

AREA DE INVESTIGACIÓN: SISTEMAS DE PRODUCCION ANIMAL, EXTENSION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS

NOVEDOSO PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y HACES DE FIBRAS EN PIEL DE CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS

Novel method for measurement of fiber density and fiber bundles in the skin of South American Camelids

Quispe, E.C.^{1*}, Poma, A.G¹ y Quispe, M.D.²

¹Vicepresidencia de Investigación, Universidad Nacional Autónoma de Chota, Jr. José Osores, 418, Chota - Cajamarca.

²Departamento de Operaciones. Maxcorp Technologies S.A.C., Calle Felipe de Zela 796, Santa Anita, Lima

E-mail para correspondencia: equispe@unach.edu.pe

RESUMEN

La densidad de fibras, a pesar de su importancia en el mejoramiento genético, constituye uno de los caracteres menos conocidos y deficientemente valorados a razón probable de su dificultad para su medición. Por ello se ha desarrollado un novedoso procedimiento con el objetivo de evaluar la densidad (DF), haces de fibras por conductos (DC) y la relación N° de fibras/N° de conductos (RF/C) en alpaca y llamas en forma no invasiva. El procedimiento involucra cuatro etapas: Preparación de la piel y fibras, captura amplificada de imágenes de piel y fibras e animal vivo, almacenamiento de imágenes, finalmente el procesamiento de las imágenes y presentación de datos, para las cuales se utiliza un microscopio digital portátil modificado y un ordenador donde se encuentra instalado un software propietario desarrollado en lenguaje C. Los resultados del procedimiento muestran que las imágenes obtenidas en piel de alpacas y llamas vivas son nítidas, vislumbrándose haces hasta de 4 fibras en alpacas Huacaya y llamas Ccara, con promedios \pm error estándar (EE) para DF de 19.4 ± 1.89 y 12.73 ± 1.41 , DC de 8.20 ± 0.71 y 6.77 ± 2.26 y RF/C de 2.38 ± 0.17 y 1.89 ± 0.63 , respectivamente para alpacas y llamas. Se concluye que el procedimiento permite obtener al menos 3 características de piel de llamas y alpacas, con la posibilidad de extender su uso en otras especies.

Palabras clave: Densidad de fibra, procedimiento, haces de fibras, camélidos

ABSTRACT

Despite its importance in genetic improvement, the fiber density is one of the least known and poorly valued characters, probably due to its difficulty in measuring it. Therefore, a novel procedure has been developed with the objectives to measurement no-invasively, the fiber density (FD), fiber bundles by ducts (DD) and relationship between N° of fibers/N° of ducts (RF/D) in South American Camelids (SAC). The new technique involves four steps: skin and fiber preparation in live animal, capture of skin and fiber amplified images, image storage and image processing and data presentation. A portable digital microscope modified and a computer where a proprietary software developed in C language is installed were used. The results of the procedure show that the images obtained in alpacas and llamas skin are clear, with up to 4 fibers visible in Huacaya alpacas and Ccara llamas. The averages \pm standard error (SE) of FD are 19.4 ± 1.89 and 12.73 ± 1.41 , for DD are 8.20 ± 0.71 and 6.77 ± 2.26 and for RF/D are 2.38 ± 0.17 and 1.89 ± 0.63 respectively for alpacas and llamas. It is concluded that the procedure allows obtaining at least 3 characteristics of llama and alpaca skin, with the possibility of extending its use in other species

Key words: Fiber density, procedure, fiber bundles, camelids

INTRODUCCION

La densidad de fibras (y/o pelos) es “el número total de fibras (y/o pelos) que crecen en una unidad definida de área de piel” (Burns y Miller, 1931; Bell et al., 1936), sin embargo Bosman (1934) considera éste concepto debería complementarse con el diámetro de fibra y ser expresado en términos de porcentaje de superficie de área realmente ocupado por las fibras.

La densidad de las fibras y la densidad folicular están relacionadas con la producción y calidad de fibras, de modo que a mayor densidad existe mayor peso y por lo tanto menor diámetro de la fibra (Arana, 1972; Scobie y Young, 2000), sin embargo la cantidad de lana o fibras producida por las ovejas, camélidos, conejos, cabras, está en función a la variación entre animales, por efecto del medio ambiente temporal y el permanente; y el primer aspecto es influenciado por el área corporal del animal, diámetro de las fibras, longitud de mecha y la densidad, siendo este último un criterio importante para la selección animal, siendo necesaria la implementación de metodologías precisas para su medición (Mathews, 1951).

