

DIFERENCIACIÓN HISTOMORFOMÉTRICA DEL PELO BOVINO Y EQUINO PARA SU IDENTIFICACIÓN EN ANÁLISIS FORENSE

Dr. MVZ. Gerardo Cañete Betancourt MSc.¹ Dra. MVZ. Gretchen Bravo Mendiburt², Alexander Gómez Charón³

¹Profesor de Anatomía Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de la Habana, Cuba.

²Profesora de Salud y Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria, Habana, Cuba.

³Especialista del laboratorio de Histopatología, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de la Habana, Cuba.

e-mail manfredrh@gmail.com, manfred@unah.edu.cu

RESUMEN

El presente artículo, se realiza una diferenciación histomorfométrica del pelo bovino y equino que permita su identificación en análisis forense. Para esto se emplearon 10 animales, cinco bovinos adultos de la raza Siboney de Cuba y cinco equinos adultos de la raza Criolla. A los bovinos se les tomó muestras de pelo de cobertura (cabellos) de tres regiones corporales: a) Región del dorso, b) Región lateral c) Región ventral y a los equinos pelo de cobertura (cabellos) de la región dorsal del cuerpo, de la crin y de la cola. Las muestras fueron observadas al microscopio óptico con pantalla LCD, a los aumentos de 4X, 10X, 40X y 100X, para determinar cutícula, corteza, médula e índice medular. Como resultado se obtuvo que tanto el pelo bovino como el equino muestran un patrón morfológico e histomorfométrico basado en las características de las estructuras constitutivas: -cutícula, corteza y médula, que le permiten su identificación mediante análisis forense.

Palabras claves: Cabellos, Pelo, Análisis Forense, equino, bovino

INTRODUCCIÓN

Tiempo atrás, la ciencia forense era una disciplina exclusiva de los médicos, pero hoy en día los animales pueden ser tanto la causa, como la víctima de una acción ilegal, por lo que los conocimientos del veterinario serán requeridos en este ámbito (1; 2).

Aunque en ocasiones se denomina a la práctica veterinaria legal como veterinaria forense, es importante señalar que no existe esta especialidad legalmente

reconocida, como no existe tampoco una clara regulación, desde el punto de vista de la formación médico-legal y de la peritación veterinaria (3).

El papel del veterinario con preparación forense contribuye al éxito de las acusaciones de crueldad animal colaborando y enseñando medidas de aplicación de la ley en la escena del crimen, buscando pruebas que pueden ser irrelevantes o inexistentes en otros tipos de casos, estableciendo una línea temporal precisa, formulando una teoría sobre el crimen, demostrando la premeditación y la intencionalidad a través de los hallazgos de la necropsia y las pruebas recogidas en la escena y testificando como perito (4).

El pelo es uno de los indicios que con mayor frecuencia aparece en el lugar del suceso, pues en los hechos que guardan relación con animales, de una forma u otra, el pelo tendrá una gran importancia desde el punto de vista criminalístico (5; 6; 7). La investigación microscópica de muestras de pelos de animales puede proporcionar información valiosa y útil tanto para la biología como para la ciencia de laboratorio forense (8).

La identificación del pelo animal no es empleada únicamente por científicos forenses. La identificación del pelo es una herramienta importante utilizada por los biólogos de la vida silvestre, arqueólogos, antropólogos y conservadores de textiles. Muchos investigadores han descrito las características morfológicas del pelo, han ideado claves y han revisado la ciencia de la identificación del animal-pelo (9).

Los estudios de pelos de animales se han llevado a cabo en el campo de la ciencia forense. (10) determinaron que la fracción medular se podía usar para distinguir de manera confiable entre perros y gatos. (11) describieron las características microscópicas que pueden usarse para discriminar entre los pelos de animales que tienen más probabilidades de encontrarse en casos forenses.

Diferencias de las características del pelo en algunas especies.

Al examinar los elementos filamentosos, es frecuente encontrar ciertas características, que son distintas a las comúnmente observadas, tales como: colores diversos, que van desde gris, café hasta rojo, o estructuras demasiado finas, pudiendo inclusive detectar un incremento en los diámetros medulares y totales: al mismo tiempo, existe una diferencia marcada en la distribución celular; por lo que es importante confirmar o rechazar que se trata de un pelo humano (12).

El pelo de los carnívoros, tienen una punta larga que termina en forma cónica y varía de especie a especie; una de las características más sobresalientes, la constituye el índice medular, el cual, en la inmensa mayoría, es mayor a 0.5 y el diámetro total, de 150 micrómetros, pudiendo tener rangos variables de acuerdo a la especie (13).

