



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO**

**Título:**

Utilidad de la caracterización tricológica  
en las ciencias forenses para la resolución  
de casos investigados.

**Trabajo de Titulación para optar al título de  
Licenciado en Laboratorio Clínico e Histopatológico**

**Autor/es:**

Daniel Alejandro Jiménez Carrillo  
Holguer Javier Ruiz Torres

**Tutor/a:**

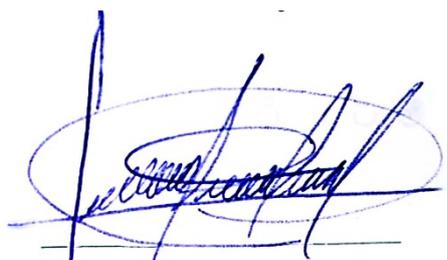
MgSc. Verónica Cáceres Manzano

**Riobamba, Ecuador. 2022**

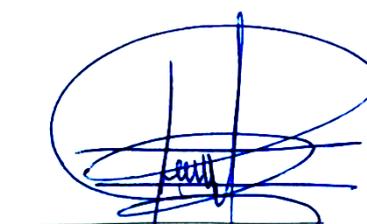
## DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, Jiménez Carrillo Daniel Alejandro, con cédula de ciudadanía 1804580387, y Ruiz Torres Holguer Javier con cedula de ciudadanía 180473609 autores del trabajo de investigación titulado: Utilidad de la caracterización tricológica en las ciencias forenses para la resolución de casos investigados, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones. En Riobamba, 07 de julio de 2022.



Jiménez Carrillo Daniel Alejandro  
C.I: 1804580387



Ruiz Torres Holguer Javier  
C.I: 1804736039

**DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación: **Utilidad de la caracterización tricológica en las ciencias forenses para la resolución de casos investigados**, Jiménez Carrillo Daniel Alejandro, con 1804736039 cédula de ciudadanía 1804580387, Ruiz Torres Holguer Javier, con cedula de ciudadanía, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 8 de julio de 2022.

Mgs. Yisela Ramos Campi.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Verónica Cáceres Manzano.

TUTORA / MIEMBRO DEL TRIBUNAL  
DE GRADO



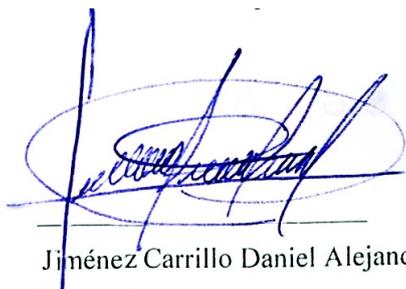
Firma

PhD. Luisa Carolina González Ramírez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma



Jiménez Carrillo Daniel Alejandro  
C.I: 1804580387



Ruiz Torres Holguer Javier  
C.I: 1804736039

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Utilidad de la caracterización tricológica en las ciencias forenses para la resolución de casos investigados**”, presentado por **Ruiz Torres Holguer Javier y Jiménez Carrillo Daniel Alejandro**, con cédula de identidad número **1804736039 y 1804580387**, bajo la tutoría de **Mgs. Verónica Paulina Cáceres Manzano**; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 8 de julio de 2022

Mgs. Yisela Ramos Campi.

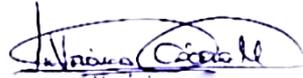
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Verónica Cáceres Manzano.

TUTORA / MIEMBRO DEL TRIBUNAL  
DE GRADO



Firma

PhD. Luisa Carolina González Ramírez  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

## CERTIFICADO ANTIPLAGIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID  
Ext. 1133

Riobamba 24 de junio del 2022  
Oficio N° 190-URKUND-CU-CID-TELETRABAJO-2022

**Dr. Carlos Albán Hurtado**  
**DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**UNACH**  
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por la **MSc. Verónica Paulina Cáceres Manzano**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 1898-D-FCS-TELETRABAJO-2020, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	D- 141047254	Utilidad de la caracterización tricológica en las ciencias forenses para la resolución de casos investigados	Ruiz Torres Holguer Javier Jiménez Carrillo Daniel Alejandro	12	x	

Atentamente,

CARLOS GAFAS GONZALEZ  
Firmado digitalmente por CARLOS GAFAS GONZALEZ  
Fecha: 2022.06.24 07:53:30 -05'00'

Dr. Carlos Gafas González  
Delegado Programa URKUND  
FCS / UNACH  
C/c Dr. Gonzalo E. Bonilla Pulgar – Decano FCS

Debido a que la respuesta del análisis de validación del porcentaje de similitud se realiza mediante el empleo de la modalidad de Teletrabajo, una vez que concluya la Emergencia Sanitaria por COVID-19 e inicie el trabajo de forma presencial, se procederá a recoger las firmas de recepción del documento en las Secretarías de Carreras y de Decanato.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por guiar e iluminar mi camino por bendecir mi vida a lo largo de todos estos años de formación académica y hacer de mí una mejor persona, a mis padres Rodrigo y Ruth por ser mi pilar fundamental, por llenarme de amor y brindarme su apoyo, a mis hermanos David y Bryan por ser mi motivación para seguir adelante, además a Myriam que es una pieza importante en mi vida, a Danny Granda y mi pequeña Isabella que son mi motor diario para continuar cumpliendo mis metas y sueños.

*Daniel Alejandro*

## DEDICATORIA

Con todo mi ser, dedico este proyecto a mi madre Mariana Torres y mi padre Olger Ruiz, quienes han sido mi guía, mi pilar, mi todo. Sin ellos no sería nada, su apoyo incondicional y su amor infinito hacia mí, permiten que mi vida tenga un sentido. También a todos aquellos que me brindaron su apoyo de diferente manera, sin establecer condiciones, dejaron un poco de su esencia, haciendo de este viaje aún más memorable.

*Holguer Javier*

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar un cordial agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo que se convirtió en mi segundo hogar a lo largo de estos años, a la carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico que más que una profesión se ha convertido en mi vocación, a mis queridos docentes por impartir sus conocimientos que tras varios arduos años de formación académica han formado profesionales con ética y responsabilidad, que desde hoy en adelante van a estar al servicio de la nación. De manera especial quiero agradecer a mis docentes y tutores que han hecho posible esta investigación, especialmente a la MSc. Verónica Cáceres por guiarnos en este proyecto, gracias a todos y cada uno de ustedes por su paciencia, enseñanza, apoyo incondicional y valioso aporte para llegar a cumplir nuestras metas profesionales.

*Daniel Alejandro*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Chimborazo, por aceptarme dentro de sus aulas, en especial a la carrera de Laboratorio Clínico, donde todos los días existió algo nuevo que aprender. A todos aquellos docentes que con paciencia, dedicación e inspiración compartieron toda su sapiencia, permitiendo así el éxito y culminación de mis estudios.

A mis padres, por su infinito amor y apoyo, que me inspiraron y me dieron el coraje para no rendirme y seguir adelante.

*Holguer Javier*

## ÍNDICE:

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	20
Ciencia forense:.....	20
Tricología forense: .....	20
El pelo: .....	20
Características macroscópicas del pelo: .....	21
Forma del elemento piloso: .....	21
Tipos de pelo: .....	21
Longitud del elemento piloso:.....	22
Color macroscópico.....	22
Características microscópicas: .....	22
Extremo distal: .....	23
Sección transversal:.....	23
Cutícula: .....	23
Toma de muestra: .....	23
Procedimiento de recogida de muestra.....	24
Elementos pilosos de cadáver: .....	24
Muestra dubitada:.....	25
Muestra indubitada:.....	25
Cadena de custodia:.....	25
Centros de acopio temporales .....	26
Centros de acopio permanentes.....	26

Pruebas físicas:.....	26
Pruebas químicas:.....	27
Tricología cortical forense. ....	27
Limpieza de partículas extrañas. ....	27
Análisis microscópico del elemento piloso.....	28
Edad aproximada del sujeto de quien procede:.....	28
Proceso de examen:.....	28
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	30
Tipo de investigación.....	30
Población:.....	31
Muestra:.....	31
Métodos de estudio:.....	32
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:.....	34
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA:.....	55
ANEXOS:.....	60
Anexo 1. Detección de los corpúsculos de Barr.....	60
Anexo 2. Ejemplos de descripción de los elementos pilosos:.....	61

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Forma del elemento piloso. ....	21
Tabla 2. Tipos de pelo. ....	21
Tabla 3. Secciones transversales del elemento piloso. ....	23
Tabla 4. Diámetro según la edad. ....	28
Tabla 5. Identificación de las características en la morfología tricológica para lograr realizar un estudio forense adecuado.....	34
Tabla 6. Técnicas de recolección de indicios tricológicos dentro de una escena del crimen para el estudio adecuado del mismo. ....	40
Tabla 7. Análisis de las técnicas de montaje de los pelos y cabellos antes del análisis microscópico para que el espécimen se conserve adecuadamente. ....	49
Tabla 8. Características diferenciables de un pelo lacio sin teñir de uno teñido. ....	64
Tabla 9. Diferencias entre el elemento piloso humano y animal.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Ilustración 1. Corpúsculo de Barr. Fuente: <a href="https://n9.cl/gvtac">https://n9.cl/gvtac</a> .....	61
Ilustración 2. Muestra de pelo lacio. Fuente: Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021 .....	61
Ilustración 3. Elemento piloso al microscopio. Fuente: Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021 .....	62
Ilustración 4. Toma de muestra de vello axilar. Fuente: Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021 .....	62
Ilustración 5. Microscopia de un elemento piloso albino. Fuente: Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021 .....	63
Ilustración 6. Diferenciación de un pelo lacio normal de una teñido. Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021 .....	64
Ilustración 7. Elemento piloso humano en comparación con el de un animal. ....	65

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo recopilar información bibliográfica sobre la utilidad de la caracterización tricológica en las ciencias forenses para la resolución de casos en investigación, mediante la utilización de bases de datos reconocidas, para brindar apoyo documental. El estudio es de tipo transversal, de acuerdo con la cronología de hechos es de tipo retrospectivo, la información se obtendrá de archivos, documentos, publicaciones de hechos sucedidos. En la selección de información, se consultaron fuentes primarias y secundarias, se obtuvo 51 documentos científicos: 3 libros, 34 artículos científicos ( 5 Scielo, 3 Gaceta internacional de ciencias forenses, 3 Academia, 3 Science Direct, 3 Researchgate, 4 Sciantarvm, 1 Ciencia digital, 10 Google Académico ), 4 tesis de repositorios de diferentes universidades, 3 publicaciones del gobierno como la Constitución de la Republica del Ecuador, Código Orgánico Integral Penal 1, manuales 3 y protocolos pertenecen al área Forense 3. Del análisis de los estudios realizados en tricología como un apoyo a la investigación forense se concluyó que el análisis forense de los cabellos es aceptado en los tribunales de justicia, estas pruebas se realizan mediante la comparación de muestras dubitadas en una escena del crimen con muestras indubitadas del sospechoso. El análisis tricológico es una prueba complementaria en la investigación de casos forenses a través del estudio de todas sus características macroscópicas y microscópicas, una desventaja del estudio tricológico en la investigación forense es que la fiabilidad de los exámenes depende de la experiencia del analista y de los procedimientos usados.

