Las propiedades de desgarro se vieron afectadas por el contenido de fibra, el nivel de lavado y la dirección del desgarro. El tipo de fibra fue el factor más influyente, y los tejidos ricos en algodón y algodón tenían la mayor fuerza de desgarro, lo que implicaba que eran los más difíciles de romper en comparación con un tejido rico en modal. La adición de elastano a una tela permitió que la tela se extendiera más antes de que se iniciara un desgarro, lo que resultó en una mayor energía para desgarrarse que una tela del mismo tipo de fibra (sin un contenido de elastano). Las telas nuevas tenían mayores fuerzas de desgarro y se debilitaban con el lavado. También se señaló que la dirección del desgarro en relación con las gales y los cursos reaccionaba de manera diferente. En las pruebas realizadas, todos los desgarros en la dirección del curso rasgaron toda la longitud, mientras que algunos desgarros en la dirección de las balizas rasgaron la muestra, en lugar de directamente hacia abajo de la muestra (esto se vio afectado por el nivel de lavado). Esta observación puede ser importante para los médicos forenses, quienes deben considerar el

contenido de fibra y la edad de la prenda (es decir, cuántas veces se ha usado / lavado) en sus evaluaciones de las características de desgarró.

El estudio anterior se centró en los tejidos, sin embargo, las prendas se comportan de manera diferente debido a la inclusión de costuras y características como elásticos o encajes. Por tanto, puede que no sea apropiado aplicar estudios con tejidos a las prendas. Carr et al (65) en el año 2016 investigaron una técnica potencial para proporcionar un método controlado basado en laboratorio para rasgar bragas. El documento investigó los efectos del lavado y la velocidad de prueba sobre la fuerza requerida para rasgar las bragas. Curiosamente, encontraron que el lavado tenía menos efecto sobre la fuerza requerida para rasgar las bragas en comparación con la importancia de la velocidad de prueba. Las velocidades de prueba más altas requirieron mayores fuerzas para rasgar las bragas, lo que podría indicar que las bragas severamente dañadas se han quitado con más fuerza. Si bien este trabajo solo investigó un tipo de tela y un estilo de bragas (tanga), proporciona información valiosa sobre un método potencial para simular rasgaduras.

En el estudio de Sloan et al (10) se incluye que en ciertos casos, la evidencia de daños textiles ha sido fundamental, particularmente en el caso de acusaciones falsas. Explican dos estudios de caso en los que el examen de daños textiles fue la única prueba disponible para determinar que las acusaciones habían sido falsificadas, ya que no había otras pruebas sólidas en el caso. En ambos casos, el daño tuvo la apariencia general de ser consistente con la versión de los hechos proporcionada por la víctima, sin embargo, un examen cuidadoso del daño reveló detalles cruciales adicionales. Se recibió una bata de noche en un caso en el que supuestamente una anciana fue agredida y

le arrancaron la bata. El examen microscópico reveló que la línea de separación, de hecho, comenzó con un corte en la costura del escote y el desgarró se propagó desde ese punto. Las pruebas de simulación confirmaron además que era prácticamente imposible iniciar el desgarró de la costura.

Dentro de las características del rasgado en tela, en el marco de un análisis forense, Sneath et al (11) explica cómo interviene la energía de tracción y la cristalinidad de la tela. De este modo, establece que la absorción de energía de tracción mide las características de un material para absorber una tensión alta repentina; como en un incidente de desgarró. Cuando la tela se somete a energía de tracción, la tela puede o no romperse dependiendo de la fuerza del impacto [41]. Las propiedades de absorción de energía de tracción pueden tener un efecto sobre la capacidad de corte de las fibras debido a la dificultad a la que se ha rasgado el tejido.

La cristalinidad en este contexto se refiere al grado de orden estructural en un material sólido. Al considerar la cristalinidad de los tejidos en este estudio, la cristalinidad se especifica como la proporción del material que tiene una estructura cristalina o amorfa [42]. El grado de cristalinidad de un tejido influye en la dureza del material. Como tal, es posible que la cristalinidad de cualquier material específico tenga un efecto en la resistencia de una tela a un arma, lo que podría tener un impacto en la probabilidad de que las fibras se desprendan

- Siendo el tercer objetivo específico del presente estudio el de **Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por combustión en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud**, este se

específica en que es generada por flama de fuego desde un extremo de la tela y efectuada en tres tipos de tela: de origen animal, vegetal y sintético.

Al haberse efectuado tanto la **quemadura en tela de origen animal, vegetal o sintético**, con ambos aumentos de los lentes objetivos de 40x y 100x se observa el predominio de una **distribución dispersa** de la fibra con una **terminación fusionada**.