(13) en cuanto a la médula, se reconocen cinco patrones, mismos que deberán identificarse en forma apropiada para emitir juicios adecuados:

Seriada: Cuyo, hámster, marta y bisonte.

Escalera o celosía: Borrego, tejón, topo, perro.

Vacuolar: Cacomixtle y zorra gris.

Enrejado: Conejo, caballo y vaca.

Amorfa: Llama.

Las características celulares revisten gran importancia y el estudio cuidadoso es imprescindible; de ahí, que sea menester determinarlas con precisión. En términos generales, son: coronales: en borrego, camello, marta, oso polar, borrego merino, cuyo y mono araña; espinosas: zorras gris y cacomixtle. En varias especies, tales como la foca, el hámster y el ratón son de tipo mosaico. (14).

(13) las características del pelo según la especie son:

Vaca

De tipo oval o circular; el contorno es regular y la médula normalmente estrecha, en enrejado. Las células cuticulares son coronales y del tipo mosaico.

Cerdo

Contorno liso, diámetro total irregular y frecuentemente muestran una punta deshilachada. La médula es discontinua y triangular al corte. El patrón cuticular es ondulado, coronal e irregular.

Caballo

Los pelos de la crin, tienen una médula amplia en celosía o enrejado, aunque en ocasiones, carece de esta característica; la cutícula es delgada y el patrón celular es corona, ondulado e irregular.

Perro y gato

Son regulares en su contorno, lisos con punta que tiende a ser cónica, alargada y la médula es continua. Los pelos de la subcapa presentan irregularidades; la médula es en escalera y las células cuticulares, son coronales y de tipo mosaico (15).

El pelo es considerado un indicio importante en una gran variedad de crímenes. Las pericias sobre pelos tienen gran importancia, a pesar de que los investigadores aún no han tomado total conciencia de ello. La búsqueda también es importante (13).

El estudio del pelo animal, que rara vez se realiza en medicina veterinaria, representa una herramienta útil en la investigación forense veterinaria y la biología ya que permite identificar el transporte ilegal de animales sacrificados, la caza furtiva o los delitos contra la vida silvestre, el fraude en la industria textil y de la piel, la trazabilidad de los depredadores e identificación de sus víctimas, etc. (8).

El cabello es muy resistente a la descomposición y esta propiedad hace del cabello un tipo de evidencia física casi ideal. Al igual que otras técnicas forenses, tales como las huellas dactilares, las muestras de escritura a mano y las armas de fuego, la comparación científica del cabello ha sido bien establecida en el laboratorio forense del mundo. Además del análisis morfológico, se pueden realizar investigaciones de

ADN nuclear y mitocondrial para proporcionar información más completa y evidencias físicas irrefutables, aunque son más costosos y requieren más tiempo de laboratorio (8;16).

La evaluación de las características compartidas y distintivas es esencialmente el proceso utilizado en los exámenes forenses del cabello. Las características microscópicas permiten clasificar el cabello en grupos más pequeños, como ser humano o animal, grupo racial, área del cuerpo, color, fase de crecimiento, etc. (17; 18).

Durante el curso de una investigación criminal muchos tipos de evidencia física son encontrados, una de las más comunes es el pelo. La identificación y comparación de pelos humanos y animales puede ser útil demostrando contacto físico con un sospechoso, víctima y escena del crimen (19).

Los pelos generalmente son de naturaleza estable, por lo que los científicos forenses pueden usar este tipo de evidencia más fácilmente en ambientes que se han degradado otra materia biológica (20).

La evidencia del cabello es transitoria y debido a esto, la evidencia se transferirá y persistirá dependiendo de ciertos factores. Al comprender la transferencia y la persistencia, los marcos temporales en los que se produjo cierto contacto pueden ayudar a reconstruir una escena del crimen y comprender si la evidencia se ha transferido en el momento del crimen, por lo que es evidentemente útil (21).

También puede proporcionar información sobre cualquier uso de drogas de un individuo. Cualquier daño en el cabello también puede proporcionar al investigador información sobre el crimen y los posibles sospechosos; esto incluye el calor, la descomposición y el daño por hongos (21).

