

Software para determinación de calidad de fibra textil

Arcidiácono, Marcelo / Constable, Leticia / Vázquez, Juan Carlos

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba

Abstract

En el marco de la sustentabilidad productiva de fibra textil de origen animal, contar con un método ágil y seguro que permita obtener una medida de la calidad de la fibra, resulta sumamente valioso para los productores rurales. Una medida de calidad de la fibra textil puede obtenerse a partir del diámetro de la misma. El laboratorio del SUPPRAD lleva a cabo un procedimiento científico innovador en la obtención de este valor en la que se recoge un corte transversal del mechón, previamente peinado y preparado con acrilatos, en un portaobjetos, para ser fotografiado con un equipo adosado a un microscopio. La imagen obtenida es manualmente procesada para determinar el diámetro promedio de la fibra. Este procedimiento manual de medición, resulta lento, engorroso e introduce error por intervención humana. Se automatiza el procedimiento por medio de un software de procesamiento de imágenes y se comentan los resultados obtenidos.

Palabras Clave

Fibra textil. Calidad. Imágenes. Procesamiento Automático.

Introducción

La identificación y caracterización de pelos y fibras de origen animal (incluido el humano) o vegetal, adquiere una importancia relevante, por ejemplo, en la tipificación de la dieta en humanos y animales depredadores, en la confección de inventarios faunísticos [1], en la clasificación y en la estimación de abundancia de especies [2], en criminología [3], en la industria peletera [4] y por supuesto en el análisis y estudio de las fibras con propiedades y usos textiles industriales [5] e inclusive artesanales.

Más de un millón de pequeños productores de los Andes centrales de Sudamérica tienen alpacas y llamas como principal medio de subsistencia. Los animales proveen carne, leche, fibra, energía de transporte y

guano y, además, constituyen un elemento importante de la identidad cultural de sus pueblos.

El Programa SUPPRAD de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba, vinculado con instituciones y cooperativas agrícolas y ganaderas, tanto nacionales como internacionales [6], lleva adelante proyectos para identificar objetivos de mejoramiento de las cualidades de sustentabilidad para la producción de pequeños rumiantes y camélidos en áreas desfavorecidas.

El proyecto de investigación RNA-SU del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba, colabora con SUPPRAD en su objetivo de acercar la tecnología a productores de áreas desfavorecidas, desarrollando un software para medir la calidad de la fibra textil de origen animal. Esta herramienta se confecciona, sin descuidar la situación económico-cultural del usuario y atendiendo las exigencias de exactitud y precisión.

En la República Argentina, el Programa Nacional “Fibras Animales” considera de gran valor la producción, comercialización e industrialización de lana, mohair, cashmere, llama, guanaco y vicuña [7]. La lana es producida por las razas de ovinos que hay en el país, el mohair es producido por los caprinos de raza Angora, el cashmere es producido por algunos genotipos de caprinos criollos y las fibras de llama, guanaco y vicuña, son producidas por estos respectivos camélidos sudamericanos.

El valor de la fibra textil está dado, fundamentalmente, por su finura promedio

además de otras propiedades que hacen a establecer su cotización tales como el índice de confort PF (*Prickle Factor*) que constituye el porcentaje de fibras con diámetros mayores a 32 micrones, la presencia o ausencia de medulación¹, el crimpado² y la forma y altura de las escamas [8]. Para determinar una medida satisfactoria de calidad de la fibra textil de origen animal, además de tener en cuenta defectos obvios como la pigmentación y la presencia de fibras atípicas o meduladas [9], la característica de mayor importancia es el diámetro medio. Fibras más finas tienen más aplicaciones industriales y en consecuencia tienen mayor valor económico [10].

Uno de los problemas más importantes que se presenta, en el mercado textil, es poder determinar la distribución del diámetro y la forma de la fibra como parámetro de calidad [11], además de otros factores. En nuestro país existe poca información aún sobre los valores de Coeficiente de Variación de diámetros de fibra (CV) e índice de confort [12] que permita lograr mejoras genéticas por selección y elevar el porcentaje de especímenes con diámetros menores a los 23 micrones.