**PALABRAS CLAVE:** escena del crimen, muestras dubitadas, muestras no dubitadas, exámenes tricológicos, tricología

## ABSTRACT

This work aims to collect bibliographic information on the usefulness of tricological characterization in forensic sciences to resolving investigated cases through databases of recognized sources to provide documentary support. The study to be carried out is cross-sectional. In addition, the chronology of events is retrospective. The information will be obtained from files and publications of events that occurred. In the selection of information, primary and secondary sources were consulted, and fifty-one bibliographies were brought, which are made up of three books and thirty-three scientific articles (four Scielo, five International Gazette of Forensic Sciences, five Academy, six Science Direct, six Research gate, five Scientiarvm, one Digital Science, five UTMACH), five repository theses from different universities, three government publications, the Constitution of the Republic of Ecuador, Comprehensive Criminal Organic Code, three manuals and three protocols belong to the Forensic area. From the analysis of the studies carried out in trichology as support for forensic investigation, it was concluded that the forensic analysis of hair is accepted in the courts of justice. These tests are carried out by comparing doubtful samples in a crime scene with unquestionable models of the suspicious. The tricological analysis is a complementary test in the investigation of forensic cases by studying all its macroscopic and microscopic characteristics. A disadvantage of the tricological study in forensic investigation is that the reliability of the examinations depends on the experience of the analyst and the procedures used.

**KEYWORDS:** crime scene, questioned samples, unquestioned samples, tricological examinations, trichology

Reviewed by:

**KERLY**  
**YESENIA**  
**CABEZAS**  
**LLERENA**

Firmado digitalmente por KERLY  
YESENIA CABEZAS LLERENA  
Nombre de reconocimiento  
(DNE-c=EC, o=BANCO CENTRAL  
DEL ECUADOR, ou=ENTIDAD DE  
CERTIFICACION DE  
INFORMACION ECHICE,  
i=QUITO,  
serialNumber=0000615131,  
cn=KERLY YESENIA CABEZAS  
LLERENA  
Fecha: 2021.04.29 13:43:05  
+05'00'

Mgs. Kerly Cabezas

**ENGLISH PORFESSOR.C 0604042382**

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.**

Las ciencias forenses son un conjunto de conocimientos consolidados a la investigación científica usados para llegar a una verdad que tiene relación con un hecho delictivo, siendo este un proceso dirigido a comprobar la realidad de un delito y la responsabilidad del acusado<sup>1</sup>. A través de la cual logra obtener información, con el fin de identificar las circunstancias acaecidas de un delito. Así es como en el siglo de la investigación criminal se recogen varias características para la evolución de las ciencias y el aumento de especialidades que ayudan a la investigación del delincuente <sup>2</sup>.

El estado debe garantizar la protección de los derechos de sus ciudadanos, para lo cual existe un sistema de normas que resguardan todo el debido proceso, apoyadas en garantías legislativas en la Constitución del Ecuador<sup>3</sup>. Al ser un estado constitucional de derechos y justicia, el artículo 3 establece que “el estado tiene el deber de garantizar el goce de los derechos establecidos en la constitución”, así como en el artículo 76 cita que “en todo proceso en el que se determinen derechos y obligaciones de cualquier orden, se asegurará el derecho al debido proceso” <sup>4</sup>.

De esta forma nace la necesidad que las soluciones o fallos estén correctamente originados, considerando la especificación de su pertinencia, fundamentando en la explicación de los precedentes del hecho delictivo, radicado en un informe pericial que se obtiene a través de la indagación judicial y criminalística hecha por los peritos aportando pruebas y posibilitando al juez establecer la autenticidad de un crimen<sup>5</sup>.

Las ciencias forenses es una disciplina de la investigación por medio de la cual se puede obtener información relevante sobre los hechos en un delito a través de pruebas periciales que son de ayuda en procesos judiciales<sup>6</sup>.

La investigación forense permite el estudio del fenómeno criminal, convirtiéndose en una disciplina científica construyendo sus bases en el razonamiento deductivo e inductivo<sup>7</sup>. La persona encargada de reunir toda esta información será el “Criminólogo” o “Perito Forense”. La deducción permitirá la observación de fenómenos aislados y a su vez enlazarlos a una posible teoría. En cambio, la inducción será el almacenamiento de conocimientos e informaciones aisladas permitiendo conocer la naturaleza de los fenómenos<sup>8</sup>.

Al ser la investigación forense una ciencia interdisciplinaria, se desarrollara de forma que el personal policial, será el primero en llegar a la escena del crimen, preservara la integridad de los hechos, así como de los indicios que puedan haber, en cambio la policía científica se encargara de identificar, recoger, procesar, documentar y analizar los indicios que se encuentran en el lugar de los hechos, definiendo como indicio a los elementos u objetos materiales o biológicos producidos al momento de ocurrir el crimen<sup>9</sup>.

Un indicio puede convertirse en evidencia, mediante el análisis científico-técnico realizado en los laboratorios de biología forense de la policía. El perito se desarrollará como intérprete de los elementos que se puedan encontrar en una escena, y con ello podrá elaborar una conclusión legal de indudable trascendencia jurídica<sup>11</sup>.

Los análisis correspondientes para los indicios se realizarán en un laboratorio de criminalística. La biología forense permitirá el análisis y ejecución de pruebas en las que un indicio será expuesto a diferentes procesos que brinden información relevante. Las ramas de análisis que conforman un laboratorio forense son: hematología forense, espermatología, genética forense o seminología forense, tricología forense, microbiología e inmunología forense, entomología forense, micología forense, ficología y botánica forenses<sup>12</sup>.

La tricología aparece dentro de la biología forense luego de varios años de investigación científica, empezando desde el año 1861, donde el pelo fue usado por primera vez como evidencia en las ciencias forenses a nivel mundial, aunque no tuvo gran aprobación, pero a

finales del año 1950 tuvo aceptación pública por su valor investigativo, y su importancia dentro de la investigación forense, fue creciendo y valorizándose a medida del paso de los años<sup>13</sup>. El cabello en la actualidad es de gran utilidad para la investigación forense, debido a su fácil obtención y porque es seguro a la hora de su manipulación cumpliendo los protocolos de bioseguridad<sup>13</sup>.

El procedimiento más conocido de la tricología forense es la comparación de muestras dubitadas (muestras problemas) con las muestras indubitadas (muestra conocida), por medio del cual se comparan patrones de características microscópicas<sup>14</sup>. Por consiguiente, el desarrollo de la tricología como ciencia, tiene un valor importante dentro de la investigación científica en el ámbito forense; con el aporte de información obtenida de los elementos pilosos, verificando sus características morfológicas y así obteniendo información crucial que esclarezca las situaciones de un echo delictivo<sup>15</sup>.

La historia así lo ha demostrado pues ya en 1861, el pelo fue usado por primera vez como evidencia en las ciencias forenses a nivel mundial, aunque no tuvo aprobación científica, a finales del año de 1950 tuvo aceptación pública, aunque su valor es usado en conjunto con el de otras evidencias<sup>16</sup>. La Medicina Legal y Forense (MLF) con todas sus ramas incluida la tricología forense, se ha desarrollado en Centro y Sudamérica de acuerdo con las circunstancias históricas y criterios legales específicos de cada país<sup>17</sup>.

Las diferencias surgen principalmente del marco jurídico, en el que se realiza la práctica pericial médica; de las consideraciones sociales y políticas, relativas al enfoque de las investigaciones forenses; de la organización institucional de la especialidad, así como también de los modelos de formación profesional especializada existentes en la región, todo esto regido por la Organización Panamericana de la Salud (OPS)<sup>18</sup>.

Los peritos de biología forense con estas evidencias establecen una relación entre la víctima, el sospechoso y la escena del crimen<sup>19</sup>. En el año 2019 se publicó un artículo en el cual se usaron datos estadísticos obtenidos del Centro de Investigación de Ciencias Forenses-Tungurahua, el cual llegó a la conclusión que para obtener un resultado confiable es necesario realizar correctamente la toma de muestra, el levantamiento del indicio en la escena del crimen, cumpliendo con la cadena de custodia, que permita aplicar las técnicas de análisis forense una vez que el elemento piloso se encuentre en el laboratorio<sup>20</sup>.

La presente investigación tiene como objetivo realizar un compendio de información bibliográfica sobre la utilidad tricológica, aplicada en las ciencias forenses para establecer posibles sospechosos en hechos delictivos.

Dentro del proyecto de investigación se realizaron 3 capítulos en : el Capítulo I se encuentra la Introducción, que contiene los objetivos, causas y consecuencias, antecedentes, planteamiento del problema y el marco teórico; en el Capítulo II se explica la metodología usada dentro de la investigación, las variables, la población y muestra utilizada, las técnicas y procedimientos, procesamientos estadísticos y las consideraciones éticas utilizada en la investigación y en el Capítulo III se desarrolla la discusión de la investigación, en la cual se considera la recapitulación de la información encontrada, se discuten los resultados, se contrasta con los resultados obtenidos por otros investigadores y se concreta el mensaje final del estudio.

Todo lo mencionado nos permitirá responder la siguiente interrogante: ¿La tricología forense es un aporte válido dentro del estudio de casos investigados? Se expone y analiza los más acertados puntos de vista de diferentes autores y métodos no refutables sobre la importancia de esta rama de la biología forense en el esclarecimiento de hechos delictivos.

