

RIA, 34 (2): 143-159  
Agosto 2005  
INTA, Argentina

ISSN edición impresa 0325-8718  
ISSN edición en línea 1669-2314

## DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE VELLONES DE DOBLE COBERTURA TOMANDO AL VELLÓN DE VICUÑA (Vicugna vicugna) COMO EJEMPLO

SACCHERO, D.M.<sup>1</sup>; MUELLER, J.P.<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se describe un método de determinación del rinde de down (fibras finas) limpio y calidad (diámetro medio y distribución de fibras finas) en muestras de vellones de doble capa sin separación previa de ambos tipos de fibras. El método se basa en la determinación del rinde al lavado en un tren de lavado seguido del submuestreo de la muestra lavada con un equipo Minicore y la medición automática de diámetros de un gran número de fibras con un equipo Laserscan. Aplicando el criterio de que fibras con diámetros iguales o menores a 30  $\mu$  corresponden a down y fibras con diámetros mayores corresponden a pelos y utilizando luego los valores de diámetro medio, desvío estándar y densidad de ambos tipos de fibras en la fórmula de Wildman es posible determinar el rinde de down en forma rápida y precisa. Las predicciones de rinde de down realizadas en muestras de vicuña con rinde conocido se ajustaron en un 99%, independientemente de la densidad de fibras asumida. Predicciones que toman en cuenta el largo de fibras no mejoran el ajuste. El método es propuesto para el análisis rutinario de muestras individuales de camélidos sudamericanos.

Palabras clave: Cashmere, camélidos sudamericanos, vicuña, guanaco, llama, alpaca, diámetro de fibra, rinde down, doble capa.

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Bariloche, CC. 277, Bariloche 8400, Argentina. Correo electrónico dsacchero@bariloche.inta.gov.ar.

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF QUALITY OF FLEECES WITH HETEROGENEOUS FIBERS TAKING THE VICUNA (*Vicugna vicugna*) FLEECE AS AN EXAMPLE

A method for the determination of clean down yield and quality (mean fiber diameter and distribution of down fibers) in fleece samples with heterogeneous fibers without its separation is described. The method is based on clean yield determination followed by subsampling using the Minicore equipment and automatic measurement of fiber diameter of a large number of fibers using the Laserscan equipment. Applying the criterion that down fibers have a fiber diameter equal or below  $30\ \mu$  and hair fibers above that value and using the resulting mean fiber diameter, standard deviation and density of both types of fibers in the Wildman formula it is possible to determine down yield accurately and quickly. Predicted down yield in vicuna fleece samples with known yield adjusted to 99%, independently of density of fibers assumed. Predictions which consider fiber length did not improve the adjustment. The method is proposed for routine analyses of South American Camelid individual fleece samples.

Keywords: Cashmer, South American camelids, vicuna, guanaco, lama, alpaca, fiber diameter, down yield, double coat.

## INTRODUCCIÓN

Las fibras especiales, como el Cashmere producido por algunas razas caprinas y las fibras finas producidas por guanacos y vicuñas, se destinan a la confección de prendas de alto valor. La Argentina tiene potencialidad para producir estas fibras en forma competitiva y en cantidades importantes para las economías regionales de la Puna y la Patagonia.

Tanto el Cashmere como las fibras finas de los camélidos silvestres se producen en vellones denominados de «doble capa» ó heterogéneos, ya que las fibras finas y valiosas se presentan mezcladas y debajo de una cobertura de pelos largos y gruesos sin valor. Cuanto mayor es la proporción de fibras finas valiosas ó «down» en el vellón y cuanto más finas sean esas fibras mayor será la calidad del vellón.

El desarrollo de la producción de fibra de vicuña requiere indicadores de calidad del vellón que reemplacen las apreciaciones subjetivas a los

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

finés de la identificación de animales superiores dentro de los hatos en futuros programas de mejoramiento genético, y a los fines de la determinación de estándares de calidad de lotes comerciales.

En muestras de laboratorio, la determinación de la proporción de fibras finas y la determinación de su finura exige la separación de ambos tipos de fibras. La separación del pelo o descordado puede ser realizado manualmente y la finura de las fracciones resultantes puede ser determinada con los instrumentos de rutina. El descordado manual resulta extremadamente tedioso por lo que se ha propuesto la separación mecánica de las fibras finas y pelo con equipos Shirley Analyser o Trash Separator (Couchman, 1986; Couchman y Holt, 1990) usados habitualmente en laboratorios de análisis de lana para la preparación de especímenes para la determinación de finura por el método Airflow. El uso del equipo Shirley Analyser también es aceptado para la separación de fracciones de fibras finas y pelo en muestras de caladura de fardos de Cashmere (Couchman, 1986; Couchman y Holt, 1990), incluso se han establecido los procedimientos correspondientes en la norma bajo estudio IWTO DTM-45-99 (IWTO, 2005).