El método más común para obtener la densidad de fibra es coger con la mano un conjunto de mechales en el animal, y determinar la compactación y densidad táctilmente, pero Bell et al. (1936), demostraron que este es un método “groseramente impreciso”. Otro método es el conteo de una porción de 500 fibras previamente pesadas y por ponderación, con el peso de una porción más grande tomada de un área determinada se estima el número de fibras (Bosman, 1934). Burns y Miller (1931), tomaron en cuenta el peso de la muestra, el volumen de la lana y la gravedad específica de la lana; mediante la fórmula $N = \frac{W}{S \cdot A \cdot L}$, donde N es el número de fibras, S la gravedad específica de la lana adoptada como una constante 1.30, A es el promedio del área seccional de las fibras y L es la longitud promedio de la medición de 50 fibras tomadas aleatoriamente.

Tao (1994) determinó la densidad, con muestras de piel de conejos Rex sacrificados en 3 áreas: hombro, espalda, y grupa, considerando el número de fibras por cm² de área, con ayuda de un microscopio de proyección. Naandam y Assan (2014), trabajaron con seis secciones de muestras de 6.54 cm² de piel de cabras previamente desolladas, estas técnicas se usan únicamente en pieles de animales que previamente han sido sacrificados. Una técnica no invasiva es la de impresiones de piel que consiste en la aplicación de un vinil polisiloxano a una pequeña región de piel previamente rasurada, estas impresiones son sometidas a SEM para su conteo y observación; pueden ser usadas para examinar la agrupación de fibras en haces y la densidad de haces en la piel (Nagorcka et al., 1995). Nagorcka et al. (1998).

En referencia a equipos e instrumentos se cuenta con la patente de Fang et al. (2013a) referido a un instrumento de detección de finura y densidad de fibras del pelaje de conejo Rex, compuesto por un microscopio, un dispositivo para peinar las fibras y un procesador de imágenes basado en la visión artificial, que permite obtener el diámetro de las fibras y la densidad del pelaje en conejos, ovejas, cabras y otros animales. Asimismo la patente de Fang et al. (2013b) que es un detector de la finura y densidad de fibras de prendas de vestir en base al pelo de conejo Rex, mientras que la patente de Cheng et al. (2013) es un sistema de detección de la finura de fibra y densidad de prendas de pelo de conejo Rex, basado en la captura de imágenes. Finalmente, la patente US5331472A está referido a un aparato para medición de la densidad de pelo (Rassman, 1994), el cual se coloca sobre la zona del cuero cabelludo previamente preparada, que permitiendo contar, tomar fotografía o procesar la información en el cabello humano.

Los procedimientos y equipos utilizados a la fecha resultan ser muy engorrosos y toman mucho tiempo (Burns y Miller, 1931; Bosman, 1934).), algunos utilizan equipos muy sofisticados (Nagorcka et al., 1998), otros son invasivos (Tao, 1994; Naandam y Assan, 2014) y otros solo determinan densidad de pelaje (Fang et al., 2013a; Fang et al., 2013b;

Cheng et al., 2013) o son de uso exclusivo en humanos (Rassman, 1994) y por tales razones se desarrolló el presente trabajo con la finalidad de determinar en forma precisa, rápida y no invasiva la densidad de fibras por superficie de piel, la densidad de conductos, la relación N° de fibras/N° de conductos y adicionalmente el porcentaje de conductos por cantidad de fibras o haces que emergen de ella.

MATERIALES Y METODOS

El procedimiento utilizado para la determinación de la densidad de fibras consideró 4 pasos (Figura 1): a) La preparación de la piel y fibras del camélido para la toma de información; b) La captura ampliificada de imágenes de piel y fibras en el animal vivo; c) Almacenamiento de imágenes y, d) Procesamiento de las imágenes y presentación de datos (4)

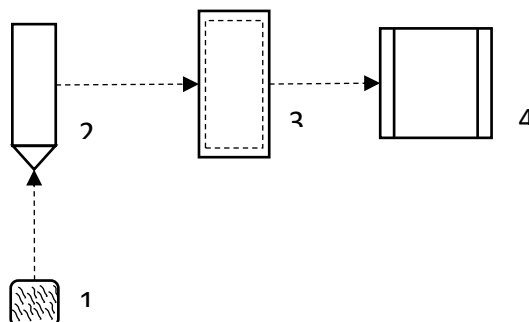


Figura 1. Esquema del procedimiento

La preparación de la piel y fibras, se realizó mediante el corte de las fibras con una tijera en una determinada zona corporal del animal en un área aproximada de 10x10 cm² y luego se rasuró la fibra con el uso de una navaja, dejando entre 0.2 a 0.4 mm de fibra desde su emergencia del respectivo conducto, para luego proceder al teñido, utilizando una mezcla de tinte y oxidante, culminando con el lavado y secado.