Desde el punto de vista social, la diversidad de los productores involucrados en la producción de fibras hace que coexistan sistemas altamente tecnificados con sistemas de muy bajo nivel de tecnificación. La evolución de la adopción tecnológica es lenta en los sistemas ganaderos extensivos. En particular se espera que la comercialización de fibras y de animales progresivamente se base en evaluaciones objetivas y que esa información, junto a la de mercado esté al alcance del productor.

¹ La medulación constituye un canal hueco en el centro de la fibra que supone un problema importante para la industrialización, especialmente en el teñido, porque causa una mayor refracción de la luz haciendo aparecer a las fibras teñidas más claras.

² El crimpado u ondulado, se refiere a un efecto mecánico producido justamente para lograr cohesión entre fibras iguales. Este factor se relaciona con la capacidad hidrófuga (absorción de humedad) de la fibra.

Desde el punto de vista técnico, en la actualidad, se aplica el uso de microscopios de proyección conocidos como *lanómetros* [12] para medir los diámetros de un número determinado de fibras, y a partir de éstos calcular el promedio de diámetros de fibra (PDF) de la muestra analizada. También el *Air Flow* [13] es un instrumento de medición rápido y preciso, que permite obtener el PDF de la muestra, como resultado de un gran número de fibras, pero nada informa acerca de la frecuencia de los distintos diámetros presentes en la muestra [12]. Finalmente, en los últimos años, se ha extendido el uso de nuevos instrumentos de determinación de diámetro de fibras como OFDA® (*Optical Fiber Distribution Analyzer*) [14] basado en un analizador de imágenes de muestras de fibra y *Sirolan Laserscan*® [15], un lector de fibras por rayos laser. Las muestras utilizadas en estos procesos de medición, se basan en cortes de vellón de aproximadamente 2 mm de longitud y la medida se obtiene a partir de la captura de diámetros longitudinales.

Investigaciones biomecánicas más recientes, demuestran que el análisis del corte transversal provee mediciones más directas y exactas de la finura y madurez de la fibra, usualmente utilizadas para validar y calibrar otras medidas indirectas de estas propiedades esenciales [11]. A pesar de su importancia e interés, los métodos transversales para análisis de imágenes, no se aplican más ampliamente aún a las mediciones de calidad, debido al complejo procesamiento de las imágenes que se obtienen en laboratorio por microscopía de escaneo electrónico (SEM) o por requerir de la intervención de un operador calificado que efectúe manualmente la selección de los diámetros a medir, si se emplea un software como SigmaScan Pro 5.0 para procesar la imagen del corte transversal de la fibra, lo que introduce un considerable error en las mediciones y acarrea la indeseable característica de ser irreplicable.

En cada medida se tiene que tener en cuenta que dada la gran variación de diámetros que tienen las fibras animales diversas e incluso las vegetales, un gran problema es la exactitud y la precisión. La exactitud es la relación entre la medida que hace el aparato y la verdadera medida, es decir, el grado de definición en el caso de los microscopios, y la precisión, la repetición, o sea, cómo las medias o promedios de las sucesivas medidas se acercan a las obtenidas previamente

La evolución en los modelos y algoritmos de procesamiento de imágenes en fibras textiles, comienzan con algunos trabajos sobre fibras de algodón que demuestran que las propiedades más relevantes pueden medirse a partir de imágenes microscópicas capturadas en cortes longitudinales y/o transversales. Huang et al. [16] analiza el proceso de medición en el que la imagen de una fibra en corte longitudinal. En trabajos posteriores, Huang et al. [17] analiza imágenes de fibras de algodón en corte transversal. Mediante este análisis, se aseguran mediciones directas y exactas de la finura y madurez de la fibra. Este método de medición se utiliza, además, como medio de calibración de otros métodos. Para llevar a cabo la medición se recurre a un proceso computacional de segmentación que consiste en la separación de la imagen objeto del resto de los objetos y del fondo. Se utiliza también la técnica de Umbral Adaptativo para preservar el detalle de los bordes y luego, para separar en una primera aproximación los objetos del fondo, se recurre a la técnica de Inundación de Fondo. Finalmente, se implementa un proceso de esqueletizado de la fibra para determinar un punto referencial a partir del cual puedan obtenerse medidas geométricas.