El objetivo de este trabajo fue recopilar información bibliográfica sobre la utilidad de la investigación pericial tricológica para el análisis de hechos delictivos, mediante la utilización de bases de datos de fuentes reconocidas. Describiéndolo en cuatro acápite:

1. Elaborar una compilación bibliográfica sobre la estructura de pelos y cabellos, haciendo uso de toda la información disponible en los diferentes medios ya sean electrónicos o no, para así poder diferenciar una muestra dubitada de una indubitada.
2. Indicar la metodología usada en el tratamiento de indicios en la escena del crimen y su cadena de custodia, según los manuales de criminalística con base tricológica.
3. Investigar las técnicas usadas para un correcto análisis en el laboratorio de las muestras obtenidas, con el apoyo de tecnologías desarrolladas en el área de la biología forense.
4. Comparar información sobre la utilidad de la tricología forense en la investigación de hechos delictivos, a través del análisis de publicaciones desarrolladas por diversos autores.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

### **Ciencia forense:**

La raíz del vocablo "forense proviene de la palabra latina "forensis", que significa "perteneciente al foro"<sup>21</sup>. Garrido Genovés afirmó en el año (2012) que la Ciencia Forense se basa en el estudio de indicios, que se analizaran basándose en leyes científicas cuya comprobación están apoyadas por investigaciones<sup>22</sup>.

### **Tricología forense:**

La tricología forense será la ciencia que estudia de manera científica e investigativa el pelo y el cabello, su forma, estructura, características macroscópicas y microscópicas en el contexto ligado a una escena del crimen<sup>32</sup>.

### **El pelo:**

El pelo "es un filamento tubular o cilíndrico, delgado de naturaleza cornea, que va a brotar y desarrollarse en la piel de algunos animales, pero principalmente en los mamíferos", estará conformado por queratina, la que le otorga a su estructura cualidades como la rigidez y resistencia<sup>34</sup>. El diámetro promedio va desde 50 a 125 um. Todos los pelos se originan anatómicamente desde el folículo piloso o también denominada invaginación de la epidermis, aquí encontraremos a la raíz o bulbo engrosada en el cimienta y con elementos celulares, estos se multiplicarán rápidamente, en la parte del tallo, sustituyendo a los elementos más antiguos. Y en la zona conocida como "zona papilar" existirá una combinación de tejido conjuntivo y vasos sanguíneos, encargados de entregarle a esta zona en particular nutrientes necesarios para su desarrollo y crecimiento<sup>35 42</sup>.

### Características macroscópicas del pelo:

Las características macroscópicas de los pelos en biología forense serán los rasgos que se pueden observar a simple vista, o la capacidad de poder observarse sin la utilización de la microscopia<sup>45</sup>.

### Forma del elemento piloso:

**Tabla 1.** Forma del elemento piloso.

Elemento piloso	Características
Lacio o recto	Sin curvatura o con una curvatura menor a la de un círculo con un diámetro de más de 8 mm.
Curvo	Posee una ligera curvatura. Sin ondulaciones o rizos
Ondulado	Se observa una curvatura que cambia de dirección para producir una onda sinuosa que no se curva sobre sí misma.
Rizo	Se enrosca sobre sí mismo, para formar un círculo o formas similares al círculo

**Fuente:** Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021

### Tipos de pelo:

**Tabla 2.** Tipos de pelo.

Tipo de pelo	Características
Lanugo	Será aterciopelado, fino, suave, poco pigmentado. Existen dos capas de lanugo el primero que recubrirá al feto y se cae después del nacimiento, el segundo aparece entre en tercer y cuarto mes de vida

Vello	Pelo corto, fino y suave, con poca pigmentación y con medula, recubre la mayoría del cuerpo humano y no crecerá más de un centímetro, empezará su desarrollo en los niños cuando se les cae el lanugo.
Intermedio	Poseerá más o menos un centímetro de extensión, constituirá el cuero cabelludo a partir de los 3 a 7 meses de edad, posee una cutícula ceñuda, tiende a durar hasta 2 años, con pigmentación limitada y con medula dividida o escasa
Terminal	Crece más de un centímetro, será espeso, extenso y más robusto que los demás elementos pilosos, crecerá en el cuero cabelludo, las cejas, pestañas, orificios nasales, en el canal auditivo, el pubis y las axilas.

**Fuente:** Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021

### **Longitud del elemento piloso:**

La medición de la longitud del elemento piloso se la debe realizar de forma pronta al hallazgo del indicio mediante un testigo métrico y en una superficie blanca, esto para evitar desintegraciones en el espécimen<sup>50</sup>.

### **Color macroscópico**

Néstor Pilco en su manual de tricología forense (2016), nos habla sobre que la luz actúa en el color del pelo, conocido como color reflejado, el color va a depender de la presencia o ausencia de pigmentos, transparencia de la superficie y la reflectividad<sup>32</sup>.

### **Características microscópicas:**

Serán aquellas características observables de un elemento piloso bajo el enfoque de un microscopio<sup>47</sup>.

**Extremo distal:**

Será el extremo del elemento piloso, puede tener diversas formas y estará expuesto al ambiente. Mediante microscopia se ve como la porción conforme del tallo se va adelgazando progresivamente hasta culminar en punta. La existencia o no, puede ser porque el pelo se ha cortado recientemente<sup>51</sup>.

**Sección transversal:**

Se hace referencia a la curvatura que se desarrolla naturalmente en el pelo:

**Tabla 3.** Secciones transversales del elemento piloso.

Elementos pilosos lisos:	Poseerán un estilo característico transversal que por lo general es casi circular
Elementos pilosos rizados:	Tendrá un estilo característico en sección transversal ovalada o aplanada,

**Fuente:** Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021

**Cutícula:**

Es la capa más exterior del pelo y está compuesta por escamas sobrepuestas unas sobre otras, las cuales serán células muertas queratinizadas, estas se colocan hacia la punta del pelo formando una capa alrededor del córtex y la medula<sup>48</sup>.

**Toma de muestra:**

La selección del tipo de elemento y la cantidad necesaria para una prueba, es de suma importancia, cuando se encuentra una gran cantidad de elementos, será necesario escoger una muestra que represente todo el conjunto<sup>49</sup>.

La selección de una muestra puede basarse en la búsqueda de:

- Elementos pilosos de las diferentes razas (afro, rubio, etc.).
- Área anatómica (cabello, vellos púbicos, vello axilar, etc.).

•Color (castaño, blanco, negro, rojo, albino, amarillo, etc.)<sup>49</sup>.

### **Procedimiento de recogida de muestra.**

#### **Elementos pilosos del lugar de los hechos:**

Los elementos pilosos que posteriormente serán analizados jamás deben manipularse, se procede a recoger cualquier elemento valido con unas pinzas adecuadas, hay que evitar dañar su integridad y se guardan cada uno de ellos en sobres nuevos de papel. Si existen pelos agrupados, hay que tener en cuenta que pueden ser de un origen distinto<sup>49</sup>.

#### **Elementos pilosos de cadáver:**

##### **Cabello:**

Cuando se actúa sobre el cabello, hay que seleccionar tres zonas de la cabeza que estén en las mejores condiciones posibles y se debe extraer un aproximado de 10 elementos pilosos con raíz de las tres zonas. Después se colocan individualmente dentro de una caja Petri tomando en cuenta la zona de donde fueron tomadas. Al final se etiqueta, se embala y se envía al laboratorio para su análisis<sup>50</sup>.

##### **Vello Púbico:**

Con la ayuda de unas pinzas, se procederá a extraer mínimo 10 vellos púbicos con su respectiva raíz. A continuación, se colocarán individualmente en una caja Petri, se etiquetarán, embalarán y se enviarán al laboratorio<sup>50</sup>.

##### **Peinado púbico:**

Ubicados en la zona púbica y con la ayuda de un peine se realizará a repasar dicha zona de forma lenta, superficial y metódica, asegurando que los vellos púbicos sean removidos desde su raíz <sup>50</sup>. Después colocamos sobre una superficie blanca el peine utilizado y lo agitamos para dejar caer los vellos. Con la ayuda de unas pinzas se recogerán todos los elementos pilosos e individualmente se colocarán en una caja Petri <sup>50</sup>.

**Muestra dubitada:**

Sera aquel elemento o indicio que surgirá sobre él, cierta duda sobre su origen o legitimidad. Es decir que no se tiene ninguna información sobre de donde proviene o quien es el autor<sup>55</sup>. Así pues, en el lugar de los hechos pueden existir elementos pilosos de origen más que desconocido o incierto muchos de ellos van a encontrarse sueltos por lo que el perito encargado deberá recogerlos de manera individual<sup>50</sup>.

**Muestra indubitada:**

Se denomina indubitada a la muestra de la cual no se tiene duda de su origen o legitimidad, es decir que se conoce la procedencia o quien es el autor del indicio recogido. Por lo que referente a los elementos pilosos conocidos, lo idóneo será recoger muestras de pelo de determinadas regiones anatómicas de la persona<sup>51</sup>.

Es importante obtener un mínimo de 50 elementos pilosos enteros, es decir, con raíces; para examinarlos y compararlos con otros diferentes, de cada zona del cuero cabelludo (frontal, parietal izquierdo, parietal derecho, vértice y occipital). Si la muestra proviene de cualquier otra zona se deberá obtener un mínimo de 25 elementos pilosos por arrancamiento y peinado de diferentes regiones. Debido a que la mayoría de los elementos pilosos probablemente ya hayan llegado a la etapa final del crecimiento activo, se puede utilizar procedimientos de separación por peinado para obtener como muestra a aquellos que se encuentren en la fase telógena<sup>45</sup>. Las muestras deberán ser pedidas a los sujetos que convenientemente sean determinados como sospechosos dentro de una investigación pericial<sup>48</sup>.

**Cadena de custodia:**

El Artículo 456 del Código Orgánico Integral Penal (COIP), establece que la cadena de custodia. “Se aplicará a los elementos físicos o contenido digital materia de prueba, para garantizar su autenticidad, acreditando su identidad y estado original; las condiciones, las personas que intervienen en la recolección, envío, manejo, análisis y conservación de estos elementos y se incluirán los cambios hechos en ellos por cada custodio. La cadena inicia en

el lugar donde se obtiene, encuentra o recauda el elemento de prueba y finaliza por orden de la autoridad competente”<sup>33</sup>.