La evidencia del cabello de animales se ha utilizado con éxito en la resolución de muchos crímenes humanos; por ejemplo, cuando el pelo de perro doméstico ha sido transferido de la ropa del dueño del perro a una víctima de un crimen durante un asalto. La información que se puede obtener de un pelo de animal es el mismo que en el cabello humano, aunque no se aplica alguna información, como el origen étnico (21).

(5) y (22) han señalado que, con el uso de sus esquemas de identificación, incluso los examinadores sin experiencia pueden identificar con precisión la especie de un animal a partir de su pelo.

Aunque se reconoce que la identificación del pelo de los animales es una de las más difíciles análisis intentados por científicos forenses. Las posibles explicaciones para esto incluyen: la variación que puede existir dentro de una especie; la variación en la terminología utilizada en las claves de identificación de especies; la naturaleza subjetiva del análisis (ninguna característica única permitirá la identificación de una especie); y el hecho de que los pelos de especies estrechamente relacionadas pueden mostrar características similares (22; 23).

Caracterización morfológica del pelo bovino

El pelo bovino muestra un patrón compacto característico, cubre casi la totalidad de la superficie del cuerpo. Se pueden distinguir los pelos ordinarios (cubierta), que determinan el color del animal, con variaciones que se encuentran en ciertos lugares. Entre estos últimos se hallan los pelos táctiles (*pili tactiles*) alrededor de los labios, hollares y ojos; las pestañas o cilios, los resistentes, del oído externo, y los vibradores de la nariz. En la vaca el pelo de la región frontal está a menudo rizado, no existe crín y los pelos largos de la cola sólo se presentan en su extremo y forman la brocha (*cirrus caudae*) (24).

Los pelos están compuestos de células epidérmicas y constituidos (de dentro afuera) de tres partes: cutícula compuesta de células córneas semejantes a escamas que se solapan entre sí de una forma semejante a las tejas de los tejados; el córtex, de células fusiformes unidas unas con otras y contienen pigmento, y la médula, parte central formada por células polihédricas cúbicas y contienen algunos pigmentos y espacios aéreos (24).

Las escamas de la cutícula en la vaca muestran un patrón de tipo de onda regular o irregular, son transversales e imbricadas y generalmente una escala ocupa una fila. Los márgenes de la escala son distantes, ondulados y con muescas en algunos lugares o con márgenes suaves en algunas escalas. La médula en la vaca es continua, simple y recta o irregular (con apariencia dispersa en algunos lugares) con márgenes rectos y puede tener algunas zonas amorfas (25).

Caracterización morfológica del pelo equino

Los pelos (*pili*) se diferencian en pelos largos, pelos ordinarios y pelos de lana. Los pelos principales son muy pocos en número y se distribuyen irregularmente. Los pelos largos se producen en el caballo en la cabeza como el mechón (*cirro capitis*), en el cuello como la melena (*juba*) y en la raíz de la cola como el cirro caudae. En muchas razas equinas hay un mechón distinto de pelos en la superficie de flexión del menudillo de la extremidad torácica o pélvica (*cirrus pedis*). Las otras partes de la piel están cubiertas con pelos ordinarios y pelos de lana, que son de carácter variable según la temporada. Las raíces de estos pelos se encuentran generalmente oblicuas a la superficie en la dermis. Los tractos capilares están formados por esta alineación. Los pelos pueden erigirse por la contracción de las células musculares lisas (*mm. Arrectores pilorum*), que están inervadas por nervios simpáticos (26).

Las escamas de la cutícula en los pelos de caballo son de tipo imbricadas, irregular en su disposición, aplanadas, transversales y alargadas. Los márgenes de la escala son suaves regulares o casi regulares, pero la distancia es desigual (amplia y estrecha). En algunos lugares, las escamas están en ángulo con respecto al eje del cabello, las porciones medias de las escamas (generalmente de forma triangular) sobresalen y, a veces, se superponen (25 y 27).

El diámetro de la médula en pelos de caballo varía en diferentes razas. La médula de pelo de caballo es simple, estrecha, multiseriada, uniseriada, continua, de

estructura fragmentaria que coincide parcialmente con la descripción como patrón discontinuo y fragmentario. El pigmento en la médula está presente en su periferia, demarcándolo de la corteza. La médula ubicada en el centro es ovalada o aplanada en los pelos del caballo y está débilmente desarrollada; fragmentado o ausente en la base del cabello (25 y 28).