La propuesta consiste en el desarrollo de un sistema que permita procesar una imagen del corte transversal de fibra textil de origen animal y proporcione una medida promedio del diámetro de las fibras. El presente trabajo intenta contribuir en el proceso de obtención de medidas de diámetros de fibra

confiables, para soportar indicadores de calidad de la fibra. Además, pretende constituirse en una herramienta útil y accesible que dará respaldo a las investigaciones científicas que el SUPPRAD lleva adelante para intervenir en proyectos de Desarrollo y Promoción Humana, y así conducir planes y formular recomendaciones viables para evitar la degradación de los recursos naturales y soslayar problemas de pobreza, marginalidad, emigración y desarraigo entre otros. Finalmente, proporcionar una solución adecuada que permita difundir las cualidades de sustentabilidad para avalar comercialmente los productos textiles de la región.

El aporte fundamental en cuanto a innovación tecnológica radica en el hecho de que los instrumentos actuales de análisis de fibras son costosos y permiten obtener la medida de diámetros en forma longitudinal. En cambio, en el presente trabajo se propone un llevar a cabo un proceso de medición de diámetros en forma transversal con hardware y software de bajos costos, en forma totalmente automatizada y que puede ser llevada a cabo por personal sin capacitación técnica alguna.

Elementos del Trabajo y metodología

En base a las investigaciones previamente citadas, se desarrolla un sistema que permite obtener una medida del radio promedio de la fibra, a partir del procesamiento automático de la imagen de un corte transversal.

El proceso supone varias etapas en el tratamiento de la imagen para lograr identificar, separar y posteriormente medir la fibra.

Inicialmente, se analizaron las estructuras de diferentes estándares gráficos y se eligió el estándar BMP que consiste en un archivo de mapa de bits con píxeles almacenados en forma de tabla de puntos que administra los colores como colores reales, o bien, usando una paleta indexada. Una de las ventajas de este formato gráfico es que permite obtener

un mapa de bits independiente del dispositivo de visualización periférico. Las imágenes se codificaron en 24 bits por píxel, es decir, un byte para cada píxel (16.777.216 colores), color verdadero de alta definición, que se consideró un estándar de fácil manejo desde el punto de vista matemático y de procesamiento y que puede contener la mayor cantidad de información de interés respecto de la imagen original (el uso de 32 bits x píxel sólo agrega efectos de transparencia).

Una vez que la imagen es convertida al formato BMP 24 colores, se la somete a una serie de procesos con el fin de subsanar los defectos que puedan provenir de su captura y para conservar sólo aquellas características que resulten de interés en el proceso de medición:

- a) Se convierte la imagen en colores a escala de grises asignando un mismo valor para los bits correspondientes a RGB mediante la aplicación de la expresión obtenida experimentalmente:

$$VALOR = valor R * 0.299 + valor G * 0.599 + valor B * 0.111$$

Así, al representar un conjunto de colores en tonos de grises, necesitamos manipular sólo 256 valores diferentes.

- b) Se ecualiza la imagen construyendo un histograma de frecuencias de grises y se calcula el umbral de binarización, tomando en consideración el tipo de histograma que, en general, resulta asimétrico por dificultades de exposición y foco al momento de la captura, para obtener una imagen con un histograma de distribución más uniforme y convertir la figura a blanco y negro con referencia al umbral calculado.
- c) Se procede a binarizar la imagen en sus valores extremos, tomando como punto de binarización la media del histograma. Con esto se obtiene una imagen en blanco y negro donde se puede distinguir más claramente forma y fondo.