### **Centros de acopio temporales**

Serán lugares temporales que guardaran el indicio en óptimas condiciones por un corto periodo de tiempo, permanecerán en este lugar hasta el día que se ejecute la experticia<sup>51 58</sup>.

En los centros de acopio temporales encontraremos:

- Unidad de Investigación Forense pertenecientes a la Fiscalía General del Estado.
- Unidad de Flagrancia dispuestos por el Consejo Nacional de la Judicatura ubicados en cada subzona.
- Departamentos y Unidades de Apoyo Criminalístico de la Policía Nacional en todas las subzonas <sup>33</sup>.

### **Centros de acopio permanentes**

Aquí los indicios permanecerán por un tiempo mucho más largo, puede ser que dure todo el resto de la investigación, procedimiento del juicio o hasta que una autoridad competente disponga su situación final<sup>33</sup>. Se contarán con centros permanentes en las siguientes instituciones que pertenecen al Sistema:

- Policía Nacional compuesta por las unidades y sub zonales de Investigación.
- El Comando Conjunto de las FF.AA. para el caso de armas y explosivos.
- La institución estatal competente en materia de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización, lavado de activos, terrorismo y su financiación<sup>33</sup>.

### **Pruebas físicas:**

**Fibras vegetales:** cuando se exponen al fuego arden rápidamente, no presentan olor desagradable, se quemarán inmaculadamente, en la parte afectada por el fuego.

**Fibras animales:** expuestas al fuego se quemarán con más dificultad, expresarán un olor parecido al cuero y en los extremos se formarán una especie de bola o masa.

**Fibras artificiales:** se queman a velocidad media, en la parte extrema quemada se formará una masa compacta uniforme entre todas las hebras<sup>57</sup>.

### **Pruebas químicas:**

Se necesitará una solución saturada de ácido sulfúrico, en la cual se van a disolver las fibras encontradas, luego que se hayan disuelto colocaremos dos gotas de solución alcohólica de alfa-naftol, los resultados serán:

- **Fibras vegetales:** aparece una coloración violeta oscuro.
- **Fibras animales:** no se presenta ningún color<sup>49</sup>.

### **Tricología cortical forense.**

Una vez que llegan los cabellos humanos al laboratorio forense se examinan bajo microscopía óptica. Es una prueba de tipo asociativa, muy útil en delitos de violencia, como el homicidio, asalto sexual, asalto agravado y en caso de contacto físico. Si se ha caído espontáneamente o si ha sido arrancado las características morfológicas de un pelo aislado son desiguales. Además, en delitos como el robo y el robo a mano armada se pueden obtener indicios de la ropa o de objetos utilizados durante el delito<sup>49</sup>.

### **Limpieza de partículas extrañas.**

Primero los cabellos se deben lavar con una solución jabonosa o carbonato de potasio al 10 %. Luego se deshidrata con alcohol, se pasa por xilol y se observa con el microscopio en medio acuoso o con glicerina, se puede utilizar bálsamo de Canadá<sup>49</sup>. Si presenta un color demasiado obscurecido, hay que usar una de las siguientes soluciones: agua oxigenada, ácido acético, solución hipoclorito de sodio. La decoloración del elemento piloso ocurre en aproximadamente 15 minutos, y no altera ni corrompe la estructura de los ejemplares<sup>55</sup>.

### **Análisis microscópico del elemento piloso**

- Examen inicial: Bajo el microscopio enfocamos en búsqueda de poseer manchas, suciedad, parásitos, tinte etc. Y una vez hecho esto, se retira la grasa y se limpia con alcohol, para volver a ser examinado. Examinaremos si tiene o no bulbo para diferenciar si es un pelo caído (bulbo presente) de un pelo arrancado (sin bulbo), también su medula y la morfología para establecer su origen (cabeza, cuerpo, etc.)<sup>50</sup>.
- Examen complementario: Se realizará técnicas de análisis más desarrolladas dirigidas al estudio de los índices, de las células, de la médula y de los componentes orgánicos e inorgánicos<sup>55</sup>.

### **Edad aproximada del sujeto de quien procede:**

**Tabla 4.** Diámetro según la edad.

EDAD:	DIÁMETRO:
12 días	24 micrómetros
6 días	37 micrómetros
18 días	38 micrómetros
25 días	55 micrómetros
15 años	50-70 micrómetros
Adulto (mujer)	80-90 micrómetros
Adulto (hombre)	80-100 micrómetros

**Fuente:** <https://n9.cl/h16xy>

### **Proceso de examen:**

Mediante una comparación microscópica, se analiza los puntos de comparación en el patrón tricológico para establecer si un elemento piloso forma parte o no de fuentes conocidas (base de datos)<sup>28</sup>. En esta evaluación con la base de datos, el investigador determinará si hay una

igualdad entre los patrones que se presenten en los elementos pilosos de muestra desconocida (escena del crimen) con los elementos pilosos de muestras conocidas (sospechoso)<sup>49</sup>.

### **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.**

En el presente trabajo se utilizó una metodología descriptiva en la que, se utilizó fuentes de información de bases de datos confiables.

#### **Tipo de investigación**

**Según el enfoque:** Con un enfoque cualitativo debido a que se obtuvo información de diversas fuentes bibliográficas. La selección, organización e interpretación de toda la información, estudios de datos y resultados encontrados en tricología de las ciencias forenses para la resolución de casos investigados, se desarrolló mediante una recopilación de diversas fuentes bibliográficas de bases de datos de Latinoamérica.

**Según el nivel:** el presente trabajo bibliográfico es de carácter descriptivo en el cual se dio a conocer las características más importantes encontradas respecto a la morfología propia de los pelos y cabellos, además, de cómo aportan estos datos a la resolución de casos forenses.

**Según el diseño:** es de carácter documental-bibliográfico y no experimental debido a que no se manipularon las variables de investigación. Se realizó un compendio de toda la información más relevante obteniendo datos basados en artículos científicos, manuales y libros digitales actualizados.

**Según la secuencia temporal:** va a ser transversal ya que indica que la búsqueda de información profunda y actualizada se va a realizar en un determinado tiempo, con un solo bloque de resultados.

**Según la cronología de los hechos:** va a ser de tipo retrospectivo ya que el inicio de la investigación es posterior a los hechos estudiados, es decir que la información se obtendrá de archivos, documentos, publicaciones, manuales, libros de hechos acontecidos.

**Población:**

La investigación se ejecutó con un total de 97 artículos científicos revisados con datos relevantes para a la temática en ejecución. Para esto se utilizaron varias fuentes bibliográficas de bases de datos científicas dentro de los últimos 10 años como: Scielo 20, Google académico 30, Gaceta Internacional de Ciencias Forenses 5, Academia Science Direct 9, UTMACH 6, Researchgate 5, Scientiarvm 6, Ciencia Digital 1, tesis de repositorios de diferentes universidades 8, libros 1, manuales 3 y protocolos del área forense 3, los que se concentran en sus variables de estudio.

**Muestra:**

Para la selección de la muestra se utilizaron 51 documentos científicos, las cuales están conformadas por: 3 libros, 34 artículos científicos ( 5 Scielo, 3 Gaceta internacional de ciencias forenses, 3 Academia, 3 Science Direct, 3 Researchgate, 4 Scientiarvm, 1 Ciencia digital, 10 Google Académico ), 4 tesis de repositorios de diferentes universidades, 3 publicaciones del gobierno como la Constitución de la Republica del Ecuador, Código Orgánico Integral Penal 1, manuales 3 y protocolos pertenecen al área Forense 3.

**Criterios de inclusión:** Los artículos científicos publicados desde 2012 en libros y del 2017 en artículos hasta la presente fecha, su valor fundamental incluía el tema de la caracterización tricológica en las ciencias forenses para la resolución de casos investigados. Esto se realizó mediante conceptos, resúmenes, síntesis de lectura profunda, análisis y elaboración de un compendio de información sobre el tema que se investigó, en bases de datos científicas como Scielo, PubMed, Elsevier, Redalyc, se consultaron diferentes revistas de las que se extrajeron artículos científicos, escritos en español e inglés.

**Criterio de exclusión:** los documentos excluidos fueron todos con información poco relevante o no vigente. El descarte de los artículos científicos, libros, manuales, folletos,

ensayos entre otras fuentes de información que no correspondían al año establecido del 2017-2022, se excluyó artículos científicos referentes a otros temas forenses que no tenían relación con el tema y que carecían de respaldo científico, información poco relevante que no cumplen con estándares biológicos exigidos en trabajos con seres humanos o que no se podían acceder a su versión completa.

Toda la información disponible fue analizada, haciendo énfasis en los resultados de estudios obtenidos. Los medios utilizados contribuyeron a determinar el valor referente al tema de investigación, obteniendo una muestra de 52 documentos citados

#### **Métodos de estudio:**

**Método teórico:** Se empleó el método teórico, puesto que se realizó el debido análisis y síntesis de documentos científicos relacionados con el tema de investigación.

#### **Técnicas y procedimientos:**

**Técnica:** Observación.

**Procedimiento:** Búsqueda de información en bases de datos científicos como Scielo, Gaceta internacional de ciencias forenses, Academia, Science Direct, Researchgate, Scientiarvm, Ciencia digital, UTMACH. Analizando y seleccionando los documentos científicos según los criterios de inclusión.

**Procesamiento estadístico:** Con un tipo de investigación de carácter cualitativo, estadístico descriptivo para la recopilación de datos.

**Consideraciones éticas:** La investigación de carácter bibliográfico se apoyó en páginas oficiales de investigación, respetando los principios bioéticos y por ello no requiere de aprobación del comité de bioética.

**DIAGRAMA DE FLUJO PARA  
BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA**

¿La tricología forense es realmente un aporte valido dentro del estudio y la resolución de casos investigados?

Utilidad de la caracterización tricológica en las ciencias forenses para la resolución de casos investigados

Tricología Forense, Análisis Tricológico, Estudio del Pelo en Forense, Biología del Pelo, Características Morfológicas del Cabello, Microscopia del Pelo, Técnicas de Laboratorio de Forense.