Hay una gran cantidad de libros, capítulos de libros y artículos de investigación que describen rutas y causas de degradación de la fibra. En "Procesamiento y propiedades textiles" de Vigo (66) desde el año 1994, trata acerca de la ignición y combustión en diferentes tipos de telas, donde distingue que las características de inflamabilidad de la fibra disponible comercialmente varían ampliamente. Los celulósicos (algodón y rayón) se queman fácilmente con el resplandor y la formación de carbón, mientras que la lana soporta las combustiones solo con dificultad. Las fibras sintéticas (excluidas las fibras inherentemente retardantes de llama) "pueden quemarse lentamente sin quemarse totalmente (nailon 6 y nailon 66), quemarse y fundirse fácilmente (poliéster y acrílicos) o no soportar la combustión en absoluto (cloruros de polivinil y polivinilideno)" (p. 231). En "Identificación de fibras textiles", Houck(67) en el año 2009 explica el uso de la técnica de microscopía en pruebas de quemado en telas, aplicado en la conservación de la muestra, estableciendo que tradicionalmente, la microscopía, junto con las pruebas químicas y físicas (como las de tinción específica para ciertos tipos de fibras o las pruebas de quemado y solubilidad), se han utilizado en la conservación de textiles, ya que requieren poco equipo o capacitación y generalmente son económicas, aunque tienen muchas limitaciones . El valor de la microscopía, tal y como la utilizada

en el presente estudio, significa que es poco probable que sea reemplazada, pero las otras técnicas ahora están siendo reemplazadas por métodos analíticos como la espectroscopía, la cromatografía y el análisis de rayos X, que brindan información más detallada con menos intervención. Un factor importante que influirá en la elección y el alcance de las técnicas de investigación es la disponibilidad de recursos. Aunque los instrumentos analíticos modernos están disponibles para los museos e instituciones más grandes, muchos conservadores no tendrán acceso a equipos más sofisticados que un simple microscopio, lo que necesariamente limitará el rango y el detalle de la información que se puede determinar. “Los análisis están aún más limitados por consideraciones de costo, tiempo y capacitación” (p. 344). Estos dos textos se reconocen como los más completos sobre sus áreas temáticas(68).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Luego de haberse efectuado el corte con arma blanca en tela de origen animal, con los aumentos de lente objetivo 40x y 100x, se observa una distribución dispersa de la fibra, predominando una terminación dentada. Al haberse efectuado tanto el corte con arma blanca en tela de origen vegetal, como en tela de origen sintético, con los aumentos de lente objetivo 40x y

100x, se observa el predominio de una distribución contigua de la fibra con una terminación dentada. De este modo, ambos resultados observados luego de cortes con arma blanca, tanto en tela de origen vegetal como en tela de origen sintético, difieren en los resultados en tela de origen animal, donde se observa una “distribución dispersa” de la fibra con terminación dentada.

- Al haberse efectuado tanto el rasgado en tela de origen animal o vegetal o sintético, con el aumento de lente objetivo de 40x, se observa el predominio de un 80%, 87% y 93% respectivamente de una distribución dispersa de la fibra con una terminación irregular, y con el aumento de lente objetivo de 100x se observa el 100% de dicha distribución de la fibra.
- Al haberse efectuado tanto la quemadura en tela de origen animal, o vegetal o sintético, con ambos aumentos de los lentes objetivos de 40x y 100x se observa el predominio de una distribución dispersa de la fibra con una terminación fusionada.

5.2. Recomendaciones

1. Respecto a la caracterización las aberturas por corte en representaciones de prendas de occisos por microscopía óptica, se recomienda que el análisis de daños textiles al considerarse una experiencia en la que el examinador necesita una amplia experiencia, esta se puede adquirir mediante la formación, el trabajo de casos, los experimentos de simulación, la realización de pruebas de laboratorio y estudios de la literatura. Esto debido a que el análisis de los daños se basa actualmente en el examen por parte de un analista, en la mayoría de los casos con la ayuda de microscopios ópticos o

microscopía electrónica de barrido (SEM), recientemente, se ha propuesto el análisis por microscopía de fuerza atómica (AFM), aunque estos análisis son sofisticados, un examinador proporciona su interpretación de manera subjetiva.

De acuerdo a Kemp (61), los experimentos de reconstrucción / simulación se llevan a cabo en ausencia de literatura apropiada, para proporcionar evidencia de apoyo o para corroborar teorías. Los resultados de los experimentos de reconstrucción a menudo permanecen inéditos y, por lo tanto, el conocimiento adquirido con dicho trabajo no se distribuye entre la comunidad científica. Los estudios de caso de interés deben enviarse para su publicación a fin de que se pueda aprovechar este conocimiento.

Se deben reproducir tantas variables como sea posible durante los experimentos de reconstrucción. Hay dos métodos para la reconstrucción de asaltos de fuerza cortante: (1) ensayos en humanos o (2) ensayos mecánicos (como la plataforma de impacto, la prueba de caída, el brazo oscilante y el cañón de aire), y cada método tiene ciertas ventajas y desventajas. Las ventajas de las pruebas mecánicas incluyen la capacidad de producir una ruptura típica de la hoja en cuestión en condiciones controladas y reproducibles, sin embargo, las pruebas mecánicas no pueden replicar la acción compleja de un asalto, como lo muestra Chadwick et al. (61) en 1999. Las pruebas en humanos representan mejores situaciones reales de agresión, pero son mucho más variables.