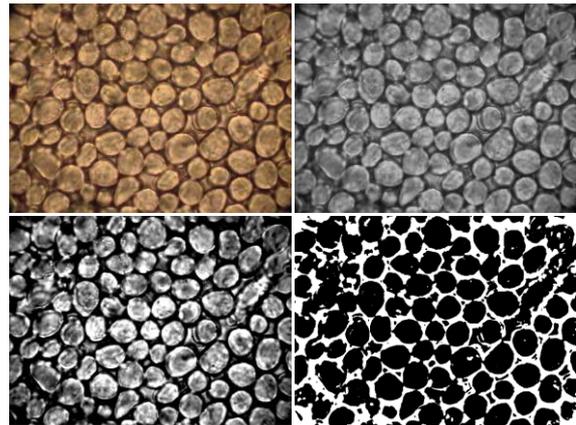


Figura 1. Secuencia (a), (b) y (c) aplicados al procesamiento de la imagen de un corte transversal de fibra de guanaco y los resultados obtenidos en cada etapa.

Una vez binarizada la imagen, se procede a separar, identificar los objetos a medir.

Para ello se ensayaron varios procedimientos tales como aplicar una convolución de matrices a la imagen según los métodos de Sobel y de Prewit para detectar bordes.

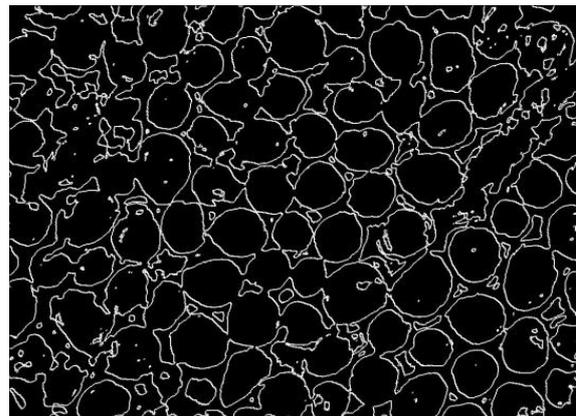


Figura 2. Imagen resultante de aplicar detección de bordes usando matrices de convolución a la imagen binarizada.

Se ensayó también un método de adelgazamiento-engrosamiento consistente en inicialmente quitar sucesivas capas a los objetos, para luego agregarlas nuevamente como se ilustra en la figura 3.

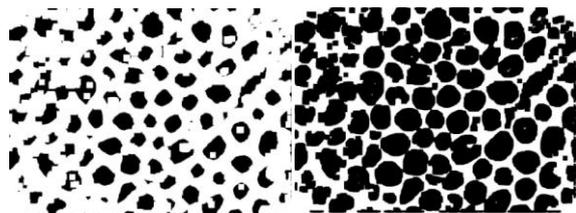


Figura 3. Imágenes resultantes de aplicar adelgazamiento-engrosamiento.

Este método barre el fondo limpiando “el ruido” y se acerca en cierto grado a la separación de objetos, pero presenta la característica indeseable de que se puede perder la forma original del objeto.

Por último se ensayó un método de erosión-recuperación, similar al anterior pero que presenta la ventaja de conservar la forma original de los objetos y permitir obtener su centro geométrico, aunque como podemos observar en la figura 4, no contribuye a la separación de los mismos ni elimina el ruido de fondo.

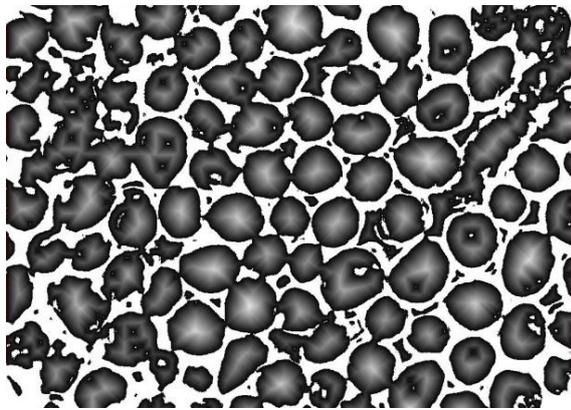


Figura 4. Imagen resultante de aplicar erosión-recuperación.