**Búsqueda de fuentes de información**

**Elección de idioma: inglés y español.**

Base de datos revisadas: 11  
Documentos científicos: 97  
Scielo 20, Google académico 30, Gaceta Internacional de Ciencias Forenses 5, Academia Science Direct 9, UTMACH 6, Researchgate 5, Scientiarvm 6, Ciencia Digital 1, tesis de repositorios de diferentes universidades 8, libros 1, manuales 3 y protocolos del área forense 3

En cada base se seleccionó 51 documentos validos: 5 Scielo, 3 Gaceta internacional de ciencias forenses, 3 Academia, 3 Science Direct, 3 Researchgate, 4 Scientiarvm, 1 Ciencia digital, 10 Google Académico), 4 tesis de repositorios de diferentes universidades, 3 publicaciones del gobierno como la Constitución de la Republica del Ecuador, Código Orgánico Integral Penal 1, manuales 3 y protocolos pertenecen al área Forense 3.

**Cumple con los criterios de inclusión:** libros y artículos científicos, desde el 2012 en libros y del 2017 en artículos hasta la presente fecha, su valor fundamental incluía el tema de la caracterización tricológica en las ciencias forenses para la resolución de casos investigados.

**Aplicar criterios de inclusión y exclusión**

**No cumple con los criterios de inclusión**  
Documentos, páginas de internet de poca relevancia, revistas científicas, libros, manuales, entre otras fuentes de información que no correspondían al año establecido del 2017-2022.

Los artículos excluidos por el año de publicación fueron 25. Artículos que no incluyeron referencias a la tricología forense 20

Los artículos por su año fueron: Scielo 7, Google académico 15, Science Direct 4, Researchgate 8, Scientiarvm 15, Ciencia Digital 15, UTMACH 5

Análisis, parafraseo de la información y citas con normas Vancouver.

**Descartar artículos 45**

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

**Tabla 5.** Identificación de las características en la morfología tricológica para lograr realizar un estudio forense adecuado

<b>MORFOLOGÍA TRICOLÓGICA</b>			
<b>Título</b>	<b>Nombre del Autor</b>	<b>Año de Publicación</b>	<b>Aspectos más relevantes</b>
Manual de tricología forense	Pilco Ferreto	2016	<p>El cabello se conforma por la cutícula, corteza y médula.</p> <p>La cutícula está conformada por escamas superpuestas y además por células en especial queratinizadas que conforman de 6 a 8 capas, esta nos posibilita distinguir de un cabello humano o artificial.</p> <p>las propiedades de la médula son utilizada para distinguir pelos humanos de los otros animales.<sup>41</sup></p>

Tricología forense	Liendo Martínez B.	2018	<p>La raíz nos permite mirar la papila la cual es el centro germinativo del cabello esta posibilita distinguir sin sido arrancado de un ser vivo si se han caído espontáneamente o si provienen de una peluca.</p> <p>El tallo está situado a lo largo del tegumento externo y el extremo distal o punta es el extremo más alejado del cuero cabelludo.<sup>31</sup></p>
Morfología del pelo en mamíferos terrestres	Itzel I, et al.	2010	<p>En un cabello típico está un tallo externo y una raíz que ocupa una depresión de la piel llamada folículo piloso.</p> <p>Su desarrollo empieza en el estrato germinativo de la epidermis.</p> <p>Tanto el tallo como la raíz están compuestos por células epidérmicas muertas reforzadas por queratina, que es un tejido corneo resistente compuesto por proteínas.</p>

			<p>Cerca de la raíz está una vana que puede exponer una o numerosas capas de epidermis y dermis.</p> <p>En su base, el cabello se ensancha y forma un bulbo hueco, que incluye una papila dérmica con vasos sanguíneos y tejido conectivo.<sup>34</sup></p>
“El pelo: estructura, propiedades, composición química, ciclo, tipos y clases de pelo. Pautas para la determinación de: distribución, longitud, calidad, color, forma e implantación”	Federación de enseñanza de Andalucía	2010	<p>Los pelos consisten en una raíz ubicada en un folículo piloso y en un tallo que se proyecta hacia arriba por encima del área de la epidermis.</p> <p>El sector papilar o papila dérmica está compuesta de tejido conjuntivo y vasos sanguíneos, que dan al pelo las sustancias correctas para su crecimiento.<sup>37</sup></p>
Importancia del pelo en el microscopio	Rojas Ruíz, et al.	2012	El pelo bioquímicamente está construido de fibras de proteínas como la queratina, las cuales son

análisis de pelos en la Criminología			<p>causantes de su composición y pigmentos.</p> <p>Estas propiedades son más que solo preguntas químicas, debido a que permiten reconocer pelos que corresponden a algunas razas, origen del cabello (parte del cuerpo a la que pertenece).<sup>42</sup></p>
Aporte de la biología forense en un hecho punible.	Arriega D, et al.	2015	<p>La morfología del pelo está compuesta por tres estructuras: la cutícula, la corteza, la médula.<sup>46</sup></p>
Tricología forense	Cáceres Manzano V, et al.	2021	<p>Los recursos pilosos son fibras de queratina presentes en los mamíferos, incluyendo los seres vivos.</p> <p>El interior de los recursos pilosos se compone por células de la médula.</p> <p>En el exterior se encuentra la corteza que constituye alrededor de un 80% del componente</p>

			<p>piloso y está compuesto por queratinas.</p> <p>Uno de los elementos primordiales del componente piloso es la queratina, que va a establecer su forma.</p> <p>Existen formas como liso o rizado en funcionalidad de la composición química de estas proteínas.<sup>56</sup></p>
El cabello humano	Martínez F.	2015	<p>Se llama pelo al que crece en la parte anterosuperior de la cabeza, llamada cuero cabelludo.</p> <p>El cabello consta de un folículo piloso donde se origina, el cual se asocia a una glándula sebácea de una raíz que penetra la piel, y de un tallo que se distingue en el área cutánea.</p> <p>El pelo está construido por un bulbo que surge en la cara inferior de la epidermis, hundiéndose en la piel.</p>

			La papila pilosa es un órgano infatigable que incorpora constantemente células a las que ya hay. <sup>58</sup>
Diseño de un protocolo de tricología forense a través del análisis de técnicas empleadas en resolución de Casos medico legales	Acosta Armijos S.	2021	La papila dérmica, es un bulbo piloso que posibilita el aumento indefinido, la glándula sebácea ubicada en cada folículo, conducto piloso reúne las células madre.  La cutícula resiste a las fuerzas del orden físico, corteza a la resistencia y elasticidad, la médula es el área más interna del pelo. <sup>59</sup>

Dentro de los autores analizados, Pilco Ferreto expone una investigación más detallada sobre la morfología de los pelos y cabellos, así como también las características del mismo que nos pueden ayudar a llegar a una conclusión toda esta información es respaldada por los autores analizados en la tabla 7, él nos indica que:

El pelo está formado por la cutícula, corteza y médula. La cutícula está constituida por escamas superpuestas y también por células especialmente queratinizadas que forman de seis a ocho capas, la corteza que está sostenida de la capa protectora de la cutícula y la constituyen células corticales en forma de aguja, y la médula la que es el canal central que corre a través del cabello que puede o no estar, las características de la médula son usadas para diferenciar

pelos humanos de los demás animales. Adicional a esto Liendo Martínez y Pilco Ferreto coinciden en que la cutícula es muy importante a la hora de saber si el cabello o pelo es de un ser humano o tiene procedencia artificial.

Así también existen otros autores que en cuanto a la morfología del pelo la describen que está constituida por la raíz la cual permite distinguir si ha sido arrancado, se cae naturalmente o procede de una peluca, el tallo está situado a lo largo del tegumento externo y la punta es el extremo más alejado del cuero cabelludo.

Tomando en cuenta toda la información encontrada se ha llegado a la conclusión que las características morfológicas del pelo utilizadas en el ámbito forense son las descritas por el libro de tricología Forense de Cáceres Verónica, et al; y respaldadas por Pilco Ferreto.

**Tabla 6.** Técnicas de recolección de indicios tricológicos dentro de una escena del crimen para el estudio adecuado del mismo.

<b>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN</b>			
<b>Título</b>	<b>Nombre del Autor</b>	<b>Año de Publicación</b>	<b>Aspectos más relevantes</b>
Estudio de tricología forense en casos donde el elemento piloso es crucial para la investigación, como indicio en un hecho delictivo.	Peña Morejón, Cepeda Paca, Cáceres Manzano, Sánchez Polit.	2019	Los indicios tienen que ser de varias zonas anatómicas, se van a remitir por separado en diversos recipientes, los recursos pilosos recogidos de sitios distintos, en sus recipientes irán rotulados con las instrucciones sobre el sitio del descubrimiento. Tras una fijación fotográfica, así como una explicación redactada se deberán embalar por separado.