Para los experimentos de reconstrucción, se debe utilizar un producto textil que sea consistente en sus propiedades o, si es posible, una parte no

dañada del textil en cuestión, tal como lo menciona Taupin et al. (62) en 1999). La dirección en la que se monta el tejido, la tensión aplicada y el ángulo de la muestra también deben considerarse antes de los experimentos de reconstrucción.

Para reconocer las capacidades y limitaciones asociadas con el análisis de la morfología de la ruptura, un examinador de textiles primero debe comprender las variables que gobiernan dicho daño textil. Los efectos de las variables previas al impacto (tipo de arma, propiedades textiles y características del agresor), las variables de impacto (el tipo y la física del ataque) y las variables posteriores al impacto (el efecto del tiempo, la manipulación y la contaminación) sobre el daño textil resultante se discutieron dentro de Este capítulo. Históricamente, la influencia de las propiedades textiles en la morfología de la separación se ha pasado por alto en el trabajo de casos y en la literatura científica. Si bien las publicaciones recientes han comenzado a abordar sistemáticamente los efectos de las propiedades textiles sobre el daño resultante, hay margen para continuar el trabajo en este campo dada la gran cantidad de variables textiles. En ausencia de literatura apropiada, se requieren experimentos de reconstrucción para responder preguntas específicas. Se deben tomar todas las medidas prácticas para reproducir las variables relevantes para el asalto. Siempre que sea posible, los resultados de tales experimentos deben publicarse para permitir que la comunidad de la ciencia textil y forense adquiera conocimientos y se base en este trabajo.

En casos de asalto con fuerza aguda, el daño resultante debe verse con diferentes niveles de aumento. Las características observadas en cada nivel

(es decir, la forma, las dimensiones, el ángulo y la ubicación de la separación, el alcance y la ubicación de la distorsión, la presencia de una matriz plana y la morfología de los extremos de las fibras) se pueden utilizar para comprender la dinámica del asalto, el arma utilizada y las condiciones a las que estuvo expuesto el tejido después de un impacto. Si bien en este punto se ha centrado principalmente en los daños producidos por los cuchillos en las prendas textiles, los protocolos científicos de examen y reconstrucción pueden aplicarse a otras armas y productos textiles.

2. Respecto a la caracterización de las aberturas por rasgado en representaciones de prendas de occisos por microscopía óptica, se recomienda que los laboratorios forenses que realizan exámenes de daños deban considerar la implementación de cambios de procedimiento para garantizar que el marco de examen sea sólido y confiable. Los médicos forenses deben conocer los tipos de sesgos cognitivos y el impacto que pueden tener en su trabajo. Los laboratorios y su personal deberían, en la medida de lo posible, minimizar el impacto de ciertos sesgos cognitivos, como el desenmascaramiento secuencial, mediante el cual la información relevante para la tarea solo está disponible cuando se requiere en etapas particulares a lo largo del curso de un examen(10).
3. Respecto a la caracterización de las aberturas por quemadura en representaciones de prendas de occisos por microscopía óptica, y al haber escasa investigación al respecto se recomienda el estudio en base de investigaciones que contengan descripciones concisas de la degradación y el deterioro naturales y provocados por el hombre, p. Ej. sobre fotodegradación(69), biodegradación(70), textiles históricos (71), una

variedad de mecanismos de degradación(72,73). Ninguno de estos, excepto Tíma'r-Bala'zsy y Eastop(72), detalla la degradación de las fibras regeneradas; sin embargo, se pueden encontrar ejemplos de estudios detallados de los mecanismos de degradación de estas fibras sobre la biodegradación (74,75)y biológica, química y fotodegradación(76). Los numerosos tipos de condiciones a las que están sometidos los textiles a lo largo de su vida útil provocan daños, que pueden ir desde el aplanamiento de sus fibras hasta su rotura completa. La forma en que esto ocurre no solo depende del tipo de tejido, sino también de su tratamiento desde la producción hasta el final del uso final.

REFERENCIAS

1. RAE. Diccionario de la Lengua Española. Edición del Tricentenario. Actualización 2019. [Online].; 2020 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://dle.rae.es/indicio>.
2. Policía Nacional del Perú. XI Dirección Territorial Policial Arequipa. Manual Interinstitucional del Ministerio Público y Policía Nacional del Perú para la investigación de muerte violenta y sospechosa de criminalidad. [Online].; 2011 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://es.scribd.com/document/384073609/1-MANUAL-MP-PNP-MUERTE-VIOLENTA-O-SOSPECHOSA-DE-CRIMINALIDAD-pdf>.
3. Diario El Comercio. INEI reporta que tasa de homicidios se incrementó del 2015 al 2016. Diario El Comercio. 2017.
4. INEI. Tasa de homicidios en el Perú es de 6,74 víctimas por cada 100 mil habitantes. [Online].; 2015 [cited 2020 agosto 13. Available from: <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/tasa-de-homicidios-en-el-peru-es-de-674-victimas-por-cada-100-mil-habitantes-8665/>.
5. Schotman T, Samlal R, van der Weerd J. Hacia una clasificación sistemática de daños textiles. *Forensic Science Review*. 2017; 30(1): p. 51-75.
6. MacPhee N, Savage A, Noton N, Beattie E, Milne L, Fraser J. A comparison of penetration and damage caused by different types of arrowheads on loose and tight fit clothing. *Science & Justice*. 2017; 58(2): p. 109-120.
7. Carr D, Featherstone M, Malbon C, Miller D, Teagle M. Preliminary development of a bleeding layer to assess the effect of a ballistic impact on textile damage. *Forensic Science International*. 2018; 288(1): p. 169-172.
8. Williams G. Forensic textile damage analysis: recent advances. *Research and Reports in Forensic Medical Science*. 2018;: p. 1-8.
9. Sloan K, Fergusson M, Robertson J. Textile damage examinations on the cutting edge – an Australian perspective. *Australian Journal of Forensic Sciences*. 2018; 50(1): p. 1-8.
- 10 Sloan K, Fergusson M, Robertson J. Australian forensic textile damage examinations – Finding a way forward since PCAST. *Science & Justice*. 2019; 59(2): p. 145-152.