Finalmente se implementó una solución que combina algunas de las ideas anteriores con otras nuevas y que proporciona un resultado adecuado.

Se efectúan sucesivos barridos de la imagen binarizada, en cada uno de los cuales, se descartan primeramente las fibras que se encuentren en contacto con los bordes de la imagen ya que se desconocen sus dimensiones reales, se distingue entre fondo y forma, se rellenan sectores interiores, se seleccionan los objetos a medir tomando en consideración que todo aquello que presente interés en ser medido, no debe exceder ciertos rangos máximo y mínimo entre los cuales puede tratarse de una fibra, y por último, se identifica un centro geométrico de dichos objetos a partir del cual se miden 32 radios como distancia a los borde de la figura. Se calcula el radio promedio y se aproxima la figura a una circunferencia.

Las figuras siguientes muestran una secuencia de imágenes que ilustran los pasos del proceso detallado en el párrafo anterior.

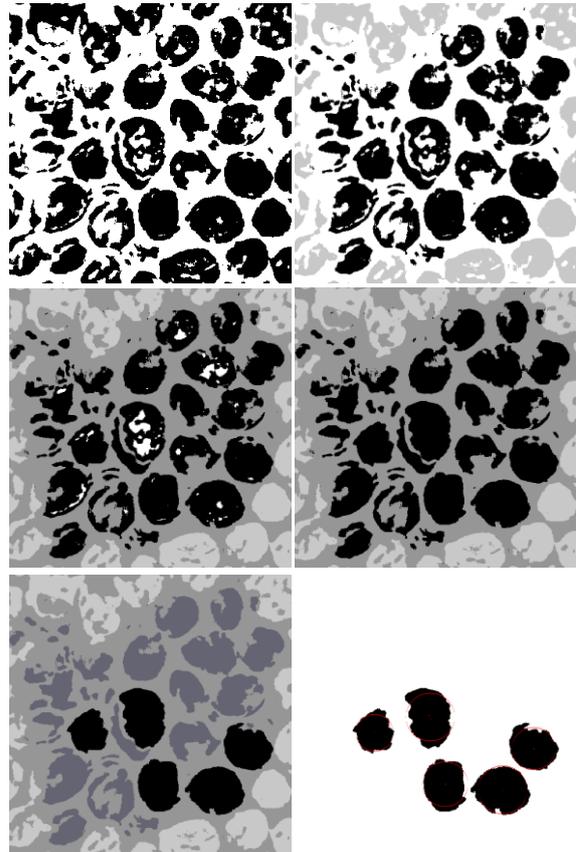


Figura 5. A partir de la imagen binarizada, se eliminan los objetos en contacto con los bordes, se separa el fondo de la figura, se rellenan los blancos internos, se seleccionan los objetos útiles, se determina el centro geométrico y radios promedios.

Resultados

El método resultó satisfactorio principalmente porque las mediciones que se obtuvieron en pixeles, con la equivalencia 2 pixeles = 1 micra de acuerdo al aumento del microscopio con el que se capturaron las imágenes, resultaron en valores adecuados para el radio promedio de las fibras, en comparación con los obtenidos a partir de otros métodos de medición en laboratorio.

Discusión

Como ya se dijo, se usan 32 medidas de distancia del centro geométrico de cada objeto a medir para calcular el radio de la fibra ya que experimentalmente se prueba

que no se presentan mejoras tangibles en las medidas por aumentar este número. Por otra parte, existe total independencia del operador en la medición lo que asegura la precisión y exactitud requeridas. Es decir que el proceso es repetible y su exactitud conocida.

Conclusión

Atendiendo la problemática a campo que presenta la determinación de la calidad de la fibra a partir del conocimiento de su finura, el método es útil por cuanto presenta características de buena performance, bajo costo de equipamiento y no requiere operación por parte de personal calificado.