			<p>Un indicio se lo deberá tomar con pinzas de goma teniendo cuidado de no contaminar o alterar la naturaleza de las muestras conseguidas de pelo.</p> <p>El peinado de diferentes regiones cefálicas se realiza por separado, para ser caracterizado grupalmente, se debería situar en pequeñas bolsas de polietileno.</p> <p>Se deben utilizar cajas Petri de vidrio o bien puede utilizarse una cinta con un lado engomado o adherente para recoger las muestras.</p> <p>En las violaciones tiene que realizarse especial énfasis en vello púbico.</p> <p>Se propone recoger las sábanas enteras o la ropa de la víctima para luego aspirarla.</p>
--	--	--	---

		<p>Elementos pilosos del sitio de los hechos</p> <p>Procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alzar cada elemento piloso con pinzas por la parte media.</li> <li>2. Depositar en una caja Petri. Cada componente piloso debe ser embalado individualmente.</li> <li>3. Embalar, etiquetar, y mandar al laboratorio.</li> <li>4. Para cada levantamiento se debe utilizar una pinza distinta.</li> </ol> <p>Elementos pilosos de cadáver</p> <p>Cabello</p> <p>Procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arrancar aproximadamente 10 cabellos con raíz de 3 regiones mejor con servidas del cráneo.</li> <li>2. Situar por separado en una caja Petri la muestra de cada región.</li> <li>3. Embalar y mandar al laboratorio.</li> </ol> <p>Para cada levantamiento se debe utilizar una pinza distinta.</p>
--	--	---

		<p>Muestra dubitada:</p> <p>Son los pelos sueltos tienen que ser recogidos de los objetos sacándolas de manera personal.</p> <p>No contaminar, aplastar o romper las muestras.</p> <p>Los pelos restantes tienen la posibilidad de ser recogidos de la ropa, ropa de cama, u otras áreas enormes.</p> <p>Los pelos tienen la posibilidad de recoger por medio de peinado o por aspirado.</p> <p>Utilice un peine limpio o uno nuevo. Coloque una hoja de papel limpio en el sector que se peina para atrapar pelos sueltos.</p> <p>Muestra indubitada</p> <p>Se tienen que obtener los pelos completos, con raíces, para que el examinador logre analizar y compararlos con otros pelos.</p>
--	--	--

			<p>Una muestra exitosa de cabellos de la cabeza debería consistir en los pelos de las 5 diferentes superficies del cuero cabelludo (frontal, parietal izquierdo, parietal derecho, vértice y occipital).</p> <p>Las muestras conocidas de cabellos tienen que ser conseguidos por una mezcla de tracción y el peinado.<sup>57</sup></p>
<p>Protocolo unificado de los ministerios públicos de la República Argentina tema guía para el levantamiento y conservación de la evidencia</p>	<p>Dirección Nacional del Sistema Argentino de Información Jurídica.</p>	<p>2017</p>	<p>Indicios tricológicos:</p> <p>Usar una fuente de iluminación y ampliación visual (lupas) para buscar los indicios tricológicas.</p> <p>Colectar cada indicio con pinzas limpias o mano usando guantes, sin afectar la muestra, y poner cada uno por separado en sobres de papel.</p> <p>Cuando una muestra no logre ser conservada en cadena de frío,</p>

			<p>debe colocarse en un frasco de boca ancha con NaCl (sal de mesa, fina o gruesa), cubriendo la totalidad de la muestra.<sup>23</sup></p> <p>Los cabellos deben ser colectados arrancados con pinzas limpias o mano, utilizando guantes.</p> <p>Colectar cabellos de cada región (aproximadamente 300 a 400 miligramos):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) 10 cabellos de la región frontal.</li><li>b) 10 cabellos de la región temporal derecho.</li><li>c) 10 cabellos de la región temporal izquierda.</li><li>d) 10 cabellos de la región parietal derecha.</li><li>e) 10 cabellos de la región parietal izquierda.</li></ul>
--	--	--	--

			<p>f) 10 cabellos de la región occipital.</p> <p>3) Colocar las muestras de cada lóbulo por separado en sobres de papel, es decir, en seis sobres.<sup>35</sup></p>
Aporte de la biología forense en un hecho punible.	Arriega D, et al.	2015	<p>Para la toma de estas muestras se fijan inicialmente gráfica y topográficamente.</p> <p>Se recogen con una pinza estéril, desechable y se embalan individualmente en bolsas de papel, sellándolas con cinta de seguridad en cajas de cartón.<sup>46</sup></p>
Guía de procedimientos criminalísticas	Meza E, et al.		<p>Los cabellos deben arrancarse, nunca cortar, enviándose por separado las muestras de cabello como patrón para compararlos, señalándose de qué parte del cuerpo son.</p>

			<p>Los objetos muy pequeños como cabellos, colillas papeles, trozos de fragmentos de materiales, etc., se deben recoger con pinzas y colocarlos en bolsas adecuadas completamente limpias y debidamente rotuladas y/o etiquetadas.<sup>41</sup></p>
<p>Diseño de un protocolo de tricología forense a través del análisis de técnicas empleadas en resolución de casos medicolegales</p>	<p>Acosta Armijos</p>	<p>2021</p>	<p>Para la manipulación de los pelos es recomendable utilizar pinzas metálicas y un lente, para observar la dirección de la raíz y punta.</p> <p>Los cabellos recolectados se colocan en pedazos de papel limpio, bolsas o cajas Petri y se los rotula con el lugar de hallazgo.<sup>59</sup></p> <p>Es necesario usar cintas para fijar la punta del pelo y rotular con la letra a para diferenciar la raíz y la letra b para diferenciar la punta.</p> <p>En el caso de los pelos de la cabeza, es recomendable</p>

			recolectar alrededor de 10 pelos. <sup>59</sup>
--	--	--	---

Un aspecto importante dentro del estudio tricológico es el levantamiento de las muestras, o de las evidencias dentro de la escena del crimen, esto nos va a permitir poder trabajar en el análisis de una manera adecuada, para que esto suceda existen varias técnicas de recolección de los indicios, Dirección Nacional del Sistema Argentino de Información Jurídica, en su Protocolo unificado de los ministerios públicos de la República Argentina tema guía para el levantamiento y conservación de la evidencia, y los autores Mariuxi Elizabeth Peña Morejón, Verónica Paulina Cáceres Manzano con su investigación aseguran que algunos forenses el elemento piloso es crucial para la Investigación, como indicio en un hecho delictivo coinciden en gran parte, llegando además a complementarse en algunos aspectos como recolectar el indicio con pinzas de goma usando guantes evitando contaminar y afectar la muestra, recordando que para cada levantamiento se utilizará una pinza diferente. Se las debe remitir en diversos recipientes, deben llevar su correspondiente rotulación así también llevarán su fijación fotográfica y una anotación de las diferentes zonas anatómicas que proceden y su embalaje es por separado. Se puede obtener por medio del peinado de diferentes regiones cefálicas recolectando aproximadamente 10 cabellos por región, también de los puede recolectar en bolsas de polietileno al igual se puede usar una cinta y luego desprenderlas con xileno, un adicional es que Dirección Nacional del Sistema Argentino de Información Jurídica en su investigación incluyen un paso crucial al momento de empezar a la recolección del indicio la cual es la utilización de una fuente de iluminación y ampliación visual (lupas) para buscar los indicios tricológicos. Como complemento los autores Mariuxi Elizabeth, Verónica Paulina recomiendan como un plus adicional el transporte del indicio tricológico en una caja Petri que es un gran aporte dentro del levantamiento de indicios tricológicos de una manera adecuada y apta para su posterior estudio.

**Tabla 7.** Análisis de las técnicas de montaje de los pelos y cabellos antes del análisis microscópico para que el espécimen se conserve adecuadamente.

<b>TÉCNICAS DE MONTAJE</b>			
<b>Título</b>	<b>Nombre del autor</b>	<b>Año de publicación</b>	<b>Aspectos más relevantes</b>
Manual de Tricología Forense	Pilco Ferreto	2012	<p>Se describe su forma natural y luego se procede a cubrirlas con cinta adhesiva en una lámina portaobjetos según la cantidad.</p> <p>Se sugiere no montar más pelos por lamina.</p> <p>Si los pelos son de longitud inferior a 5 cm, se sugiere colocarlos rectos en la lámina, y si son mayores a 5 cm se sugiere colocarlos en zigzag hasta que todo el pelo esté dentro de la lámina.<sup>41</sup></p>
Estudio forense el pelo	Vera G.	2016	<p>Una vez realizado los cortes transversales es montado en un portaobjeto y examinado a aumento de 10x, usando un ocular micrométrico previamente calibrado. Esto permite medir los diámetros mayores y menores.</p>

		<p>Para el montaje de muestras indubitadas y/o dubitadas, primero se anota su forma natural y luego se procede a cubrirlas con cinta adhesiva en una lámina portaobjeto según la cantidad.</p> <p>Se sugiere no montar más de 5 pelos por lámina.</p> <p>Si los pelos son de longitud inferior a 5cm, se sugiere colocarlos rectos en la lámina, y si son mayores a 5cm se sugiere colocarlos en zigzag hasta que todo el pelo esté dentro de la lámina, presionar la cinta sobre la muestra para reducir la formación de burbujas que pudiesen dificultar la observación de las características microscópicas.</p> <p>El medio de montaje para el análisis de pelo, puede ser una resina temporal la cual debe mantener fija al pelo para después cotejar con el pelo de la comparación.</p> <p>El análisis microscópico puede llevarse a cabo con el microscopio de comparación. Para hacer mediciones se puede usar un micrómetro en todos los casos.<sup>32</sup></p>
--	--	---

Aporte de la biología forense en un hecho punible.	Arriega D, et al.	2015	Para la determinación del pelo se utiliza una técnica que consiste en realizar un molde del pelo en parafina o resina poliéster y luego efectuar cortes transversales con la ayuda de un micro torno. <sup>46</sup>
Tricología forense	Cáceres Manzano, et al.	2021	<p>Para el análisis del elemento piloso es importante la técnica del montaje.</p> <p>No montar más de 5 elementos pilosos en cada lámina si este tiene una longitud inferior a 5 cm.</p> <p>No se recomienda cortar la muestra por ningún motivo.</p> <p>Se recomienda presionar la cinta sobre los elementos pilosos para evitar la presencia de burbujas que puede dificultar la observación al microscopio.<sup>56</sup></p>

Dentro del estudio de los pelos y cabellos en el Laboratorio forense se debe tener en cuenta varias características una de esas es la técnica de montaje que se va a utilizar, analizando que con una deficiente técnica se puede destruir o contaminar el indicio, lo que dificultaría su estudio, para esto el autor Pilco Ferreto en su Manual de tricología forense nos indica de una forma detallada como se debe proceder en este caso, el menciona que: Se anota su forma natural y luego se procede a cubrirlas con cinta adhesiva en una lámina portaobjetos según

la cantidad, se sugiere no montar más de 5 pelos por lamina. Si los pelos son de longitud inferior a 5 cm, se sugiere colocarlos rectos en la lámina, y si son mayores a 5 cm se sugiere colocarlos en zigzag hasta que todo el pelo esté dentro de la lámina.

La forma detallada de esta técnica indica que la investigación realizada por este autor es mucho más completa, además adicional a esta técnica, recomienda para una mejor observación de las características microscópicas, la suspensión completa de la muestra en aceite de inmersión, para evitar los cambios en los índices de refracción, como ocurre con la cinta.