Sin embargo, la experiencia recolectada en el INTA Bariloche es desalentadora en cuanto a la eficiencia de dicho equipo para separar pelo y fibras finas o down en muestras de vellón tomadas de la zona del costillar de vicuñas, guanacos y camellos. Se ha comprobado mediante el uso de Laserscan, la presencia de pelos (5,37 %, n = 715) en la fracción o down de muestras de camello, separadas por Shirley Analyzer (Sacchero y Carlino, 2003, sin publicar). Por otro lado, y más allá de la similitud de los vellones de vicuña con los de Cashmere en cuanto a la presencia de doble cobertura, no es posible la aplicación del método ya que no existe hasta la fecha una forma estándar de enfardar (y por ende de calar) vellones de vicuña.

Otro método para determinar la proporción de down y su finura se basa en el análisis de las distribuciones de diámetro de fibra obtenida sobre muestras mixtas. Tanto los equipos OFDA (Baxter, Brims y Taylor, 1992) como Laserscan (Baird y Barry, 1992) miden diámetros de fibras de forma rápida y precisa y generan las correspondientes distribuciones. Relacionando cada tipo de fibras con su peso específico y su longitud, es posible aplicar la fórmula de Wildman/Bray (Wildman, 1954) y estimar el rinde correspondiente de cada fracción. Lupton et al. (1995), Gherardi

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

(1995) y Herrmann y Wortmann (1997) desarrollaron y probaron métodos de estimación de rinde y calidad de Cashmere usando equipos OFDA.

El desarrollo de un método eficiente y económico para la estimación simultánea de rinde y diámetro medio de down en muestras de vicuñas y guanacos sin separación previa de las fracciones fina y gruesa podría permitir la evaluación objetiva de lotes comerciales de estas fibras y la evaluación de calidad de vellón de animales sujetos a programas de mejoramiento genético.

En este trabajo adaptamos el método propuesto por Herrmann y Wortmann (1997) para Cashmere a muestras de camélidos sudamericanos y a la infraestructura de laboratorio disponible y comprobamos su eficiencia con muestras de vicuña.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Método de determinación de rinde de down con separación manual de las fracciones de fibras

El método habitual para obtener el rinde down por descerdado manual se basa en pesar las muestras de vellón de doble capa en su estado crudo o natural, obteniéndose un peso inicial ( $p_i$ ). Luego se separa manualmente con ayuda de una lupa la fracción de pelos. La fracción de fibras finas se lava y se seca de acuerdo a los procedimientos de rutina de análisis de muestras individuales en ovinos (AS/NZS, 1999). Luego del centrifugado la fracción de fibras finas es secada en estufa hasta peso constante ( $p_f$ ) al que se le adiciona un 16% del mismo en concepto de recuperación de humedad estándar (regain). Se calcula el rinde de down descerdado manualmente (RDM) como la relación entre  $p_f$  y  $p_i$ , tal que:

$$\text{RDM} = p_f * 1,16 / p_i \quad (1)$$

Método de determinación de rinde de down mediante predicción sin separación manual de fibras y sin medición de longitud de fibras (Modelo 1)

Las muestras de vellón en su estado crudo o natural son pesadas ( $p_i$ ) y luego lavadas y secadas según los procedimientos de rutina para ovinos

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

mencionado anteriormente. Luego del centrifugado la muestra es secada en estufa hasta peso constante ( $p_l$ ) al que se suma un 16% del mismo en concepto de humedad o regain. La relación entre el peso seco de la muestra lavada con la humedad o regain ( $p_r$ ) y el peso inicial de la muestra sucia ( $p_i$ ) provee el rendimiento al lavado de la muestra de doble capa (RL) tal que:

$$RL = p_l * 1,16 / p_i$$

De la muestra lavada, se obtienen submuestras usando un mini-calador o Minicore, equipo accesorio del Laserscan utilizado para obtener recortes de fibras de  $1.9 \pm 0.1$  mm de longitud llamados *snippets*, el cual asegura que la submuestra contiene las fracciones de fibras finas o down y pelo en proporción a su cantidad y longitud original (Buckenham, Dehlsen y David, 1979; Buckenham, Whiteley y Giri, 1983; Baird y Barry, 1992). Los recortes de fibras o *snippets* son analizados con el Laserscan, instrumento que genera un archivo de frecuencias de diámetros de fibras que permite, aplicando un criterio de diferenciación entre tipos de fibras, calcular el número de fibras de cada una de las fracciones down y pelo, su diámetro medio y desvío estándar. Dichos datos luego son utilizados para calcular el rinde de down mediante la fórmula de Wildman/Bray (Wildman, 1954). El rinde de down o proporción de peso de fibras finas en relación al peso de la muestra limpia con ambos tipos de fibras con este primer modelo de predicción (RM1) puede ser calculado como:

$$RM1 = n_D * (d_{m_D}^2 + d_{s_D}^2) * d_D / (n_D * (d_{m_D}^2 + d_{s_D}^2) * d_D + n_P * (d_{m_P}^2 + d_{s_P}^2) * d_P), \quad (2)$$

donde los subíndices D y P se refieren a down y pelo, respectivamente, tal que  $n_D$  y  $n_P$  son el número de fibras,  $d_{m_D}$  y  $d_{m_P}$  son los diámetros medios,  $d_{s_D}$  y  $d_{s_P}$  son los desvíos estándar del diámetro medio, y  $d_D$  y  $d_P$  son las densidades medias, de las fibras down y pelo respectivamente.

