

Utilización de medidas objetivas para determinar calidad en lanas

Diego Sacchero

Introducción

En la década de los '60 surgió la necesidad de evaluar de manera objetiva las características de la lana. Desde entonces la AWTA (Australian Wool Testing Authority) y otras organizaciones interesadas han venido desarrollando métodos de ensayo. Si bien en Argentina los análisis preventa de rinde y diámetro medio se realizan desde 1974, la principal introducción en el sistema de venta de lana se realizó en la última década favorecido por la ejecución del PROLANA.

La demanda de servicios de evaluación objetivos por parte de productores, compradores y procesadores de lana creció rápidamente y finalmente se impuso como requerimiento que las transacciones comerciales debían incluir evaluaciones preventa de la lana sucia. Esta tendencia se afirmó en el hecho de que los resultados de las evaluaciones juegan un rol fundamental en la determinación del valor de mercado de la lana y en la predicción

de la performance de proceso de los lotes. De hecho, la carencia de resultados en el momento de la venta pone en posición desfavorable al vendedor o redundan en descuentos en el precio.

Las mediciones aseguran que los productores reciban un precio justo por su producto y que los procesadores adquieran materia prima que les permita confeccionar tops, hilos y/o tejidos de una calidad específica. Desde fines de los '80 prácticamente toda la lana australiana es evaluada preventa, por más que se comercialice a través de sistemas de remates o en forma privada directamente al procesador. En Argentina no hay datos precisos, sin embargo se puede estimar que en Patagonia el 70% de los lotes se evalúan preventa y el 90% posventa (M. Elvira, comunicación personal).

Las medias objetivas son ahora una parte

integral de la preparación, comercialización y procesamiento de la lana producida en cualquier parte del mundo. Para predecir el comportamiento de un lote de lana en su procesamiento textil la industria lanera posee un conjunto de mediciones objetivas que definen un amplio rango de características de la lana sucia y procesada, las cuales están apoyadas por métodos estándares de evaluación reconocidos internacionalmente. Estos son:

- Rinde y Materia Vegetal
- Diámetro Medio y Coeficiente de Variación del Diámetro
- Largo de Mecha y Resistencia a la Tracción
- Hauteur Medio Probable (HMP)

Las mediciones objetivas han suplantado progresivamente a las evaluaciones subjetivas de las características de la lana sucia, la determinación subjetiva del valor de la lana y la predicción subjetiva de la performance textil de la lana sucia.

Requisitos técnicos y comerciales de los sistemas de evaluación de lana

Los métodos de ensayo mencionados arriba fueron desarrollados y mejorados durante tres décadas por la IWTO (International Wool Textiles Organization) esto involucro inputs técnicos de ingenieros y científicos vinculados al sector productor, procesador, comercializador de lana de todo el mundo, para asegurar que sean técnicamente validos y abarquen los requerimientos comerciales tanto como sea posible. Sin embargo queda mucho por hacer para asegurar que la información cuantitativa que estos métodos de ensayo proveen sea utilizada efectivamente para reducir costos de producción y mejorar la calidad en todos los estadios de la cadena de la lana: producción, comercialización e industria-

lización. El entendimiento de las mediciones y de sus limitaciones por todos los integrantes de la cadena es esencial para que esto ocurra.

Criterios objetivos para comparar sistemas de evaluación

Muestreo: las determinaciones objetivas de alguna característica de un material, normalmente involucran la medición basada en una pequeña proporción del total del material bajo estudio. En materiales homogéneos, obtener una submuestra representativa del total es un problema relativamente simple de resolver. Pero cuando se trata de materiales heterogéneos es un tema mucho más complicado. La lana es un material heterogéneo y los procedimientos de muestreo deben ser cuidadosamente planificados para asegurar la representatividad del lote y la predictibilidad del grado del error.

Precisión: la precisión describe la reproducibilidad de los resultados, la habilidad para repetirlo; ósea la concordancia entre valores numéricos de dos o más mediciones replicadas o que fueron hechas exactamente de la misma manera. Generalmente, la precisión de un sistema de medición puede evaluarse repitiendo la medición, usando la misma técnica, un número de veces. Frecuentemente se confunde precisión con exactitud, la exactitud simplemente describe la similitud del resultado con el "valor verdadero" (ver Diagrama 1). Estrictamente hablando la única medición que puede ser completamente exacta es contar objetos. Cualquier otra medición contiene errores y son en realidad solo aproximaciones o estimaciones. Los términos que describen la precisión de un conjunto de datos replicados son:

- Desvío Estándar
- Coeficiente De Variación
- Varianza

El principal objetivo de estandarizar un método de ensayo es asegurar una precisión predecible en las mediciones y que sean comercialmente aceptables (*Figura 1*).