El autor Vera G. en su publicación: Estudio forense del pelo, lamentablemente brinda poca información sobre las técnicas de montaje adecuadas.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

- Los pelos se encuentran en gran número por la superficie corporal con algunas excepciones, como las palmas de las manos y las plantas de los pies, los bordes laterales de los dedos, los labios, la zona interna del prepucio, los labios menores y la porción interna de los labios mayores. El pelo posee coloración, consistencia (flexible, rígida) y morfología externa (rizada, lisa) diferente en función del sexo, la raza y el ambiente, gracias a estas características y con la ayuda de técnicas adecuadas se puede lograr diferenciar las mismas utilizando una muestra dubitada con una no dubitada.
- Para la recolección de elementos pilosos es necesario seleccionar los tipos y cantidad de elemento piloso para el examen, cuando existe una eliminación de gran cantidad de restos, puede ser necesario seleccionar solo una muestra representativa, los cabellos de muestras indubitadas deben ser colectados, arrancados con pinzas limpias o mano utilizando guantes, cabe recalcar que las pinzas se deben cambiar para cada recolección, en algunos casos se utiliza cinta adhesiva para la recolección, Los indicios se deben levantar con cuidado, además, se deben remitir por separado en distintos recipientes. Pueden ser cajas Petri de vidrio o fundas de polietileno, los elementos pilosos recogidos en sitios diferentes, en sus envases irán rotulados con las indicaciones sobre el lugar del hallazgo previamente fotografiado, así como con una descripción escrita, iniciando con el cumplimiento de la cadena de custodia de los indicios recolectados, para continuar con su análisis y debido resguardo en un centro de acopio temporal hasta la resolución de la investigación.
- Las técnicas de montaje utilizadas aseguran la conservación morfológica del pelo, cabello para proceder al estudio microscópico de las mismas sin interferencias, existen varias opciones para montar una muestra dubitada de acuerdo con su longitud y así evitar alteraciones morfológicas, ya que sus características macroscópicas y

microscópicas son de gran importancia al momento de comparación con una muestra indubitada. Existen pruebas de laboratorio que determinan si es una fibra vegetal o animal, y la determinación del sexo a través de la detección de corpúsculos de Barr, brindando el apoyo necesario con los estudios dentro de una investigación.

- La utilidad de la tricología en cuanto a resolución de casos es limitada, pues un caso en concreto no se resolverá únicamente mediante el uso de la misma, la biología forense abarca gran cantidad de herramientas, que permiten llegar a una conclusión, en la resolución de casos, la tricología forense encamina de forma eficiente al criminalista, brindando mejores indicios y pruebas, que permitan dilucidar la verdad, es decir, la tricología ayuda como orientación hacia un juicio de valor excepcional, permite al criminalista optimizar sus opciones y brindar la mejor calidad de análisis forense posible.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

1. Pesantes Porras LE, Valarezo Segovia LH, Vilela Pincay WE, Pesantes Porras LE, Valarezo Segovia LH, Vilela Pincay WE. Importancia de la investigación judicial y criminalística en la determinación de la veracidad del delito. *Revista Universidad y Sociedad*. 1 de diciembre de 2019; 11 (4): 443–9. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202019000400443#B2](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000400443#B2).
2. Kvitko Luis A. Medicina legal, peritos y peritaciones. *Med. Leg. de Costa Rica*. 2012 Marzo; 29(1): 07-16.
3. Pachar Lucio JV, La investigación pericial forense de los cuerpos mutilados. *Rev. Cienc. forenses Honduras*. 2015; 1(2): 20-32.
4. Rodríguez Jorge, Loy Vera. Bases teóricas de las ciencias forenses contemporáneas y las competencias interdisciplinarias profesionales. *Medicentro Electrónica*. 2016; 20 (1): 3-10. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30432016000100002&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432016000100002&lng=es).
5. Hernández J. Estudio Microscópico del Vello Púbico Humano y su Utilidad para la Identificación Forense. *Rev-Sanid Milit Mex*. 2006; vol. 60(5): 297-303.
6. Pilco Ferreto N. Transición del patrón tricológico de la fase anágena a la fase telógena de cabellos humanos. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Arequipa; 2013 Available from: [http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/2971/289\\_2014\\_pilco\\_ferreto\\_n\\_faci\\_biologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/2971/289_2014_pilco_ferreto_n_faci_biologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
7. Pérez Vergara D. Evidencia importante en casos forenses. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*. 2017 ;(24):20-33. Disponible en: [https://www.uv.es/gicf/3R1\\_Perez\\_Vergara\\_GICF\\_24.pdf](https://www.uv.es/gicf/3R1_Perez_Vergara_GICF_24.pdf).
8. García Góngora J. Introducción a las ciencias forenses. Barcelona; Universidad de Cataluña; 2014.

9. Rodríguez Ricardo R, Loy Vera B. Bases teóricas de las ciencias forenses contemporáneas y las competencias interdisciplinarias profesionales. *Medicentro Electrónica*. 2016; 20 (1): 3-10. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30432016000100002&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432016000100002&lng=es).
10. Asamblea Nacional del Ecuador. Constitución Nacional del Ecuador. Montecristi: Lexis; 2008 p. 34-65.
11. Núñez P. Técnicas Interpretativas en la Criminalística Moderna. *Skopein*. 2016;(11):41-47
12. Anadón Baselga M, Robledo Acinas M. Manual de criminalística y ciencias forenses. Madrid: Editorial Tébar; 2012.
13. Ayón, María R, Biología Forense, 1ra ed. María Ayón editor. Tucumán: Fundación Miguel Lillo, 2019.
14. López Gómez W, Esteban Castillo O, Gómez Mendoza C, Gómez D. Principios de las ciencias forenses [Técnico en investigación criminal y forense]. Universidad Rafael Landívar; Huehuetenango: 2017.
15. Garrido Genovés V. Perfiles criminales. epl; 2012.
16. Serrano Falcón C, Fernández-Pugnaire, M. A.; Serrano Ortega S. Evaluación Del Pelo y Cuero Cabelludo: Tricograma. *Actas Dermosifiliogr*. 2019, 104 (10): 867-876 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ad.2013.03.004>
17. Gutiérrez Chávez A. Manual de ciencias forenses y criminalística. México: Trillas; 2002.
18. Scarpitta F. La contaminación del lugar del hecho. *Skopein*. 2018; vol. 4 (19): 30-39. Disponible en: [https://issuu.com/skopein/docs/revista\\_skopein\\_19](https://issuu.com/skopein/docs/revista_skopein_19).
19. Escuela de Investigación Criminal. Criminalística: Resultados de investigación profesional en criminalística. Bogotá D. C, Colombia. 2014. Disponible en: <https://policia.edu.co/esinc/wp-content/uploads/2020/07/LIBROCRIMINALISTICA.pdf>

20. Durán O, Barrezueta C, Vilela W. La Naturaleza de la Criminalística y sus disciplinas. UTMACH. 2019; vol.3 (1); 277-286.
21. Noriega LH. El ADN de Locard, Genética Forense y Criminalística. Primera ed. Madrid: Reus, S.A; 2013.
22. Pérez Vergara D. Evidencia importante en casos forenses. Gaceta Internacional de Ciencias Forenses. 2017; (24):20-33. Disponible en: [https://www.uv.es/gicf/3R1\\_Perez\\_Vergara\\_GICF\\_24.pdf](https://www.uv.es/gicf/3R1_Perez_Vergara_GICF_24.pdf)
23. Crimipedia. Termino Crimipedia: Escena del Crimen. CRIMINA. 2014. Disponible en: <https://crimipedia.umh.es/files/2016/06/Escena-del-crimen.pdf>
24. Lago Montejo. La práctica de la Investigación Criminal: Inspección Técnico Ocular (ITO). Madrid: REUS; 2017.
25. Liendo Martínez. Biología Forense: Tricología forense. tercer congreso internacional de biología forense (Internet) 2018, Disponible en: <https://es.slideshare.net/cchavezmartinez/tricologia-forense>.
26. Gustavo Vera, Criminalística, Estudio Forense del pelo. 1era edición. Buenos Aires: Ediciones SAIJ; 2017. Disponible en: <http://www.jus.gob.ar/media/3262247/Protocolo%20unificado.pdf>
27. Castañeda Gameros P, López Cordero S. El pelo: generalidades y enfermedades más comunes. Rev. Fac. Med. (Méx.): 2018; 61(3): 48-56. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422018000300048&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422018000300048&lng=es).
28. Sánchez V. Morfología del pelo en mamíferos terrestres. ResearchGate [Internet]. 2010 Jan ;89–102. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/308679691\\_Morfologia\\_del\\_pelo\\_en\\_mamiferos\\_terrestres](https://www.researchgate.net/publication/308679691_Morfologia_del_pelo_en_mamiferos_terrestres).
29. Álvarez D, Mateos J. Estudio Forense de Pelos. En: Anadón MJ, Robledo M. Manual de criminalística y ciencias forenses técnicas forenses aplicadas a la investigación criminal. 1a ed. Madrid, España: Tébar; 2010. p. 196 - 216.
30. Prunotto L. Manual teórico-practico policial, 3era edición. Rosario: Zeus; 2012.

31. Spadola G. La escena del crimen en la investigación de los delitos de homicidios dolosos. Universidad Abierta Interamericana; 2017
32. Federación de Enseñanza de Andalucía. El Cabello: Estructura, Propiedades, Composición Química, Ciclo, Tipos Y Clases De Cabello. Pautas Para La Determinación De: Distribución, Longitud, Calidad, Color, Forma E Implantación. Rev. Dig. Prof. Ense.; 2010 vol. 1 (10): 1-11. Available from: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7484.pdf>
33. Sistema Especializado Integral De Investigación, Medicina Legal Y. Manual De Cadena De Custodia Ecuador; 2014.
34. Dillon, D. M. Protocolo Nacional Para la Toma, Levantamiento, Embalaje Y Envío De Indicios Y Muestras Biológicas A Los Laboratorios Forenses De La república Del Ecuador. Quito: Impresión Producción Grafica Primera Edición;2012.
35. Rodes F. Laboratorio Forense. primera ed. España: Unión de Editoriales Universitarias Españolas; 2013.
36. Rojas N, Muñoz G, Cruz A. Importancia del Microscopio en el Análisis de Pelos en la Criminología y en la Criminalística. Rev-REML.2012; vol.19(1): 18-23.
37. Álvarez D, Mateos J. Estudio Forense de Pelos. En: Anadón MJ, Robledo M. Manual de criminalística y ciencias forenses técnicas forenses aplicadas a la investigación criminal. primera ed. Madrid, España: Tébar; 2010.
38. Fuertes J, Cabrera J. Fuertes C. Manual de Ciencias Forenses. segunda ed. Madrid, España. Editorial Arán; 2007.
39. Soriano A. Criminalística. primera ed. Lima, Perú: Fondo Editorial de la UIGV; 2015.
40. Arriega D, Beltran A, López A. Aporte de la biología forense en un hecho punible. Universidad La Gran Colombia. Diplomado De Procesal Y Jurisprudencia. 2015
41. Álvarez S. Importancia de los servicios técnico-científicos que brinda el instituto nacional de ciencias forenses de Guatemala. Gac. Int. Cienc. Forense. 2019. vol.33. 81-89.