El presente artículo fue realizado con el **objetivo** de diferenciar histomorfométricamente el pelo bovino y equino que permita su identificación en análisis forense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron utilizados 10 animales, cinco bovinos adultos de la raza Siboney de Cuba y cinco equinos adultos de la raza Criolla. Los animales seleccionados para la obtención de muestras contaron con buena salud y buenas condiciones corporales.

A los bovinos se les tomo muestras de pelos de cobertura (cabellos) de tres regiones corporales: a) Región del dorso, b) Región lateral c) Región ventral.

A los equinos se les tomó muestras de pelo de cobertura (cabellos) de la región dorsal del cuerpo, de la crin y de la cola.

Para la toma de muestra se utilizó una pinza metálica con puntas de goma según lo que propone (29), y para el envío al laboratorio, se almacenaron en contenedores plásticos debidamente identificado, teniendo en cuenta el animal y la región donde se extraiga. Luego fueron llevados al laboratorio de histología donde se observó a través de un microscopio óptico con pantalla LCD, a los aumentos de 4X, 10X, 40X y 100X.

Utilizando el software *TouchScope* versión 2.5.6, se analizaron sus características morfológicas, teniendo en cuenta la cutícula (Ancho, tipo de escamas y características del borde), corteza (ancho, textura y la existencia o no de pigmento), médula (presencia, tipo, diámetro y características de los bordes), estos son elementos constituyentes claves en la morfología pilosa que son de fácil identificación microscópica en análisis forense para el reconocimiento de especie animal.

Se tomaron las medidas del diámetro del cabello y de la médula con la intención de establecer el índice medular como una de las características más importante en el reconocimiento de especies en el análisis forense. Para la determinación del índice medular se empleó la siguiente ecuación:

$$IM = \frac{DM}{DC}$$

Donde:

IM = Índice Medular

DM = Diámetro Medular

DC = Diámetro del Cabello

Análisis estadístico

Para el procesamiento estadístico se tomaron las medidas diámetro medular y del cabello correspondiente a cada uno de los cabellos obtenidos en las diferentes regiones corporales de ambas especies en estudio.

Fueron agrupadas las medidas de índice medular por las diferentes regiones corporales y se le realizó un análisis de varianza simple (ANOVA simple) para detectar diferencias significativas entre grupos e intragrupo, además de un test de rangos múltiples para validar la homogeneidad de la muestra. Todo este análisis se realizó con un nivel de confianza superior al 95%.

RESULTADOS

Una vez analizada la histomorfometría del cabello bovino y equino tomada en varias regiones corporales, se procede a la descripción de características estructurales básicas utilizadas para la identificación en análisis forense, basado esencialmente en la cutícula, corteza y médula

Cutícula

Al microscopio óptico con aumento de 100x se observa (Anexo 1):

El cabello de bovino muestra una cutícula delgada, las escamas son coroneales en forma de mosaico con bordes aserrados y aplanados de manera irregular.

En el equino es delgada e imbricada, teniendo en cuenta la forma de los bordes de la escala y su distancia, se considera crenado con ondas irregulares y espacios intermedios.

Corteza o córtex

En aumento de 40x se observa (Anexo 2):

El cabello bovino presenta una corteza delgada de color pardo oscuro, con una textura ligera (no muy pigmentada) o sea, presencia de gránulos de pigmentos aislados de color marrón oscuro a negro, distribuidos de manera irregular por toda la corteza que varían en dependencia del color del pelo, en pelos blancos no se evidencian pigmentos (Anexo 3).

En el equino una corteza gruesa de color pardo oscuro, con una textura ligera con presencia de pigmentos aislados de color marrón oscuro a negro, se encuentran

distribuido de manera irregular por toda la corteza, esta característica influye en el color del pelo, en los pelos blancos no se encontraron pigmentos, en los cabellos de la crin la corteza se muestra más abundante con presencia de gránulos de pigmentos.

Médula

En aumento de 40x se observa:

El pelo bovino presenta una médula de color negro sin espacios vacíos, es de forma continua, a todo lo largo del cabello de manera central con apariencia dispersa en algunos lugares, específicamente en la punta del pelo, y sus bordes son lisos.

El equino presenta una médula angosta de manera continua en los pelos del cuerpo y de la cola, no así en los pelos de la crin donde se observa discontinua fragmentada. En los pelos del cuerpo y de la cola se encuentran bordes aserrados o muescado.

Índice medular

Índice medular en bovinos

Además de las características antes mencionadas también fue determinado como aspecto distintivo para la identificación forense el índice medular.