Por último, cabe destacar que el software fue desarrollado en Java lo que lo hace portable en cuanto a la plataforma y no involucra costos adicionales en licencias.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Eduardo Frank por la generosidad con que nos brindó su tiempo y su conocimiento, que sirvieron de guía en nuestro trabajo.

Referencias

- [1] Chehébar, C. y Martín S., 1989. Guía para el reconocimiento microscópico de los pelos de los mamíferos de la Patagonia.
- [2] Lindenmayer, D., Incoll, R., Cunningham, R. Pope, M. Donnelly, C. McGregor, C., Tribolet, C. y Triggs B., 1999. Comparison of hairtube types for the detection of mammals. *Wildlife Research*, 26: 745-753.
- [3] Hausman, L., 1925. A comparative racial study of the structural elements of Human head-hair. *The American Naturalist*, 59 (665): 529-538.
- [4] Hausman, L., 1920. The microscopic identification of commercial fur hairs. *The scientific Monthly*, 10 (1): 70-78.
- [5] Ford, J. y Roff, W., 1954. Identification of Textile and Related Fibres. *J. Textile Inst.*, 45: 580-611.
- [6] Programa SUPPRAD. Sustentabilidad Productiva de Pequeños Rumiantes en Áreas Desfavorecidas. UCC, Facultad de Veterinaria.
- [7] INTA, 2011. Programa Nacional Fibras Animales. Documento Base actualizado a noviembre de 2011.

- [8] Adot, O., 2010. Introducción a la Industrialización de la Lana y las Fibras Especiales. Documento Interno SUPPRAD N° 2 (2010).
- [9] Cancio, A., Rebuffi, G., Mueller, J., Duga, L. y Rigalt, F., 2006. Parámetros Cualitativos de la Producción de Fibras de Llamas (Lama Glama) Machos en la Puna Argentina, INTA EEA Bariloche, INTA AER Trancas, INTA EEA Catamarca, Comunicación Técnica, PA 492.
- [10] Mueller, J., 1993. Objetivos de Mejoramiento Genético para Rumiantes Menores, INTA EEA Bariloche, Comunicación Técnica, PA 238.
- [11] Frank, E., 2008. Camélidos Sudamericanos. Producción de fibra, bases físicas y genéticas. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol. 28, pp. 112-119.
- [12] Mueller, J., (2002). Novedades en la determinación del diámetro de fibras de lana y su relevancia en programas de selección. *Comunicación Técnica*. INTA, Bariloche, 330pp.
- [13] Rodríguez Iglesias, R., 1998. Principales características que afectan el valor textil de la lana. *Producción Ovina*. Dpto. de Agronomía. UNS. Rev. 30/10/07.
- [14] Qi, K., Lupton, C., Pfeiffer, F. y Minikhiem, D., 1994. Evaluation of the Optical Fibre Diameter Analyser (OFDA) for Measuring Fiber Diameter Parameters of Sheep and Goats. *Journal Animal Sci*. 72: 1675-1679.
- [15] Guzmán Barzola, J.C. y Aliaga Gutiérrez, J.L., 2010. Evaluación del Método de clasificación del Vellón en Ovino Corriedale (*Ovis Aries*) en la Sais Pachacutec. *Producción Animal*. Facultad de Zootecnia UNALM.
- [16] Huang, Y. y Xu, B., 2002. Image Analysis for Cotton Fibers. Part I: Longitudinal Measurements. *Textile Research Journal*, 72(8), 713-720.
- [17] Huang, Y. y Xu, B., 2004. Image Analysis for Cotton Fibers. Part II: Cross-Sectional Measurements. *Textile Research Journal*, 74(5), 409-416

Datos de Contacto:

*Marcelo Arcidiácono. UTN-FRC.
Maestro López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba.
marcidiacono@cbasicas.frc.utn.edu.ar*

*Leticia Constable. UTN-FRC.
Maestro López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba.
lconstable@sistemas.frc.utn.edu.ar*

*Juan Carlos Vázquez. UTN-FRC.
Maestro López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba.
jcvazquez@sistemas.frc.utn.edu.ar*