- 11 Sneath D, Tidy H, Wood B. The transfer of fibres via weapons from garments.
. Forensic Science International. 2019; 301(1): p. 278 – 283.
- 12 Cammarota V, Schnegg M, Massonnet G. A study of background population of
. fibres on knife blades. Forensic Science International. 2019; 296(1): p. 132-143.
- 13 De Luca S, Pérez M. Assessment of bullet holes through the analysis of
. mushroom-shaped morphology in synthetic fibres: analysis of six cases.
International Journal of Legal Medicine. 2020;; p. 1-8.
- 14 Reffner J, Kammrath B, Kaplan S. A More Efficient Method for Synthetic Textile
. Fiber Analysis Using Polarized Light Microscopy. Journal of Forensic Sciences.
2020; 65(3): p. 744-750.
- 15 Roberts K, Fischer G, Davis A. Identification of polygonal barrel rifling
. characteristics in bullet wipe residue deposited on textiles. International Journal
of Legal Medicine. 2020; 134(2): p. 533-542.
- 16 Welsch U, T. D. Sobotta. Histología. 3rd ed. México D.F.: Editorial Médica
. Panamericana; 2014.
- 17 Orbegoso D. El microscopio. [Online].; 2018 [cited 2020 agosto 13. Available
. from: <https://es.scribd.com/document/380118210/EL-Microscopio>.
- 18 Cromer A. Física para las Ciencias de la Vida. 2nd ed. México D.F.: Reverté
. S.A. de C.V.; 1996.
- 19 Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. Manual de Prácticas de microbiología
. Industrial. [Online].; 2014 [cited 2020 agosto 13. Available from:
<https://www.scribd.com/doc/218480279/Manual-de-Practicas-Microbiologia-Industrial-IQ>.
- 20 Ramírez J. Microscopio - Guía para reconocer las partes del microscopio y sus
. funciones, Guías, Proyectos, Investigaciones de Biología. [Online].; 2019 [cited
2020 agosto 13. Available from: <https://www.docsity.com/es/microscopio-guia-para-reconocer-las-partes-del-microscopio-y-sus-funciones/4958544/>.
- 21 Mendo M. Instrumentación de Laboratorio Lima: Científica Mundi; 1999.
.
- 22 Arraiza N, Viguria P, Navarro J, Ainciburu A. Manual de Microscopía Navarra,
. España: Auxilab S.L.; 1994.

- 23 Rodríguez E, Gamboa M, López D, Quesada C, Rodríguez C. Bacteriología general. Principios y prácticas de laboratorio. 2nd ed. San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica; 2016.
- 24 Montoya H. Microbiología básica para el área de la salud y afines. 2nd ed. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia; 2008.
- 25 Tortora G, Funke B, Case C. Introducción a la Microbiología. 9th ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2007.
- 26 Pineda K, Cordero L, Ruíz A. Tipos de microscopios. [Online].; 2018 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://www.scribd.com/document/376838066/tipos-de-microscopios-docx>.
- 27 Zuleta B. Diversidad microbiana y uso del microscopio. [Online].; 2015 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://es.scribd.com/document/277015121/1-PRACTICA-micro>.
- 28 Gama M, García L. Biología 1 México: Pearson Educación; 2004.
- 29 RAE. Diccionario de la Lengua Española. Edición del Tricentenario. Actualización 2019. [Online].; 2020 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://dle.rae.es/textiler%C3%ADa?m=form>.
- 30 Ivester L, Neefus J. Capítulo 89. Industrias Textiles y de la Confección. Industrias de Productos Textiles. In OIT OldT. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Subdirección General de Publicaciones; 2001. p. 89.1-89.35 (3425-3459).
- 31 Benitez I. Métodos de separación de mezclas homogéneas. [Online].; 1999 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://www.sites.google.com/site/quimicaenaccionsecundaria/home/metodos-de-separacion-de-mezclas>.
- 32 Pérez A. ¿Cómo obtener una buena producción de algodón? [Online].; 2018 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://es.scribd.com/document/383176362/Borra>.
- 33 Sierra j. Algodón, su aplicación en la industria textil. R'cai. Revista Científica Académica Informativa. 2014; 1(1).
- 34 Guevara LPM, Rojas Z. Los factores de producción en la industria textil algodonera. [Online].; 2017 [cited 2020 agosto 13. Available from:

https://www.academia.edu/38419272/LOS_FACTORES_DE_PRODUCI%C3%93N_EN_LA_INDUSTRIA_TEXTIL_ALGODONERA.