En la tabla 1. se muestra el comportamiento de las medias de índice medular en cada uno de los grupos realizados con los pelos de las regiones corporales y la media total de todas las muestras en conjunto. Los resultados indican que el cabello bovino presenta un índice medular de 0,60 indicando que ocupa cerca de dos tercios del diámetro del cabello,

Tabla 1. Comportamiento de las medias de los índices medulares del pelo de las diferentes regiones corporales en estudio

Áreas	Muestra	X	ES	Límite Inferior	Límite Superior
Dorsal	5	0,60	0,00812404	0,587484	0,612516
Lateral	5	0,60	0,00812404	0,589484	0,614516
Ventral	5	0,59	0,00812404	0,579484	0,604516
Total	15	0,60			

Los resultados del análisis de varianza se muestran en la tabla 2. donde se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos e intragrupos, esto indica que los valores del índice medular se comportaron de manera similar en cada uno de los grupos formados con las muestras de cabellos recogidas.

Tabla 2. ANOVA Simple entre los índices medulares y los diferentes grupos

Contraste	Diferencia	+/- Límites	Sig.
1 - 2	-0,002	2,50327	-
1 - 3	0,008	2,50327	-
2 - 3	0,001	2,50327	-

- Indica que no existe diferencia significativa

Al realizar un test de rangos múltiples se corrobora que las muestras obtenidas son homogéneas, la tabla 3. muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0. Todo este análisis se realizó con un 95% de confianza.

Tabla 3. Test de rangos múltiples

Áreas	Muestra	X	X²	Grupos Homogéneos
Dorsal	5	0,60	0,00025	X
Lateral	5	0,60	0,00047	X
Ventral	5	0,59	0,00027	X

Índice medular en equinos

Además de la realización del estudio de las características estructurales distintivas de la morfología pilosa del equino resalta que uno de los aspectos de vital importancia en la identificación de especie en análisis forense es el índice medular.

En la tabla 4 se observa en comportamiento de las medias del índice medular en cada una las zonas donde fueron tomadas las muestras de cabellos. Puede evidenciarse que el comportamiento fue en cada área una media de 0,47 a 0,49. El promedio general de estas mediciones fue de 0,48 estas medidas se encuentran dentro del rango del segundo tercio del diámetro general del pelo.

Tabla 4. Comportamiento de las medias de los índices medulares del pelo de las diferentes regiones corporales en estudio

Áreas	Muestra	X	ES	Límite Inferior	Límite Superior
Crin	5	0,48	1,37113	45,6876	49,9124
Cuerpo	5	0,49	1,37113	46,6876	50,9124
Cola	5	0,47	1,37113	45,2876	49,5124
Total	15	0,48			

En la tabla 5 se muestran los resultados de la comparación de medias a través de un análisis de varianza (ANOVA simple). Los resultados indican que no existen diferencias significativas entre los grupos e intragrupos, lo que indica que el comportamiento del índice medular en cada una de las regiones corporales fue similar.

Tabla 5. ANOVA Simple entre los índices medulares y los diferentes grupos

Contraste	Diferencia	+/- Límites	Sig.
1 - 2	-1,0	4,22488	-
1 - 3	0,4	4,22488	-
2 - 3	1,4	4,22488	-

- Indica que no existe diferencia significativa

Al realizar un test de rangos múltiples te permite comprobar que las muestras obtenidas son homogéneas, además demuestra (tabla 6) que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0. Todo este análisis se realizó con un 95% de confianza.

Tabla 6. Test de rangos múltiples

Áreas	Muestra	X	X²	Grupos Homogéneos
Crin	5	0,48	0,00082	X
Cuerpo	5	0,49	0,00097	X
Cola	5	0,47	0,00103	X

DISCUSIÓN

En consecuencia, con lo que expresan (30) los pelos son uno de los más importantes recursos forenses y con frecuencia proporcionan valiosos elementos sobre la identificación de especies animal. A su vez Pilco (2008) asegura que la importancia del pelo como elemento de estudio forense radica en su resistencia a la descomposición, manteniendo sus características a lo largo del tiempo, e incluso en el cadáver luego de transcurrido considerable tiempo de la muerte, por lo que es una de las pocas muestras biológicas que se conservan a lo largo del tiempo, siendo posibles de someterse a estudio.

En el presente estudio se realizó una descripción de los elementos morfológicos constituyentes del cabello del bovino y del equino, que posibilitan la identificación mediante análisis forense.