El rinde de down limpio y descordado utilizando el Modelo 1 (R1) es:

$$R1 = RL * RM1 / 100 \quad (3)$$

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

Método de determinación de rinde de down mediante predicción sin separación manual de fibras y con medición de longitud de fibras (Modelo 2)

Para aplicar este método se separan antes del lavado mechas de fibras de fibras down y fibras de pelo para determinación de su longitud. Observando que el peso de una fibra cilíndrica es  $p \cdot d^2 \cdot L \cdot d / 4$ , donde  $d$  es el diámetro,  $L$  la longitud y  $d$  la densidad de la fibra, entonces extendiendo la fórmula (3) para contemplar distintas longitudes de ambos tipos de fibras, se obtiene un segundo modelo de predicción (RM2) del rinde de down o porcentaje en peso de las fibras finas en la muestra lavada:

$$RM2 = n_D \cdot (dm_D^2 + ds_D^2) \cdot L_D \cdot d_D / D \cdot (dm_D^2 + ds_D^2) \cdot L_D \cdot d_D + n_P \cdot (dm_P^2 + ds_P^2) \cdot L_P \cdot d_P, \quad (4)$$

donde  $L_D$  y  $L_P$  son ahora las longitudes de down y pelo respectivamente y los demás términos son similares a los de la fórmula (3). De hecho RM2 se reduce a RM1 cuando  $L_D = L_P$ , tal como ocurre cuando la muestra, mezcla de down y pelos largos, son tratadas con el Minicore. El rinde de down limpio y descordado utilizando el Modelo 2 (R2) es:

$$R2 = RL \cdot RM2 / 100 \quad (5)$$

Determinación de la densidad de las fibras finas y pelo

Ambos modelos de predicción de rinde de down exigen conocer las densidades de las fibras finas y del pelo. El valor aceptado para la densidad de las queratinas duras y por lo tanto para las fibras down desprovistas de médula o macizas es de  $1,31 \text{ g/cm}^3$  (Wildman, 1954; Anderson, 1959). Se asume que la densidad de las fibras down es constante entre y dentro de vellones, por lo que  $d_D = 1,31 \text{ g/cm}^3$ .

La densidad media de la fracción de pelos sin embargo es variable dependiendo de la variabilidad en su medulación. Conociendo el diámetro de un pelo  $j$  y el diámetro de su médula ( $MED_j$ ), la densidad puede calcularse como  $1,31 \cdot (1 - dm_{Pj}^2 / dm_{MEDj}^2)$  y la correspondiente sumatoria de todos los pelos de una muestra y división sobre el total permite calcular la densidad promedio de los pelos ( $d_P$ ). Para determinar los diámetros

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

medios del pelo ( $dm_p$ ) y de la médula del pelo ( $dm_{MED}$ ) en muestras representativas de los vellones a evaluar se utilizaron métodos de microproyección normalizados IWTO 8 (IWTO, 1997) y ASTM 2968 (ASTM, 1990).

La médula no es un tubo hueco con la misma sección a lo largo de la fibra, y las fibras tienen diferencias en la forma de la sección transversal y diferentes proporciones de queratina sólida adicional dentro de la médula. Barella (1962) observó que el método de microproyección, usando secciones longitudinales de fibra, sobreestima el volumen de la médula por lo que sugiere el uso de un factor de corrección dependiente de la medulación. Para compensar la subestimación de la densidad se establecen varios factores de corrección,  $k$  que varían desde  $k = 1$  para bajo grado de medulación a  $k = 0,5$  para muestras fuertemente meduladas. Herrmann y Wortmann (1997) sugieren calcular el factor  $k$  como el promedio de la relación de diámetros de médula y de fibra. Introduciendo el factor de corrección en la ecuación, la densidad media aparente de la fracción de pelos puede calcularse como:

$$d_p = 1,31 (1 - (k/n) * S(dm_{pj}/dm_{MEDj})^2), \quad (6)$$

donde  $dm_{pj}$  es el diámetro medio del pelo  $j$  y  $dm_{MEDj}$  es el diámetro medio de la médula del pelo  $j$  y la sumatoria es para  $j$  de 1 hasta el total  $n$  de fibras.

#### Criterio de separación de las fracciones down y pelo

Se había mencionado la necesidad de un criterio de clasificación de tipos de fibras según sus diámetros. El criterio de separación sugerido por Lupton et al. (1995) se basa en considerar a las fibras de 4 a 30  $\mu$  de diámetro como correspondientes a down y las fibras mayores de 30  $\mu$  como pelo. Utilizando este criterio Herrmann y Wortmann (1997) encontraron una correlación alta ( $r = 0,93$ ;  $p < 0,001$ ) entre el rinde de muestras discriminadas de esta forma y el rinde actual en muestras de Cashmere obtenido con Shirley Analyser. Otros criterios evaluados por Herrmann y Wortmann (1997), como ajustes a distribuciones de Gauss y Lognormal sobre el pico de distribución de las fibras down, complican los cálculos y no mejoran la correlación con el rinde actual, por lo que en este trabajo hemos adoptado el criterio de clasificación de Lupton et al. (1995): fibras

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

mayores a 30  $\mu$  son consideradas pelo y fibras iguales o menores a 30  $\mu$  se consideran fibras finas o down.