42. División de Laboratorio de Criminalística - Policía Nacional del Perú. Manual de Procedimientos de Biología Forense; 2020.
43. Asamblea Nacional del Ecuador. Código Orgánico Integral Penal, Registro Oficial N.º 180. Quito, Ecuador; 2014. Disponible en: <https://n9.cl/g6sc>
44. Montoro, C. J.; Ramón, T. S. Limitaciones de Los Análisis de Pelo Para Determinar Las Circunstancias Que Atenuan o Eximen de La Responsabilidad Criminal. Cuad. Med. Forense 2016, 22 (1–2). 46-48
45. Sistema especializado integral de investigación, medicina legal y ciencias forenses. Manual de cadena de custodia. Quito; 2014 p. 1-17.
46. Landsteiner. Genética Forense. Changes 2017, 29 (6), 997–1003.
47. Ravishankar, A.; Jaganathan, N.; Jain, A. R. Barr Bodies in Pulpal Tissue as a Diagnostic Tool for Gender Determination. Drug Inventon Today 2018, 10 (4). 485-487
48. Gutiérrez E, Santos J. Modificación de la Forma del Extremo Distal del Pelo (Punta del Cabello) debido al desgaste Natural y/o Cotidiano, Hasta Cien Días Posteriores al Corte. Rev. Post. 2021. Vol. 7. N 1. 39-45
49. Cáceres Verónica P, Vázquez Cristian J, Lucena María E, Sánchez Freddy R; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH); 2021
50. Peña Morejón ME, Cepeda Paca MA, Cáceres Manzano VP, Sánchez Polit FR. Estudio de Tricología Forense en casos donde el Elemento Piloso es Crucial para la Investigación, como Indicio en un Hecho Delictivo. Ciencia Digital. 9 de abril de 2019 3 (1.1): 199-215. Disponible en: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/404>.
51. Burgueño, M. J.; Sánchez, S.; Castro, M. Á.; Mateos-Campos, R. Drogas y Consumo de Alto Riesgo: Patrón Epidemiológico a Partir de Análisis de Cabello En El Contexto Forense. Rev. Esp. Salud Publica 2019, 93, 1–16.

## **ANEXOS:**

### **Anexo 1. Detección de los corpúsculos de Barr**

Esta técnica se realiza haciendo un frotis con la raíz del elemento piloso sobre un portaobjetos y después se tiñe con orceína, en medio acético<sup>56</sup>.

#### **Reactivos**

Solución Stock:

- 1g orceína sintética.
- 45ml ácido acético glacial.
- Calentar, enfriar y filtrar.

#### **Solución de trabajo:**

Diluir 10 ml de la solución stock con 12 ml de agua destilada<sup>56</sup>.

#### **Técnica**

- Trozar la raíz del elemento piloso y ponerla junto a un extremo del portaobjetos.
- Con un segundo portaobjeto, manteniéndolo a 45° del primero, realizar una extensión presionando suavemente la raíz.
- Desecar a temperatura ambiente.
- Dispensar una gota de la solución aceto-orceína y cubrir con un cubreobjetos.
- Calentar a 60 °C sobre plancha caliente durante 1 minuto.
- Colocar en un papel de filtro y en un cubreobjetos, para después presionar suavemente y así eliminar el exceso de solución colorante.
- Examinar las células con un aumento de 400 x.
- Contar el número de núcleos que presenta el corpúsculo de Barr<sup>56</sup>.

Si existe un 30% de corpúsculos de Barr en las células analizadas, se inferirá que el elemento piloso es de origen femenino. Por el contrario, si no existen corpúsculos de Barr, se

reportarán las células pilosas como de origen masculino. Lo más recomendable en estos casos será la determinación del cromosoma como prueba confirmatoria<sup>56</sup>.

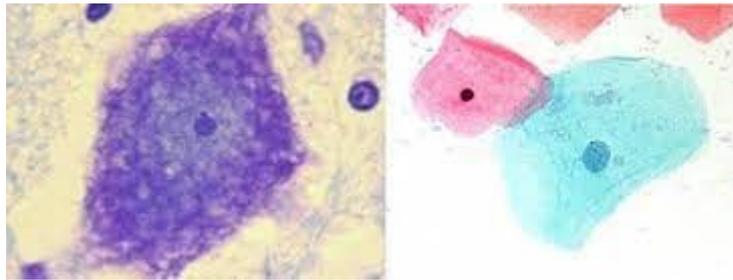


Ilustración 1. Corpúsculo de Barr. Fuente: <https://n9.cl/gvtac>

## Anexo 2. Ejemplos de descripción de los elementos pilosos:

### Ejemplo 1:



Ilustración 2. Muestra de pelo lacio. Fuente: Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021

### Datos de la muestra:

- Tipo de cabello: Liso sin teñir
- Edad: 22
- Género: Femenino
- Fecha de la toma: 02/06/2021

### Descripción:

- Forma: Lacio
- Color macroscópico: Marrón oscuro
- Color microscópico: Marrón dorado
- Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen
- Extremo distal: Irregular
- Cutícula: Aplanada o regular, gruesa
- Cuerpos ovoides: Ausentes
- Médula: Amorfa.

### Ejemplo 2:



Ilustración 3. Elemento piloso al microscopio. Fuente: Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021



Ilustración 4. Toma de muestra de vello axilar. Fuente: Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021

### Datos de la Muestra:

- Muestra: Vello axilar.
- Edad: 32 años
- Género: Masculino

### Descripción:

- Forma: Lacio

- Color macroscópico: Marrón oscuro
- Color microscópico: Marrón medio
- Crecimiento del cabello: El crecimiento es en fase catágena por que
- el folículo empieza a disminuir de tamaño
- Extremo distal: Extremo romo (cortado)
- Cutícula: Delgada
- Cuerpos ovoides: Ausentes
- Médula: Ausente debido a que es un cabello fino

### **Ejemplo 3:**



Ilustración 5. Microscopia de un elemento piloso albino. Fuente: Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021

### **Datos de la muestra:**

- Muestra: Cabello Albino
- Edad: 25
- Género: Masculino

### **Descripción:**

- Forma: Lacio
- Color macroscópico: Blanco
- Color microscópico: Blanco
- Crecimiento del cabello: el crecimiento es en fase catágena por que el

- fólículo empieza a disminuir de tamaño
- Extremo distal: extremo romo (cortado)
- Cutícula: mediana
- Cuerpos ovoides: Ausentes
- Médula: fragmentada.

#### Ejemplo 4:

#### Lacio / Lacio teñido

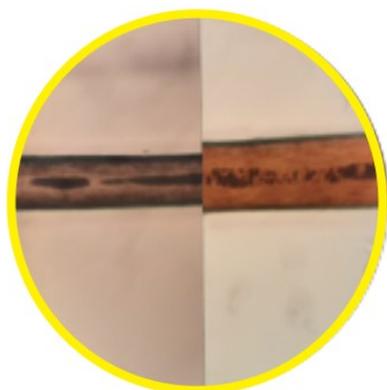


Ilustración 6. Diferenciación de un pelo lacio normal de una teñido. Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021

**Tabla 8.** Características diferenciables de un pelo lacio sin teñir de uno teñido.

<b>Forma:</b> Lacio	<b>Forma:</b> Lacio teñido
<b>Color microscópico:</b> Marrón oscuro	<b>Color microscópico:</b> Marrón claro
<b>Crecimiento del cabello:</b> no se observa en la imagen	<b>Crecimiento del cabello:</b> no se observa en la imagen
<b>Extremo Distal:</b> no se observa en la imagen	<b>Extremo Distal:</b> no se observa en la imagen
<b>Cutícula:</b> Aplanada y gruesa	<b>Cutícula:</b> Aplanada y delgada
<b>Cuerpos ovoides:</b> Escasos	<b>Cuerpos ovoides:</b> Escasos

<b>Medula:</b> Discontinua	<b>Medula:</b> Fragmentada
----------------------------	----------------------------

**Fuente:** Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021

**Ejemplo 5:**

**Humano / Conejo**

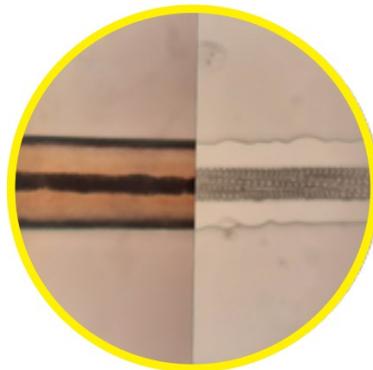


Ilustración 7. Elemento piloso humano en comparación con el de un animal.

**Tabla 9.** Diferencias entre el elemento piloso humano y animal.

<b>Forma:</b> Lacio	<b>Forma:</b> Lacio teñido
<b>Color microscópico:</b> Marrón Claro	<b>Color microscópico:</b> Blanco
<b>Crecimiento del cabello:</b> no se observa en la imagen	<b>Crecimiento del cabello:</b> no se observa en la imagen
<b>Extremo Distal:</b> ausente	<b>Extremo Distal:</b> no se observa en la imagen
<b>Cutícula:</b> Aplanada y gruesa	

<p><b>Cuerpos ovoides:</b> Ausentes</p> <p><b>Medula:</b> continua</p>	<p><b>Cutícula:</b> Irregular y delgada</p> <p><b>Cuerpos ovoides:</b> Ausentes</p> <p><b>Médula:</b> tipo escalera multiseriada</p>
--	--

**Fuente:** Cáceres Verónica P, et al; Tricología Forense, UNACH, editor. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021