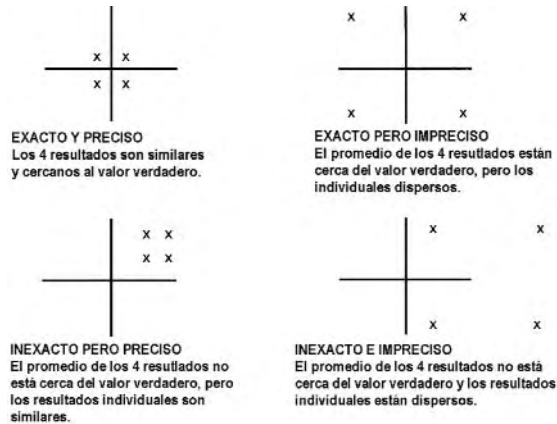


Figura 1:

Diferencias entre precisión y exactitud.

Sesgo: los analistas deben preocuparse de dos tipos de errores:

- errores aleatorios
- errores sistemáticos

El error de un número de mediciones replicadas es igual a la suma de estos tipos de errores. Los errores aleatorios impactan principalmente en la precisión. El sesgo en cambio es resultado de errores sistemáticos y tiene efecto significativo sobre la exactitud.

Estos errores actúan siempre en una misma dirección resultando en valores consistentemente mayores o menores que el que provee el método de referencia. Los sesgos pueden ocurrir por diversas causas pero se pueden clasificar dentro de algunos de estos grupos :

- Sesgo por muestreo. Un diseño inadecuado de muestreo puede resultar en una muestra sesgada. Una muestra así puede ser útil dependiendo de la utilidad que se quiera dar el resultado. Una muestra tomada del costillar del animal será casi siempre una representación sesgada del vellón. Si el propósito del muestreo es obtener información para ayudar a rankear animales para selección, el sesgo es aceptable ya que es similar para todos los animales que van a ser comparados.
- Errores personales. La mayoría de las personas por más que sean honestas, tienen una tendencia natural a estimar escalas de lecturas en la dirección que mejore la precisión de un conjunto de resultados o a provocar que un resultado caiga cerca de la noción preconcebida del valor verdadero. Cuando se muestrea lana este ítem es importante. La medición de largo de mecha y resistencia a la tracción requiere seleccionar mechales representativas de un conjunto de mechales de lana. Cuando se escribió el método de ensayo IWTO para medición de Largo de Mecha y Resistencia a la Tracción se observó que la

gente con conocimientos de lana generalmente seleccionaba mechas más largas que aquellas personas sin conocimientos (ver Mediciones Adicionales Submuestreo de mechas).

- Errores de instrumental. El sesgo puede ser causado por un instrumento en mal funcionamiento (arrastré) o por las asunciones realizadas con la tecnología del instrumento. El OFDA 100 ha exhibido sesgos en Diámetro Medio de Fibras y Desvió Estándar de acuerdo a como se preparan las muestras para la calibración. El instrumento debe usar sistemas de calibración separados para estimaciones insesgadas de cada uno de estos parámetros.

- Errores del método. Un ejemplo podría ser la falla en mantener controles estrictos de las condiciones ambientales que impactan en la medición (humedad y temperatura).

- Interferencias. El sesgo puede ser causado por interferencias surgidas de constituyentes de la muestra. La presencia de material extraño como fibras sintéticas o materia vegetal.

Sensibilidad: la sensibilidad de un instrumento o un sistema de medición se refiere a la habilidad para discriminar entre pequeñas diferencias en el material que va a ser analizado. En la lana tres factores limitan la sensibilidad:

- escalones en la curva de calibración del equipo
- precisión del instrumento
- error en el sistema de muestreo

En lana los errores surgidos de la variación de la muestra son tan grandes que enmascaran toda diferencia en sensibilidad entre equipos de medición.

Límite de detección: es el valor mínimo de la característica a ser medida que puede ser detectada a un límite de confianza conocido. No es importante cuando se mide finura porque ésta nunca se acerca a cero. Sin

embargo, puede volverse mas importante para quienes les interesa producir lana ultra fina. Este es un factor importante para ser considerado en equipos que se desarrollan por la detección de fibras oscuras porque la cantidad de estas para ser consideradas contaminante es extremadamente baja.

Rango: el rango útil de un método analítico puede ser definido desde el punto al cual la medición puede ser detectada (límite de detección) hasta el punto en que la calibración deja de ser lineal.

Selectividad: se refiere al grado en el cual el método analítico está libre de interferencias de otras especies. En general no es importante en lana.

Equivalencia: en términos cualitativos dos sistemas de medición de lana pueden decirse que son técnicamente equivalentes si tienen la misma precisión, sesgo, sensibilidad, límite de detección, selectividad y operan en el mismo rango. El mismo criterio aplica para la perspectiva comercial.