Aplicación y validación de la metodología con muestras de vicuña

A los fines de evaluar la metodología, se realizaron 3 ensayos con muestras de vellón tomadas de la zona del costillar de vicuñas provenientes del INTA Abra Pampa, provincia de Jujuy.

Ensayo 1: A los fines de determinar la densidad de pelos del vellón de vicuñas se separaron las fracciones de pelo de 22 muestras. Se utilizó la metodología estándar IWTO 8 (IWTO, 1997) y ASTM 2968 (ASTM, 1990) para estimar el grado de medulación y se calculó la densidad media de pelo de cada muestra (dP) según fórmula (6).

Ensayo 2: A los fines de estimar el rinde de down, se utilizaron otras 20 muestras. En primer lugar se separaron manualmente 5 mechas de fibras down y otras 5 de pelos de cada muestra que se midieron con el equipo Agritest Staple Length Measurement y con regla milimetrada, respectivamente para obtener las longitudes promedio de cada tipo de fibra (LD y LP). Luego las muestras, de aproximadamente 12 g, fueron divididas en dos submuestras: A y B. Sobre la submuestra A se determinó el rinde de fibras finas o down con la fórmula (1) utilizando el método manual de separación de fibras. Sobre la submuestra B se determinó el rinde de down con las fórmulas (3) y (5) utilizando los dos modelos de predicción.

Todas las submuestras lavadas, descordadas manualmente o no, fueron caladas con el Minicore tal como lo describe la norma IWTO 12-03 (IWTO, 2003) obteniéndose recortes de fibras o *snippets* para la determinación de diámetro medio y distribución con Laserscan. Con este equipo se midieron 8.000 fibras en cada muestra. La distribución de diámetros de fibras resultante fue utilizada para recalcular las medias y desvíos estándar de las fracciones down y pelo utilizando el criterio de clasificación de 30  $\mu$  mencionado anteriormente. Con estos datos y considerando  $d_p = 1,31 \text{ g/cm}^3$ , y dos supuestos de densidad de pelos: el valor obtenido en el Ensayo 1 y el valor de la queratina pura sugerido en la norma IWTO 58-00 (IWTO, 2000) y por Wortmann, Wortmann y Arns (1989) y se calculó el rinde de down predicho por el Modelo 1 (R1) aplicando la fórmula (3). Con los mismos datos y con las longitudes de ambos tipos de fibras se

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

calculó el rinde de down predicho por el Modelo 2 (R2) aplicando la fórmula (5). La Figura 1 presenta en forma esquemática el proceso de determinación de los 3 rindes de down: descerchado manual, Modelo 1 y Modelo 2.

Para evaluar los modelos de predicción, se calcularon correlaciones y se realizaron comparaciones apareadas de los rendimientos obtenidos con cada modelo y los obtenidos por descerchado manual. Del mismo modo se compararon las calidades de fibras finas o down determinados por Laserscan (diámetros y desvíos estándar) obtenidos en las muestras de descerchado manual y en las fracciones separadas por el Laserscan.

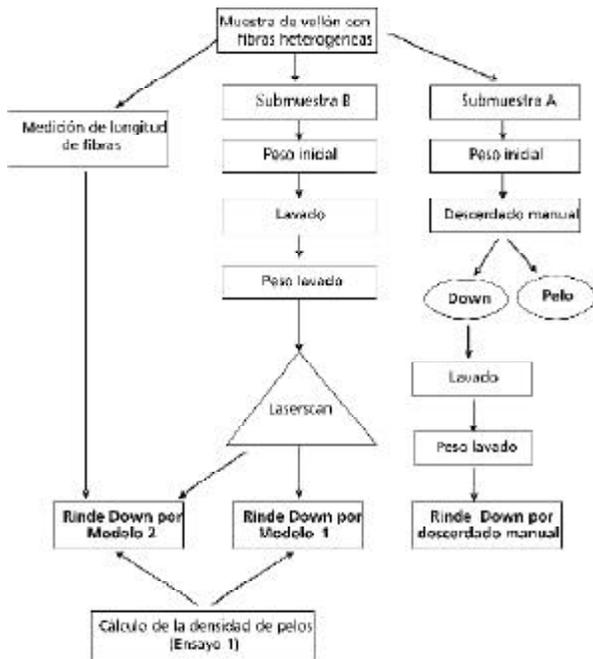


Figura 1: Esquema Ensayo 2. Submuestra A presenta el proceso de determinación de rinde con separación manual de pelos. Submuestra B presenta el proceso de determinación de rinde de down usando la distribución de diámetros de fibra con (Modelo 2) o sin información de longitud de fibras (Modelo 1). En ambos casos se requiere una estimación de la densidad de la fracción de pelos, obtenida en el Ensayo 1.