Para la captura de imágenes se calibró con dos áreas de imágenes (1x1 y 3x3 mm²), que permite la programación para una captura manual o automática; para ello se usó un microscopio digital con autoenfoco, capturándose 5 imágenes por zona corporal. Las imágenes fueron procesadas con un software propietario elaborado mediante lenguaje de programación C# que permitió el conteo de las fibras por cada conducto, obteniéndose: Promedio y desviación estándar de la densidad de fibras/mm², promedio y desviación estándar de la densidad de conductos/mm² y relación de N° Fibras/ N° de conductos.

La evaluación del procedimiento en campo se realizó en 5 alpacas y 6 llamas pertenecientes la Universidad Nacional de Huancavelica. Los resultados fueron procesados haciendo uso de estadística descriptiva y para las comparaciones entre de las diferentes variables se utilizó un análisis de varianza y la prueba de medias de Duncan, mediante el software estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El procedimiento permitió obtener imágenes nítidas para el conteo rápido y directo de la cantidad de fibras y conductos (Figura 2). Las imágenes al ser trabajadas bajo diferentes áreas de trabajo puede adecuarse a diferentes especies animales, teniendo en cuenta la densidad de fibras de cada especie animal, recomendándose que para animales con alta densidad (mayor a 40 fibras/mm²) - como en vicuñas -, utilizar un área de 0.25mm², con animales de densidad media (entre 10 a 40 fibras/mm²) - caso de llamas y alpacas - el área de 1.0 mm² resultaría conveniente. El procedimiento permite la evaluación entre 40 a 60 muestras por día, pudiendo incrementarse al utilizar el procesamiento de imágenes en forma automática.

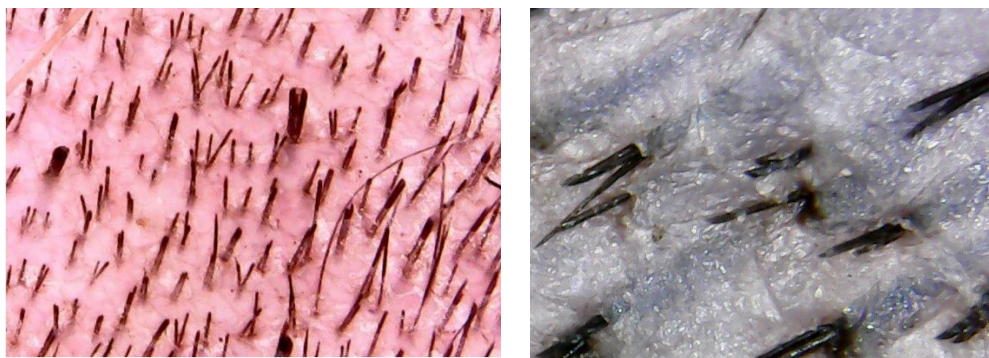


Figura 10: Imágenes capturadas de piel y fibras emergentes de llamas y alpacas. A la izquierda a menor aumento y a la derecha a mayor aumento, en llamas y alpacas respectivamente.

Resultados de DF, DC y RF/C se muestran en la Tabla 1, las que en alpacas es mayor a al de llamas, resultado concordante con la información científica, pues las alpacas han sido seleccionadas hace más de 3,000 años con fines de producción de fibra (Wang et al., 2003). Lamentablemente, no existe información científica sobre dichas características en estos animales, abriéndose un vasto campo de estudio alrededor de ella; sin embargo nuestros resultados se encuentran dentro del rango de la densidad folicular (entendiéndose que los folículos son la fuente de origen de las fibras) para alpacas y llamas que varían entre 14 y 25 folículos/mm² (Arana, 1972; Rodríguez, 2007).

Tabla 1: Promedio (\bar{x}) y desviación estándar (D.E.) de la densidad de fibras y densidad de conductos por mm²: También se muestran la relación N° de fibras/N° de conductos en llamas y alpacas.

Característica	Alpaca (n=10)		Llamas (n=9)	
	\bar{x}	D.E.	\bar{x}	D.E.
Densidad de fibras	19.40 ^a	5.98	12.73 ^b	4.24
Densidad de conductos	8.20 ^a	2.25	6.77 ^b	6.77
Relación N° Fibras/N° de conductos	2.38 ^a	0.53	1.89 ^b	1.89

Diferencias estadísticamente significativas para cada característica, entre alpacas y llamas, son indicadas con diferentes letras ($p < 0.01$).

Tabla 2: Promedio \pm error estándar (EE) del N° de fibras o haces de fibras por conductos de donde emergen, en alpacas y llamas.

Especie animal	n	Conductos por Número de fibras que emergen de ella, en alpacas y llamas, expresado en %.				
		1 fibra	2 fibras	3 fibras	4 fibras	5 fibras
Alpaca	5	24.90 ^b \pm 5.51	28.18 ^b \pm 8.31	31.10 ^a \pm 6.62	15.3 ^a \pm 6.82	0.52 ^a \pm 0.52
Llama	6	41.15 ^a \pm 3.70	31.83 ^a \pm 3.48	24.28 ^b \pm 4.61	2.72 ^b \pm 1.30	0.00 ^b

Diferencias estadísticamente significativas para cada característica, entre alpacas y llamas, son indicadas con diferentes letras ($p < 0.01$).