Estos resultados favorecen el proceso de identificación y reconocimiento de cadáveres en delitos relacionados con la vida animal especialmente con el ganado

mayor, (7) hace referencia que el código penal cubano tiene previsto los delitos en el que se incluye a los animales, como el hurto y sacrificio ilegal de ganado mayor.

La identificación de la especie animal en actos delictivos de esta índole se basa en indicios hallados en áreas de enterramiento donde solamente se aíslan elementos óseos, piel y pelo.

En la presente investigación se hace una descripción morfológica e histomorfométrica de las partes constitutivas del pelo, valorando las características particulares de cada especie, teniendo en cuenta el bovino y el equino.

El pelo bovino tiene gran similitud con el equino en cuanto a la morfología de la cutícula y de la corteza, donde mostraron una cutícula delgada con bordes irregulares, se observa mayor regularidad en los equinos, (13) asegura gran similitud, solo notándose variabilidad en la regularidad de los bordes de la cutícula en el caballo. (31) en comparación con varias especies concuerda que la cutícula del bovino es muy similar a la de equino esencialmente en la forma de los bordes y la disposición de las escamas.

La corteza a su vez se muestra en ambas especies en estudio muy semejante, de textura ligera, poco pigmentada, o sea, presencia de gránulos de pigmentos aislados de color marrón oscuro a negro claro, en el equino se muestra ligeramente más pigmentada y de color marrón. En el caso de la crin la corteza se muestra más abundante con presencia de gránulos de pigmentos.

En cuanto a la médula se encuentran la mayor diferencia, teniendo en cuenta el ancho con respecto al diámetro del pelo el bovino muestra una médula más ancha que corresponde a dos tercios del diámetro total del pelo. Al respecto (32) reconoce que, en el caso del bovino, se observa un patrón de canal medular uniseriado. En cambio, en el equino se muestra una médula más irregular estrecha de manera continua en los pelos del cuerpo y de la cola, no así en los pelos de la crin donde se observa discontinua y fragmentada, con respecto a esto no hay relación lo descrito por (13) quien describe que los pelos de la crin, tienen una médula amplia en celosía o enrejado, aunque en ocasiones, carece de esta característica.

El índice medular constituye una de los aspectos de la histomorfometría más relevante para la determinación de especies, esencialmente cuanto se trata de animales que presentan patrones medulares análogos. El bovino mostró un índice medular de 0,60, el cual ocupa cerca de dos tercios del diámetro total del pelo. En el caso del equino se muestra un índice medular de 0,48 casi la mitad del diámetro total del pelo. Al respecto (33); (30); (34) le atribuyen gran importancia al índice medular para la identificación de especie e incluso su diferenciación con el pelo humano, coinciden además de que pelo animal en sentido general muestra un índice medular alrededor de 0,50.

COCLUSIONES

Tanto el pelo bovino como el equino muestran un patrón morfológico e histomorfométrico basado en las características de las estructuras constitutivas, -cutícula, corteza y médula, que le permiten su identificación mediante análisis forense.

Las estructuras del pelo bovino que más útiles resultaron para análisis forense de identificación de especie fue las características de la corteza, la médula y esencialmente el índice medular.

El pelo del equino mostró variaciones particulares en los pelos del cuerpo y cola con el de la crin, basados en la forma de la médula, las características más útiles para determinación de especie mediante análisis forense resultó ser la pigmentación de la corteza, las características de la médula y su índice medular.