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

Ensayo 3: Adicionalmente se prepararon 14 muestras experimentales de mezclas de down y pelo de longitud definida. Las fibras down de 2 mm fueron obtenidas por minicaladura, utilizando el equipo Minicore, de muestras de down descerdadas a mano y las fibras de pelo de 2 mm fueron obtenidas con la guillotina que acompaña al equipo Laserscan. Las muestras experimentales se obtuvieron mezclando proporciones de down y pelo (peso/peso) simulando rindes de down entre 0 y 100 %. En cada muestra mixta se midió la totalidad de las fibras con Laserscan y se calculó el diámetro medio y parámetros de distribución de cada fracción de la mezcla para finalmente calcular el rinde de fibras finas o down (R1) en base a la fórmula (3).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Densidad de pelos de vicuña

Los diámetros medios de pelos y de médulas de pelos y la correspondiente densidad media de pelos calculada con fórmula (6) se presentan en Tabla 1. Como era de esperar todas las densidades resultaron menores a la densidad de la queratina pura (1,31 g/cm<sup>3</sup>). La densidad de pelo promedio resultó  $d_p = 1,119 \pm 0,128$  g/cm<sup>3</sup>.

Tabla 1. Determinación de la densidad media de pelos.

Muestras n=22	Diámetro medio de pelo (μ)	Diámetro medio médula (μ)	Grado de medulación (%)	Densidad de pelos <sup>a</sup> (g/cm <sup>3</sup> )
Promedio	62,9	36,1	56,9	1,119
DE	4,9	5,6	5,5	0,128

<sup>a</sup> Calculado en base a fórmula (6); DE: desvío estándar.

### Rinde de down de vicuña

En la Tabla 2 se observa que el Modelo 1 sobreestima el rinde de down logrado por descerdado manual y el Modelo 2 lo subestima. Es

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

Tabla 2. Comparación de rindes de fibras finas o down obtenidos por descerdado manual, por dos modelos de predicción bajo dos supuestos de densidad de pelos.

Muestras n=20	Rinde de fibras finas o down por descerdado manual RDM (%) <sup>a</sup>	Rinde de fibras finas o down estimado con modelo 1 (%) <sup>b</sup> (sin medir longitud de fibras) <sup>b</sup>		Rinde de fibras finas o down estimado con modelo 2 (%) (midiendo longitud de fibras) <sup>c</sup>	
		Densidad de pelos = 1,119	Densidad de pelos = 1,31	Densidad de pelos = 1,119	Densidad de pelos = 1,31
Promedio	76,9	79,8	78,4	71,8	69,6
DE	6,6	5,2	5,4	9,5	10,1
Correlaciones		0,73 **	0,74 **	0,63 **	0,63 **
Diferencias		2,89 ± 1,02 *	1,50 ± 1,00 ns	-5,17 ± 1,66 **	-7,37 ± 1,75 ***

<sup>a</sup> Calculado en base a fórmula (1); <sup>b</sup> Calculado en base a fórmula (3); <sup>c</sup> Calculado en base a fórmula (5). DE: desvío estándar. Las correlaciones y diferencias son con el rendimiento de fibras finas o down por separación manual. Significancia estadística: ns P>0,05; \* P<0,05; \*\* P<0,01 y \*\*\* P<0,001.

importante observar que en el Modelo 2 (con medición de largo de fibras) la variación de los resultados es mucho mayor. Dentro del mismo Modelo las diferencias debidas a las dos opciones de densidad de pelo consideradas no fueron significativas, aunque como era de esperar por la fórmula, levemente superiores para la densidad mayor.

Las correlaciones de los rindes de down estimados con los Modelos 1 y 2 con el rinde de down por descerdado manual (RDM) resultaron 0,74 y 0,63 (P<0,01), respectivamente. Las diferencias fueron menores y menos significativas para el Modelo 1, éste resultó mejor predictor de RDM que el Modelo 2 independientemente de la densidad de pelos considerada. Para ambos Modelos la correlación con RDM y el ajuste de puntos a una regresión lineal resultó menor a la esperada (Figura 2) pero debe tenerse en cuenta que el rinde de down por descerdado manual no puede considerarse el método de referencia por motivos que se discuten más adelante.

#### Calidad de down de vicuña

En la Tabla 3, se presentan las características de calidad relacionadas a la distribución de diámetros de fibra en las 20 muestras descerdadas manualmente y las mismas características calculadas en las muestras sin descerdado manual. Se observa que la diferencia entre las muestras es pequeña en diámetro medio (13,8 y 14,1  $\mu$ ), pero el desvío estándar y coeficiente de variación de ese promedio es un 50 % superior en la muestra entera y la proporción de fibras mayores a 30  $\mu$  es 3 veces mayor en