- 35 Perú: Resolución Directoral N° 326-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI. . Produce.gob.pe. [Online].; 2017 [cited 2020 agosto 13. Available from: https://www.produce.gob.pe/produce/descarga/dispositivos-legales/78062_1.pdf.
- 36 Zarur j. Introducción a los textiles. [Online].; 2015 [cited 2020 agosto 13. . Available from: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/34452>.
- 37 García J, García F. Síntesis de colorantes azoicos. [Online].; 2006 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://www.sites.google.com/site/grupodepolimeros/sintesis-de-colorantes-azoicos>.
- 38 Carrión F. Influencia de las sales magnésicas en la tintura del algodón con colorantes reactivos. [Online].; 2011 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://www.scribd.com/document/71164001/3-in-Flu-en-CIA-Sales-2>.
- 39 Universidad de Salamanca. Buenas Prácticas de Laboratorio BPL. [Online].; 1987 [cited 2020 agosto 13. Available from: http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/microbiologia/unidades/documento/uni_02/44/GLP.htm.
- 40 Pla J. Polen Girona, España: Talleres gráficos DCP; 1961. .
- 41 Pons A, Reille M. The Holocene and upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): A new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 1988; 66(1): p. 243-263.
- 42 Sabnis R. *Handbooks of Biological Dyes and Stains: Synthesis and Industrial Applications* Madison, New Jersey, USA: John Wiley & Sons Inc.; 2010.
- 43 Robinson E. *Crime Scene Photography*. 2nd ed. Washington: Academic Press; . 2010.
- 44 Ross G, Tom B. *Practical Crime Scene Analysis and Reconstruction*. Boca . Ratón, Florida, USA: CRC Press. Taylor & Francis Group; 2009.
- 45 Scagel E, Bandoni R, Rouse G, Schofield W, Stein J, Taylor T. *El Reino Vegetal* . Barcelona, España: Omega; 1987.

- 46 Thompson R, Thompson B. Illustrated Guide for Home Forensic Science Experiments: All Lab, No Lecture Sebastopol, California, USA: O'Reilly & Associates; 2012.
- 47 Tom B, Ross G. Bloodstain Pattern Analysis: Whit an Introduction to Crime Scene Reconstruction. 3rd ed. Boca Ratón, Florida, USA: CRC Press. Taylor y Francis Group LLC; 2008.
- 48 Wheeler B, L. W. Practical Forensic Microscopy: A Laboratory Manual West Sussex, England: Wiley-Blackwell; 2008.
- 49 Wiltshire P, Black S. The cribiform approach to the retrieval of palynological evidence from the turbinates of murder victims. *Forensic Science International*. 2006; 163(3): p. 224-230.
- 50 Yoon C. Forensic science. Botanical witness for the Prosecution. *Science*. 1993; 260(5110): p. 894-895.
- 51 Moreno R. La Criminalística: Concepto, Objeto, Método y Fin México D.F.: Porrúa; 1997.
- 52 Rodes F. Laboratorio Forense Alicante, España: Universidad de Alicante; 2013.
- 53 Leiva J. Principios de la Investigación Ciminalística (investigación Forense). [Online].; 2016 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://www.scribd.com/document/325398599/3970-Principios-de-La-Inv-Criminalistica>.
- 54 Varela E. Principios de la Criminalística. [Online].; 2017 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://aquiasehabladerecho.com/2017/04/22/principios-de-la-criminalistica/>.
- 55 Colegio de Especialistas Forenses A.C. COESFO de México. [Online].; 2010 [cited 2020 agosto 13. Available from: <https://coesfo.es.tl/Dactiloscop%EDa.htm>.
- 56 Robertson J, Roux C, Wiggings K. Forensic Examination of Fibres. 3rd ed. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press. Taylor & Francis Group; 2017.
- 57 Moira J, Cwiklik C. Scientific Protocols for Forensic Examination of Clothing Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, Taylor & Francis Group; 2011.