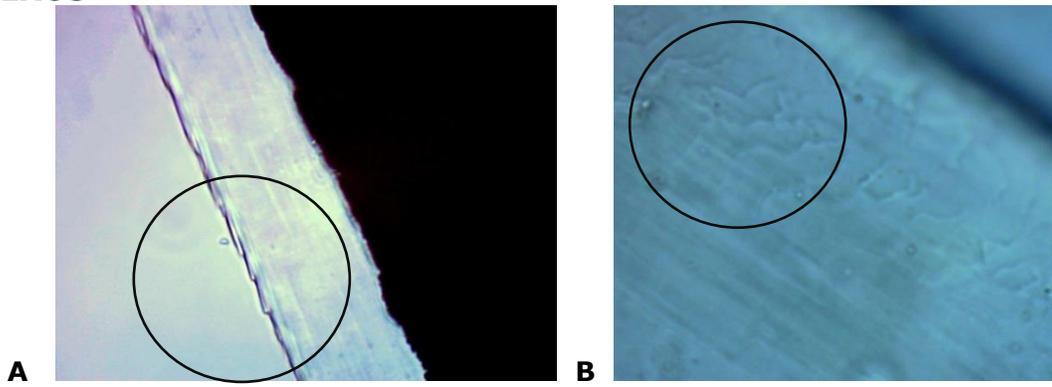
REFERENCIAS

1. Cooper J, Cooper M. Introduction to Veterinary and Comparative Forensic Medicine. 1ra ed. Oxford, USA: Blackwell Publishing Ltd; 2007.
2. Pérez V. Medicina Forense Veterinaria: Examen Post-Mortem, situación actual y papel del veterinario frente a casos de maltrato animal. [Trabajo de Diploma]. Zaragoza, España: Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza; 2016.
3. Anadón A, Díaz P. La Cuestión de la Veterinaria Forense. Buenos Aires, Argentina, 2008. pp. 14-19
4. Gerdin J, Mcdonough S. Forensic Pathology of Companion Animal Abuse and Neglect. Vet. 2013; 50 (6): 994-1006.
5. Petraco N. A microscopical method to aid in the identification of animal hair. The Microscope. 1987; 35: 83-92.
6. Robertson J. Forensic Examination of Hair. London, UK: Taylor & Francis; 1999.
7. Correa F. Medicina Forense Veterinaria. Argentina: Ilustrados; 2007.
8. Lungu A, Recordati C, Ferrazzi V, Gallazzi D. Image analysis of animal hair: morphological features useful in forensic veterinary medicine. Lucrari Stiintifice Medicina Veterinara. 2007; 40: 439-446.
9. Moore T, Spence L, Dugnolle C. Identification of the dorsal guard hairs of some mammals of Wyoming. Cheyenne, Wyoming: Ed. Wyoming Game and Fish Department; 1974.
10. Peabody A, Oxborough R, Cage P, Evett I. The discrimination of cat and dog hairs. Journal of the Forensic Science Society. 1983; 23: 121-29.
11. Deedrick DW, Koch SL. Microscopy of Hair Part 1: A Practical Guide and Manual for Human Hairs. Forensic Science Communications [en línea] enero 2004 [Citado 20 enero 2019]; 6 (1). Disponible en: https://archives.fbi.gov/archives/about-us/lab/forensic-science-communications/fsc/jan2004/research/2004_01_research01b.htm.

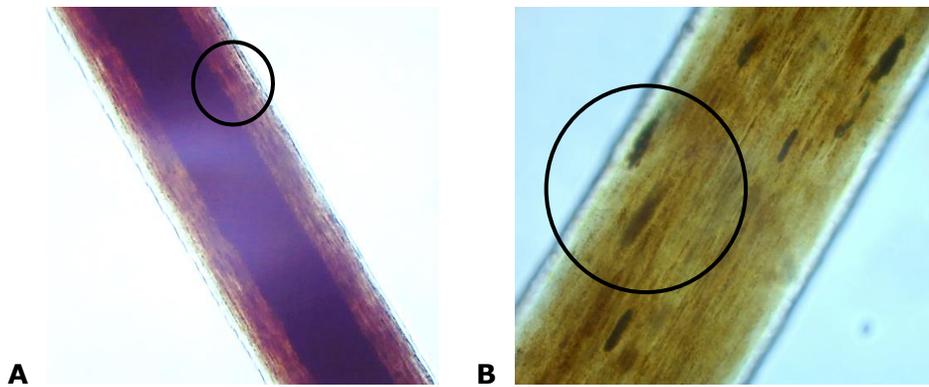
12. Banfield C. Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio. Barcelona: Elsevier; 2008.
13. Vázquez LM. Pelos como tipo de indicio en un hecho delictivo. [Tesis de Maestría]. D.F,México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2013.
14. Escalonilla T, Gómez I. Anatomía y fisiología humanas básicas. México: Akal; 2008.
15. Moreno G. Displasias pilosas [en línea]. México; 03 abril 2011 [Citado 11 octubre 2018]. Disponible en: <http://piel-org/libreria/item/1277>.
16. Houck M, Bisbing R, Watkins T, Harmon R. The Science of Forensic Hair Comparison and the Admissibility of Hair Comparison Evidence. *Journal of Forensic Sciences*. 1984; 29: 780-786.
17. Bell L. Forensic Science in Support of Wildlife Conservation Efforts.Morphological and Chemical Approaches (Global Trends). *Forensic Science Review*. 2011; 23 (1): 31-36.
18. Chattha SA, Anjum KM, Altaf M, Yousaf MZ. Hair mounting technique: helpful in conservation of carnivores. *Fuuast Journal of Biology*. 2011; 1 (2): 53-59.
19. Kshirsagar S, Singh B, Fulari SP. Comparative Study of Human and Animal Hair in Relation with Diameter and Medullary Index. *Indian Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 2009; 2 (3): 105-108.
20. Taupin J. Forensic hair morphology comparison a dying art or junk science? *Science and Justice*. 2004; 44 (2): 95-100.
21. Bailey D. Practical Veterinary Forensics. London, UK: British Library; 2016.
22. Moore J. A key for the identification of animal hairs. *Journal of the Forensic Science Society*. 1988; 28: 335-339.
23. Wildman A. The Microscopy of Animal Textile Fibres. Leeds, England: Wool Industries Research Association; 1964.
24. Getty R, Sisson S, Grossman JD. Anatomía de los Animales Domésticos: tomo 1. 5 ed. Barcelona,España: Masson, S.A; 2001. pp. 281-287. ISBN 84-458-0722-6.
25. Gharu J, Trivedi S. Comparison of cuticle scale patterns, medulla and pigment in hairs of domestic goat, sheep, cow and buffalo from Rajasthan (India): section b: biological sciences. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*. 2015; 5 (1): 570-577.
26. Budras K, Sack W, Rock S. Anatomy of the Horse. 5 ed. Hannover, Alemania: Schlattersche; 2009. ISBN 978-3-89993-044-3.
27. Chernova O. Microstructure of skin derivatives as a reflection of phylogenesis of vertebrates. *Russian J Dev Biol*. 2010; 41 (5): 326-335
28. Spasskaya N, Chernova O, Ibraev M. Microstructural characteristics of hair of pleistocene mummy of Bilibino horse *Equus sp*. *Moscow Univ Biol Sci Bull*. 2012; 67 (1): 4954.
29. Pilco N. Manual de Tricología Forense. Arequipa, Colombia, 2008. pp. 80-95.
30. Álvarez MD, Mateos J. Manual de criminalística y ciencias forenses: Estudio forense de pelos. Mendoza,Argentina, 2012. pp. 196-216