En la Tabla 2, se puede observar que en llamas y alpacas existen haces entre 2 hasta 5 fibras, encontrándose haces de mayor cantidad de fibras (de 3, 4 y 5 fibras) en alpacas que en llamas, lo cual sustenta también la mayor y mejor producción de fibras que tiene la alpaca frente a la llama. Lamentablemente tampoco existe información científica al respecto, por lo que esta característica, por lo que el procedimiento descrito, resulta innovador y muy útil para el mejoramiento de la producción animal, esperándose brindar una apertura de uso y estudio para productores, académicos e investigadores.

CONCLUSIONES

El procedimiento propuesto permite obtener imágenes nítidas que hacen posible el conteo del número de fibras y conductos por unidad de superficie de piel en animales vivos en forma no invasiva, vislumbrándose haces hasta de 5 fibras en alpacas. Los

promedios \pm error estándar (EE) obtenidos en llamas y alpacas para DF son: de 19.4 ± 1.89 y 12.73 ± 1.41 , para DC de 8.20 ± 0.71 y 6.77 ± 2.26 y RF/C de 2.38 ± 0.17 y 1.89 ± 0.63 , respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Al PNIA por haber financiado este trabajo mediante Contrato N° 026-2016-INIA-PNIA/UPMSI/IE. A la UNH por habernos permitido trabajar con sus animales en el CIPS Lachocc. Al Ing. Rufino Paúcar y a Marco Castillo por su apoyo en el trabajo de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arana, L. (1972). Distribución de la densidad folicular en la piel de alpaca y su relación con el diámetro de fibra. (Tesis de Ing. Zootecnista). UNALM. Lima, Perú.
- Bosman, V. (1934). The determination of fleece density in the Merino sheep. *Journal of Veterinary Science and Animal Industry*, 3(1): 217-221.
- Bell, D. S., Spencer, D. A. & Hardy, J.A. (1936). *The influence of various factors upon the growth and quality of fine wool as obtained from Merino sheep*. Ohio Agric. Exp. Sta. Bul. 571.
- Burns, R.H. & Miller, W. C. 1931. Sampling instruments to determine fleece density in sheep. *Journal Textile Institute*, 12: 547-564.
- Cheng, Y., Fang, K., Cheng, L., Fang, Ch. & Liu, H. (2013). *Detecting method and detecting system for fiber fineness and density of Rex-rabbit clothing hair*. Patente CN103234472A.
- Fang, K., Cheng, Y., Fu, X., Zeng, H. & Liu, N. (2013a). *Rex rabbit fur fiber fineness and density detection instrument*. Patente CN203298735U.
- Fang, K., Fang, Ch., Cheng, Y., Cheng, L. & Liu, H. (2013b). *Detector for fiber fineness and density of clothing hair of Rex rabbit*. Patente CN103344188A.
- Naandam, J. & Assan, I.K. (2014). Effect of coat color, ecotype, location and sex on hair density of West African Dwarf (WAD) goats in Northern Ghana. *Sky Journal of Agricultural Research*, 3(2): 25-30.
- Nagorcka, B.N., Dollin, A.E. & Ringrose-Voase, A.J. (1998). Measurement of fibre density and fibre bundles in the skin of sheep from different breeds. *Australian Journal of Agricultural Research*, 49: 113-26.
- Nagorcka, B.N., Dollin, A.E., Hollis, D.E. & Beaton, A. E. (1995). A technique to quantify and characterize the density of fibres and follicles in the skin of sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 46: 1525-34.
- Matthews, D. (1951). An Evaluation of wool density sampling procedures when using the wira fleece caliper. (Thesis of Master of Science). Utah State Agricultural College.
- Rassman, W. (1994). *Method and apparatus for measuring hair density*. Patente US5331472A.
- Rodríguez, T.C. (2007). Producción de fibra de camélidos: Calidad de fibra de llama descordada y clasificada. En: A. Cardozo: *Camélidos* (pp. 361-373) Centro de Investigación en Forrajes La Violeta. UMSS. Cochabamba.
- Scobie, D.R. & Young, S.R. (2000). The relationship between wool follicle density and fibre diameter is curvilinear. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 6: 162-165.
- Tao, Y.R. (1994). Studies on the quality of the Rex rabbit fur. *World Rabbit Science*, 2(1): 21-24.
- Wang X., Wang L. & Liu, X. (2003). *The Quality and Processing Performance of Alpaca Fibres*. RIRDC Publication N° 03/128. Australia, pp 132.