- 58 Hemmings J. Fiber Microscopy. In Siegel J, Saukko P, Houck M. Encyclopedia of Forensic Sciences. 2nd ed. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos: Academic Press; 2013. p. 143-147.
- 59 INEI. Perú: Anuario Estadístico de la Criminalidad y de Seguridad Ciudadana 2011-2016. Visión Departamental, Provincial y Distrital Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática; 2017.
- 60 Huanachin C, Santos H. Utilidad de la cinta adhesiva transparente en diversas superficies como metodología Palinológica Forense. [Tesis de licenciatura]. Lima: Universidad Norbert Wiener, Escuela Académica Profesional de Tecnología Médica en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica; 2017.
- 61 Dann T, Malbon C. Chapter Eight - Tearing or Ripping of Fabrics. In Carr D. Forensic Textile Science. Duxford, United Kingdom: Elsevier Ltd.; 2017. p. 169-180.
- 62 Taupin J. Clothing damage analysis and the phenomenon of the false sexual assault. J. Forensic Sci. 2000; 45(3): p. 568–572.
- 63 Mitchell J, Carr D, Niven B, Harrison K, Girvan E. Physical and mechanical degradation of shirting fabrics in burial conditions. Forensic Science International. 2012; 222(1-3): p. 94–107.
- 64 Dann T, Carr D, Laing R, Niven B, Kieser J. Tearing of knicker fabrics. Forensic Science International. 2012; 217(1): p. 93-100.
- 65 Carr D, Mitchell J, Niven B, Girvan E. Development of a laboratory test for knicker tearing re-creation studies. Forensic Science International. 2016; 262(1): p. 138-142.
- 66 Vigo T. Textile Processing and Properties. Preparation, Dyeing, Finishing and Performance Amsterdam, Holanda: Elsevier; 1994.
- 67 Houck M. Identification of Textile Fibers. Woodhead Publishing Oxford: Woodhead Publishing Limited CRC Press; The Textile Institute; 2009.
- 68 Smith M, Thompson K. Chapter Four - Forensic Analysis of Textile Degradation and Natural Damage. In Carr D. Forensic Textile Science. Duxford, United Kingdom: Elsevier Ltd.; 2017. p. 41-69.
- 69 Rubeziene V, Varnaite J, Baltusnikaite J. Effects of light exposure on textile durability. In Annis P. Understanding and Improving the Durability of Textiles.: Woodhead Publishing, Oxford; 2012. p. 104–124.

- 70 Szostak-Kotowa J. Biodeterioration of textiles. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 2004; 53(3): p. 165–170.
- 71 Garside P. Durability of historic textiles. In Annis P. *Understanding and Improving the Durability of Textiles*. Oxford: Woodhead Publishing; 2012. p. 184–204.
- 72 Tímár Á, Eastop D. *Chemical Principles of Textile Conservation* Oxford: Butterworth Heinemann; 1998.
- 73 Schlinder W. Identifying and analyzing textile damage in the textile industry. In Houck M. *Identification of Textile Fibers*. Boca Raton: Woodhead Publishing; 2009. p. 275–334.
- 74 Park C, Kang Y, Im S. Biodegradability of cellulose fabrics. *J. Appl. Polym. Sci.* 2004; 94(1): p. 248–253.
- 75 Warnock M, Davis K, Wolf D, Gbur E. Soil burial effects on biodegradation and properties of three cellulosic fabrics. *AATCC Rev.* January/February. 2011; 11(1): p. 53–57.
- 76 Puls J, WSA, HD. Degradation of cellulose acetate-based materials: a review. *J. Polym. Environ.* 2011; 19(1): p. 152–165.
- 77 Chadwick E, Nicol A, Lane J, Gray T. Biomechanics of knife stab attacks. *Forensic Science International.* 1999; 105(1): p. 35–44.
- 78 Taupin J, Adolf F, Robertson J. Capítulo 4. Examination of damage to textiles. In Robertson J, Grieve M. *Forensic Examination of Fibres*. Philadelphia, Pennsylvania: CRC Press; 1999. p. 65–88.
- 79 Kemp S. Chapter Five. Forensic Analysis of Sharp Weapon Damage to Textile Products. In Carr D. *Forensic Textile Science*. Duxford, United Kingdom: Elsevier Ltd.; 2017. p. 71-97.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

CARACTERIZACIÓN MICROSCÓPICA DE LAS ABERTURAS TEXTILES DE PRENDAS EN LA INVESTIGACIÓN DE DELITOS CONTRA LA VIDA, EL CUERPO Y LA SALUD					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO	MUESTRA
<p>Problema General</p> <p>¿Qué características microscópicas presentan las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>PE1: ¿Qué características microscópicas por armas punzocortantes presentan las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud?</p> <p>PE2: ¿Qué características microscópicas por tracción presentan las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud?</p> <p>PE3: ¿Qué características microscópicas por combustión presentan las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>OE1: Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por corte en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud.</p> <p>OE2: Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por tracción en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud.</p> <p>OE3: Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por combustión en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud presentan características microscópicas diferenciadas.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>HE1: Las aberturas textiles de prendas por corte en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud presentan fibras con terminación dentada.</p> <p>HE2: Las aberturas textiles de prendas por tracción en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud presentan fibras con terminación irregular.</p> <p>HE3: Las aberturas textiles de prendas por combustión en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud presentan fibras fusionadas.</p>	<p>Dependiente</p> <p>Aberturas textiles de prendas</p> <p>Independiente</p> <p>Características microscópicas</p>	<p>Diseño</p> <p>Descriptivo</p> <p>Tipo</p> <p>Transversal</p>	<p>Tamaño</p> <p>$n = \frac{K^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + K^2 * p * q}$</p> <p>N: 27 445</p> <p>k: 1.65</p> <p>e: 5</p> <p>p: 0.5</p> <p>q: 0.5</p> <p>n: 270</p>