31. Ahmed Y, Ali S, Ghallab A. Hair histology as a tool for forensic identification. EXCLI Journal [en línea] julio 2018 [Citado 24 abril 2019]; 17. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17179/excli2018-1478>.
32. Rojas NE, Muñoz G, Cruz A. Importancia del microscopio en el análisis de pelos en la Criminología. Revista de la Escuela de Medicina Legal [en línea] febrero 2012 [Citado 11 abril 2019]; 19. Disponible en: http://dx.doi.org/10.5209/rev_REML.2012.v19.39467. ISSN 1885-9577.
33. Rebossio DA. Estudio Pericial Del Pelo. [Trabajo de Diploma]. Buenos Aires, Argentina: Instituto de Ciencias Criminalísticas y Criminología de la Universidad Nacional del Nordeste; 2008.
34. Gerdin J, Mcdonough S. Forensic Pathology of Companion Animal Abuse and Neglect. Vet. 2013; 50 (6): 994-1006.

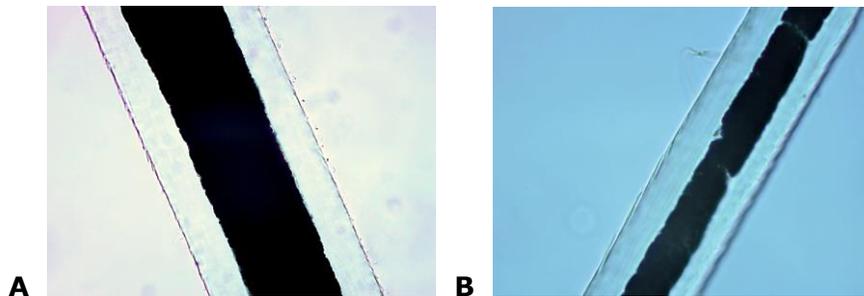
ANEXOS



Anexo 1: Microfotografía del pelo (A) Bovino (B) Equino, observada con lente 100x, se muestra la forma de la cutícula en ambas especies



Anexo 2: Microfotografía del pelo (A) Bovino (B) Equino, observada con lente 40x, Muestra la pigmentación de la corteza



Anexo 3: Microfotografía del pelo (A) Bovino (B) Equino, observada con lente 40x, no muestra pigmentación la corteza del pelo blanco