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

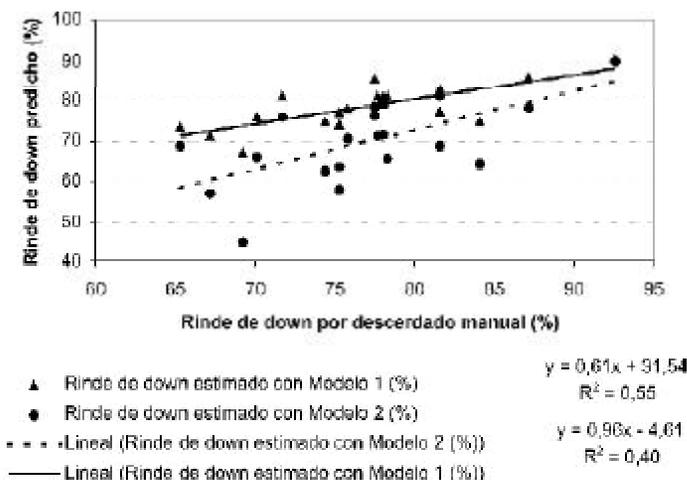


Figura 2: Relación entre rinde de down por descardado manual y rinde de down predicho por dos modelos. Modelo 1 sin corrección por largo de fibras y Modelo 2 con corrección por largo de fibras. La densidad de pelos en ambos casos es de 1,31 g/cm<sup>3</sup>.

Tabla 3. Comparación de la calidad de fibras finas o down en muestras separadas manualmente y en la muestra original.

Muestras n=20	Calidad de fibras en muestras con descardado manual				Calidad de fibras en muestras no descartadas			
	Diámetro medio (μ)	Desvío estándar (μ)	Coefficiente variación (%)	Fibras mayores a 30μ (%)	Diámetro medio (μ)	Desvío estándar (μ)	Coefficiente variación (%)	Fibras mayores a 30μ (%)
Promedio	13,8	3,0	21,5	0,3	14,1	4,5	31,9	0,9
DE	1,0	0,5	2,9	0,1	1,0	0,5	2,7	0,3
Corre- laciones dife- rencias					0,95**	0,21 ns	-0,26 ns	0,25 ns
					-0,74   0,07	1,55   0,13	-0,64   1,0	-0,66   0,06
					**	***	***	***

DE: desvío estándar. Las correlaciones son entre muestras descartadas y muestras no descartadas. Significancia estadística: ns P>0,05; \* P<0,05; \*\* P<0,01 y \*\*\* P<0,001.

esas muestras. La presencia de fibras mayores a 30 μ (0,3%) en la muestra descartada manualmente explica que no se puede tomar RDM como método de referencia. La contaminación cruzada es inevitable en la separación manual de ambos tipos de fibras.

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

En la Tabla 4, se describe la calidad de la fibra en las fracciones separadas por el Laserscan. Aquí sí se observa que las fracciones hasta 30  $\mu$  (down) de las muestras descerdadas o enteras no difieren y tienen una correlación de 0,96. Además se observa que los diámetros de pelos entre ambas muestras difieren en 8,4  $\mu$ . Esto se explica por la separación manual que no logró discriminar algunas fibras mayores a 30  $\mu$  (0,3%) aunque ha eliminado las más gruesas y fácilmente visibles.

Tabla 4. Comparación de la calidad de las fracciones down y pelo, determinadas por el Laserscan en muestras descerdadas manualmente o enteras.

Muestras n=20	Fracción con fibras hasta 30 $\mu$ (down)				Fracción con fibras mayor a 30 $\mu$ (pelo)			
	Diámetro medio ( $\mu$ )		Desvío estándar ( $\mu$ )		Diámetro medio ( $\mu$ )		Desvío estándar ( $\mu$ )	
	Descerd manual	Muestra entera	Descerd manual	Muestra entera	Descerd manual	Muestra entera	Descerd manual	Muestra entera
Promedio	13,7	13,7	2,2	2,3	44,1	52,5	12,2	14,5
DE	1,0	1,0	0,2	0,3	4,5	3,3	3,1	1,8
Corre- laciones	0,96 ***		0,60 **		-0,09 ns		0,22 ns	
Dife- rencias	0,01 $\pm$ 0,07 ns		-0,07 $\pm$ 0,05 ns		8,4 $\pm$ 1,3 ***		-2,2 $\pm$ 0,7 **	

\* Calculado en la fracción con fibras menores o iguales a 30  $\mu$  detectadas por Laserscan. DE: desvío estándar. Significancia estadística: ns P>0,05; \* P<0,05; \*\* P<0,01 y \*\*\* P<0,001.

Evaluación de los modelos de predicción con muestras de rinde conocido

En la Tabla 5, se presenta el rinde de down calculado en base a las fórmulas (3) y (5) para 14 muestras experimentales de rinde conocido (muestras con down y pelo mezclado en proporciones conocidas). El recuento de fibras es el total de fibras de la muestra. En este caso se utilizó la densidad de pelo promedio de Tabla 1 y el valor sugerido por la norma técnica IWTO 58-00 (IWTO, 2.000).