ANEXO 2: INSTRUMENTO

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

I. INFORMACIÓN GENERAL DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FECHA DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS	DÍA:	MES:	AÑO:
---	-------------	-------------	-------------

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	CARACTERIZACIÓN MICROSCÓPICA DE LAS ABERTURAS TEXTILES DE PRENDAS EN LA INVESTIGACIÓN DE DELITOS CONTRA LA VIDA, EL CUERPO Y LA SALUD
NOMBRES Y APELLIDOS DE LOS RECOLECTORES DE DATOS	➤ HANNZ ALEXIS PASTOR MATÍAS ➤ IBETH MARÍA VERÁSTEGUI RAMÍREZ
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE DATOS	LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER – Av. Arequipa 444 – Cercado de Lima

DATOS TEXTILES DE LAS PRENDAS DE OCCISOS

NATURALEZA	TIPO	NÚMERO DE ABERTURAS

TIPO DE INSTRUMENTO

LISTA DE CHEQUEO

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN A EVALUAR

OBJETIVO GENERAL	Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por corte en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud. Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por tracción en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud. Caracterizar microscópicamente las aberturas textiles de prendas por combustión en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud.

II. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el instrumento de recolección de datos de la investigación Caracterización microscópica de las aberturas textiles de prendas en la investigación de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud.

El presente instrumento de recolección de datos está diseñado para evaluar las características microscópicas de las aberturas de las telas que se logran hallar en una escena de muerte violenta o sospechosa de criminalidad mediante el uso de la microscopía óptica y contiene las instrucciones que debe seguir para su aplicación.

Posteriormente se presentan las instrucciones de calificación del instrumento de recolección de datos, así como para la emisión del resultado de la evaluación.

El instrumento contiene 5 ITEMS a evaluar.

III. INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Usted encontrará la tabla de aplicación o cuerpo del instrumento de recolección de datos que contiene los ITEMS a evaluar, su numeración o código, un espacio de registro de cumplimiento (SI/NO) y otro para el registro de observaciones que como evaluador considere conveniente realizar. Marque SI, cuando el ITEM cumpla con la característica y NO cuando no cumpla con la característica.

IV. TABLA DE APLICACIÓN O CUERPO DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NATURALEZA DE LA PRENDA		ANIMAL						VEGETAL						SINTÉTICO					
TIPO DE DAÑO EN LA PRENDA		CORTE		RASGADO		QUEMADURA		CORTE		RASGADO		QUEMADURA		CORTE		RASGADO		QUEMADURA	
CARACTERÍSTICAS	OBJETIVO USADO	40x	100x	40x	100x	40x	100x	40x	100x	40x	100x	40x	100x	40x	100x	40x	100x	40x	100x
1. Las fibras se hallan dispersas																			
2. Las fibras se hallan contiguas																			
3. Las fibras se hallan fusionadas																			
4. La fibra tiene terminación dentada																			
5. La fibra tiene terminación irregular																			

V. INSTRUCCIONES PARA LA CALIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los ítems que cumplan con la descripción indicarán la caracterización de la fibra.

VI. INSTRUCCIONES PARA LA EMISIÓN DEL RESULTADO

Si todos los aspectos a evaluar son afirmativos el resultado es que presenta la caracterización de la fibra a evaluar y si hay algún aspecto a evaluar con respuesta negativa el resultado es que no presenta la caracterización de la abertura. Marque con una "X" en el casillero al lado derecho de cada resultado.

VII. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

RESULTADO	CARACTERIZACIÓN DE LA ABERTURA	NO CARACTERIZACIÓN DE LA ABERTURA

VIII. RETROALIMENTACIÓN – IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS A OBSERVAR

Nº. De los ítems sin caracterización

ANEXO 3: VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

IX. FIRMAS CORRESPONDIENTES



Lic. KELLY DIANA CARBONEL VILLANUEVA
TECNOLOGO MEDICO
C.T.M.P. 6748

.....
FIRMA DEL EXPERTO



Dr. MIGUEL H. SANDOVAL VEGAS
PROFESOR PRINCIPAL
FACULTAD DE MEDICINA - UNMSM

.....
FIRMA DEL EXPERTO



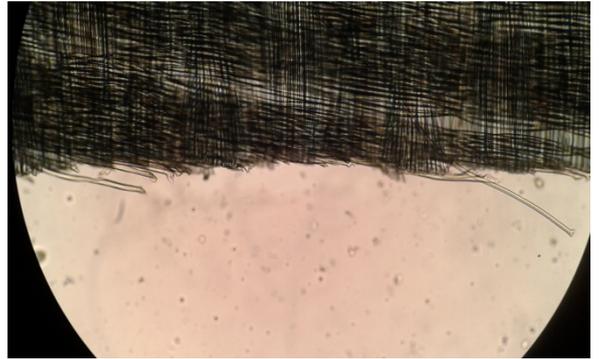
Lic. Marlene Vargas Chávez
Tecnólogo Médico
CTMP N° 4209