Los resultados indican una muy alta correlación entre los rindes estimados y los rindes de las muestras artificiales. La correlación es mayor que la presentada en la Tabla 2 por la mayor pureza de las muestras artificiales y por cubrir un mayor rango de rindes. La ecuación con densidad de pelo calculada para vicuñas ajusta mejor el rinde de las muestras artificiales (ver diferencias no significativas). En la Tabla 5 también puede verse que la proporción de fibras de hasta 30  $\mu$  no alcanza para predecir rinde.

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

Los resultados de la Tabla 5 se presentan gráficamente en Figura 3 con sus ecuaciones de ajuste. Se puede observar el ajuste casi perfecto en este caso.

Tabla 5: Rindes y diámetros de down predichos en muestras con fibras mezcladas artificialmente.

Muestra	Proporción de fibras finas o down de la muestra artificial (%)	Recuento de fibras hasta 30 $\mu$	Recuento de fibras mayores a 30 $\mu$	Proporción de fibras hasta 30 $\mu$ (%)	Rinde de fibras finas o Down, modelo 1 (%)	
					densidad de pelo = 1,119 g/cm <sup>3</sup>	densidad de pelo = 1,31 g/cm <sup>3</sup>
1	100,0	7987	13	99,8	98,2	98,0
2	90,0	22898	229	99,0	84,2	82,0
3	75,0	18469	264	96,6	75,2	72,1
4	60,0	9009	301	96,8	59,3	55,5
5	50,0	22271	788	96,6	54,0	50,0
6	50,0	4472	266	94,4	45,6	41,7
7	42,5	21571	1366	94,0	42,8	39,0
8	40,0	3050	235	92,8	39,7	36,0
9	25,0	15124	1654	90,1	30,8	27,6
10	25,0	3802	524	87,9	24,9	22,1
11	25,0	4858	606	86,9	29,3	26,2
12	17,0	6904	1626	80,9	18,4	16,1
13	10,0	3102	1102	73,8	14,1	12,3
14	0,0	10	1887	0,5	0,0	0,0
Correlaciones				0,625 *	0,995 ***	0,995 ***
Diferencias					0,50 $\pm$ 0,88 ns	2,21 $\pm$ 0,90 *

\* Calculado en base a fórmula (3). Las correlaciones y diferencias son con la proporción de fibras finas o down en la muestra artificial. Significancia estadística: ns P>0,05; \* P<0,05; \*\* P<0,01 y \*\*\* P<0,001.

## CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS

Se ha descrito y validado un método para la estimación simultánea de rinde y calidad de fibras finas o down en muestras de vellones de doble capa, sin necesidad de separar las fracciones de fibra que las componen. El método se basa en Herrmann y Wortmann (1997) con ajustes al equipamiento disponible en los laboratorios de lana del INTA, en particular el equipo de muestreo Minicore y el equipo de medición de diámetros Laserscan.

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

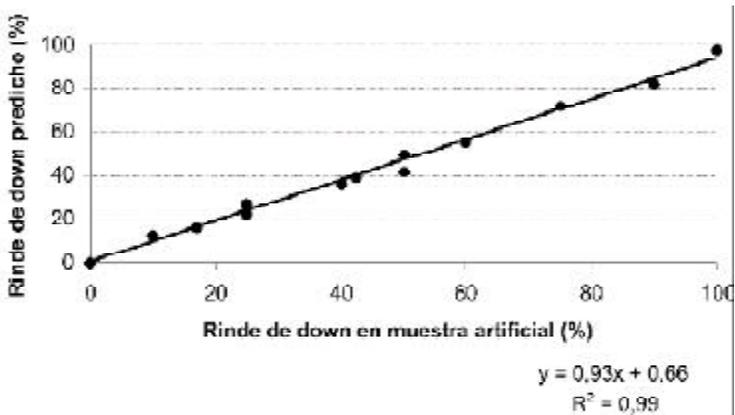


Figura 3: Relación entre rinde de down en muestra artificial y rinde de down predicho por Modelo 1 y densidad de pelos de 1,31 g/cm<sup>3</sup>.

El método utiliza la distribución de diámetros que arroja el equipo Laserscan, considerando que las distribuciones de diámetros de fibras de down y pelos tienen poca o ninguna superposición, y que fibras con diámetro menor o igual a 30  $\mu$  corresponden a down y las superiores a pelos. En el caso de vicuñas el diámetro medio típico de 14  $\mu$  y 60  $\mu$  para los pelos indicaría que el criterio de discriminación es adecuado.

Se evaluaron dos aspectos de la nueva metodología: precisión y eficiencia. Para evaluar la precisión en la estimación del rinde de down obtenido con el método propuesto se lo comparó con el rinde de down obtenido por descordado manual y se lo cotejó con rindes conocidos de muestras generadas artificialmente. El ajuste del método propuesto con el descordado manual resultó bajo, aún considerando el largo y la densidad de las distintas fibras. La falta de ajuste era esperable considerando que el rinde basado en el descordado manual es extremadamente sensible a la precisión de las pesadas iniciales y finales de las muestras. Pequeñas pérdidas de fibras, tierra y polvo durante el descordado afectan los resultados.

El método propuesto requiere una manipulación mucho menor de las muestras, donde la clasificación de fibras en sus dos tipos se realiza de forma automática y objetiva y por ende mucho más precisa. Por ello el

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

método propuesto se ajustó muy bien al resultado de las muestras artificiales generadas a partir de fracciones limpias de fibras finas o down y pelo.

El segundo aspecto de gran importancia es que el método propuesto es mucho más eficiente en el uso del tiempo. Se considera que una muestra de down ha sido bien separada cuando el Laserscan encuentra 0,3 % o 15 fibras mayores de 30  $\mu$  en 5.000 mediciones. Tal nivel de separación mediante descordado manual demanda entre 4 y 8 horas hombre por muestra, un tiempo prohibitivo para el análisis en escala de muestras de campo.

La metodología puede ser extendida a otros vellones de doble capa con la precaución de que los promedios de diámetro de las fracciones sean diferentes y que la densidad de ambas fracciones no sean muy diferentes.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Gustavo Rebuffi por haber facilitado las muestras de vicuña. Al personal del laboratorio de Fibras Textiles INTA Bariloche: Margarita Álvarez, Mabel Perussi, Lilia Vedia, Aida Silva, Leonardo Silva y Antonio Sáez por el procesamiento de las muestras.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, S.L. 1959. Fiber dimension. En: R. MEREDITH; HEARLE, J.W.S (Eds.) Physical methods of investigating textiles. New York Books Publ., cap 5 pp. 145-171.
- ASTM. 1990. Standard test method for med and kemp fibers in wool and other animal fibers by microprojection. American Society for Testing and Materials Method. Desig. D 2968-89. Sec 7. Vol. 07 07:812. ASTM, Philadelphia, PA.
- AS/NZS. 1999. Wool -fleece testing and measurement; Method 2: Determination of washing yield and clean fleece weight. Preliminary draft, TX/012-0980, May 1999, Standards Australia / Standards New Zealand, Wellington.
- BAIRD, K.; BARRY, R.G. 1992. Evaluation of the Sirolan Laserscan instrument. Part 1. Test specimen preparation factors that influence the measured mean fiber diameter. Technical Committee IWTO, Report No 5, December 1992, Nice.
- BARELLA, A. 1962. A short-cut method for measuring wool medullation. J. Text.

RIA, 34 (2): 153-149, Agosto 2005. INTA, Argentina

- Inst. 53: 395-399.
- BAXTER, B.P.; BRIMS, M.A.; TAYLOR, T.B. 1992. Description and performance of optical fiber diameter analyzer (OFDA). J. Text. Inst. 83: 507-526.
- BUCKENHAM, P.; WHITELEY, K.J.; GIRI, B. 1983. Rapid preparation of fiber snippets for the fiber fineness distribution analyzer. Textile Research Journal 53: 388 p.
- BUCKENHAM, P.; DEHLSSEN, A.B.; DAVID, H.G. 1979. The micorcing technique as method of subsampling wool. Text. Inst. Ind., July, 244 p.
- COUCHMAN, R.C. 1986. The utilization of a modified Shirley analyzer (wool model) in dehairing Cashmere-down samples for greasy-yield testing. J. Text. Inst. 4: 255-261.
- COUCHMAN, R.C.; HOLT, C.M. 1990. A comparison of the Shirley analyser and trash separator for dehairing Cashmere samples. J. Text. Inst. 81: 142-155.
- HERRMANN, S.; WORTMANN, F.-J. 1997. Opportunities for the simultaneous estimation of essential fleece parameters in raw Cashmere fleeces. Livestock Production Science 48: 1-12.
- IWTO. 1997. International Wool Textile Organisation, Test Method Nr. IWTO- 8-97: Method of Determining Fiber Diameter Distribution Parameters & Percentage of Medullated Fibers in Wool & Other Animal Fibers by the Projection Microscope, Woolmark Co., Ilkley, U.K.
- IWTO. 2000. International Wool Textile Organisation, Test Method Nr. IWTO- 58-00: Scanning Electron Microscopic Analysis of Speciality Fibres and Sheep's Wool and Their Blends, Woolmark Co., Ilkley, U.K.
- IWTO. 2005. International Wool Textile Organisation, Draft Test Method Nr. IWTO- 45-99: Determination of Cashmere down yield for core samples of Cashmere fiber, Woolmark Co., Ilkley, U.K.
- LUPTON, C.J.; MIKHIEM, D.L.; PFEIFFER, F.A.; MARSHALL, J.R. 1995. Concurrent estimation of Cashmere down yield and average fiber diameter using the optical fiber diameter analyser. Proceedings of the ninth International Wool Textile Research Conference 28 June to 5 July 1995, Biella, Italy.
- WILDMAN, A.B. 1954. The microscopy of animal textile fibers. Wool Industry Research. Association., Leeds, WIRA, 209 p.
- WORTMANN, F.-J.; WORTMANN, G.; ARNS, W. 1989. Quantitative fiber mixture analysis by scanning electron microscopy. Part I: Blends of wool with Angora rabbit hair. Textile Research Journal 59: 73-80.

Original recibido el 14 de junio de 2005