.....
FIRMA DEL EXPERTO

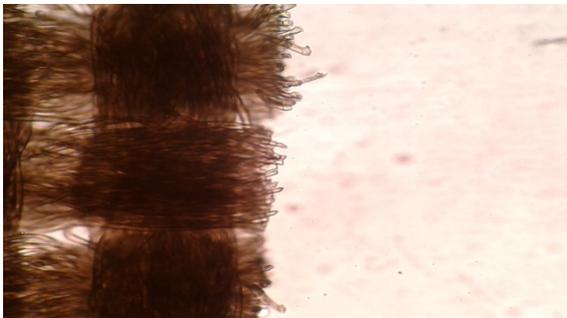
ANEXO:



Corte Animal a 40x



Corte Sintético a 40x



Corte Vegetal a 40x



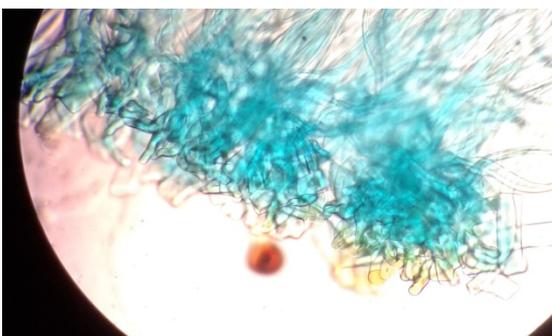
Rasgado Vegetal a 40x



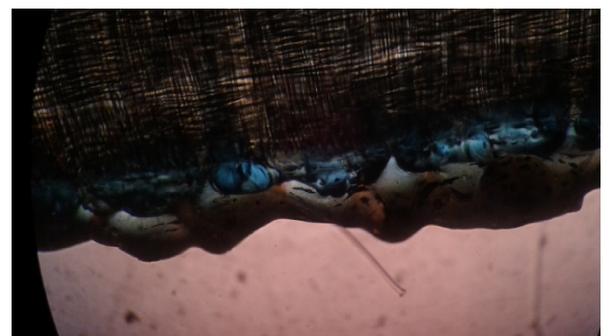
Rasgado Sintético 40x



Rasgado Animal a 40x



Quemadura Animal a 40x



Quemadura Sintética a 40x



Quemadura Vegetal a 40x



Rasgado Animal a 100x



Rasgado Sintético a 100x



Rasgado Vegetal a 100x



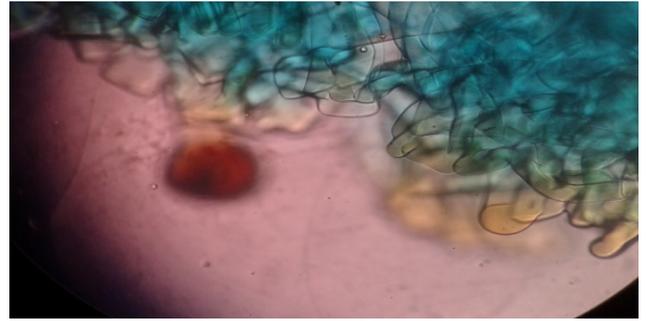
Corte Vegetal a 100x



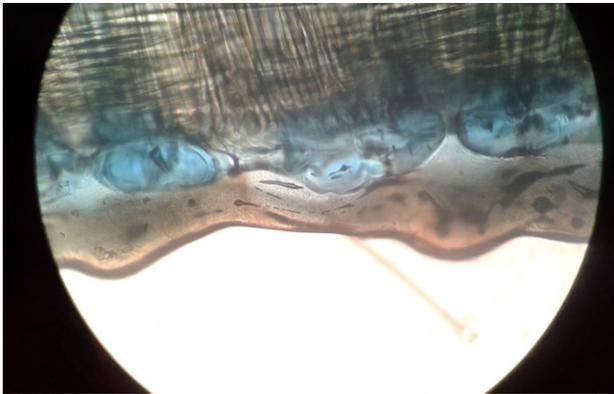
Corte Animal a 100x



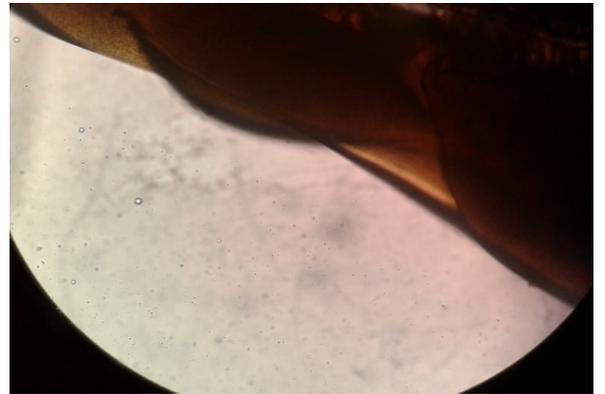
Corte Sintético a 100x



Quemadura Animal a 100x



Quemadura Sintética a 100x



Quemadura Vegetal a 100x