Mediciones básicas: Rinde y Finura

Las evaluaciones de Base Lana y contenido de Materia Vegetal, sirven para el cálculo de una serie de Rindes Comerciales que están relacionados a la performance de proceso del lote. El método para determinar el rinde de fibras limpias en la lana sucia fue logrado a principios de los '60 y mide la cantidad de lana limpia libre de todo contaminante y la cantidad de Materia Vegetal de la lana sucia. Las rondas de ensayo resultaron en la obtención de factores de conversión que son usados para calcular varios rindes comerciales existentes (peine Noble en aceite, Schlumberger seco, peine limpio japonés, etc.) usados para

comercializar el producto en base a los datos obtenidos en el laboratorio de análisis. Los pasos para la determinación de rinde y finura son los siguientes:

Coreo: debe ser tomada de cada lote de lana una muestra de caladura de fardos de aproximadamente 1.000 gr. Todos los fardos deben ser muestreados y pesados en el mismo momento (ver Anexo I). Adicionalmente al calado de los fardos se pueden tomar muestras de puño de cada uno de ellos para la determinación de largo de mecha y resistencia a la tracción (ver Mediciones Adicionales). El rol del acondicionador debe asegurar la correcta aplicación de la metodología de Toma de muestras acuerdo con el reglamento IWTO. El muestreo puede realizarse bajo la supervisión del PROLANA. Esta etapa es una de las mas importantes para lograr

resultados precisos (ver Anexo IV). Cualquier problema en el muestreo es irreparable a nivel de laboratorio.

Recepción: una vez que las muestras son recibidas en el laboratorio, se revisa el estado de la documentación que la identifica y diferencia (romaneo en el caso de PROLANA) y la factibilidad técnica de realización de los análisis solicitados.

Submuestreo en sucio: los pasos que realizan las muestras para su ensayo se describen en el Diagrama 2 (ver Anexo III). Las muestras de caladura son pesadas, depositadas en un tambor, mezcladas mediante aire y vueltas a pesar. La diferencia entre la primera y segunda pesada se usa para calcular el factor de corrección que compensa cualquier cambio en

el peso como resultado del proceso de mezcla. Se toman submuestras de 150 gr¹. La cantidad de submuestras necesarias dependen de las características de tamaño y variabilidad del lote (ver Tabla 1). Las submuestras se colocan en contenedores con su identificación y pasan al lavado. De aquí en más cada submuestra es tratada individualmente.

1 Algunas veces en muestras de lana posparto con cantidades elevadas de tierra, los pesos de los remanentes luego del lavado son tan bajos que no permiten la separación de los especímenes necesarios para la determinación de grasa residual, cenizas y materia vegetal, por lo que se pueden utilizar submuestras de 200 gr.

Tabla 1:

Esquema de muestreo para diferentes tipos de lotes.

Lote	2	3	4	6	8
Estancia < 8.000	X				
< 12.000		X			
< 24.000			X		
< 36.000				X	
< 48.000					X
Interlaboratorios		X			
Acopio < 8.000		X			
< 12.000			X		
< 24.000				X	
< 36.000					X

Lavado: las submuestra son ubicadas en máquinas lavadoras que operan con los mismos principios que los lavaderos comerciales. Las submuestras son lavadas con detergente en agua caliente, antes de ser enjuagados dos veces con agua fría. El lavado remueve todo el suint y cerca del 98% del contenido mineral

(tierra y suciedad) y la grasa. Una malla fina en la base de los lavaderos retiene la lana y toda la materia vegetal. Luego del lavado toda la lana y materia vegetal es removida del lavadero y ubicada en cápsulas especiales para el secado. Las cápsulas se recargan en una centrífuga, la cual elimina el agua excedente.

Secado: las cápsulas de secado se cargan luego en secadoras de aire forzado caliente la cual circula a través de la muestra a 105°C. Pesadas sucesivas verifican la pérdida de humedad hasta lograr peso constante, el cual se registra. En este paso el peso de una submuestra puede rondar los 90 gr, los restantes 60 gr. fueron removidos como suciedad, suint, grasa y humedad.

Submuestra residual: luego de lavado y secado tres tipos de contaminantes continúan en la lana: toda la materia vegetal que está en la submuestra, pequeñas cantidades de grasa residual y suciedad residual no removidos durante el proceso de lavado. Para poder determinar la base lana (BL), estos tres contaminantes necesitan ser cuantificados. De la submuestra residual lavada y seca se toman especímenes y se envían a diversas áreas para su ensayo.

Disolución y discriminación de la materia vegetal: un espécimen de 40 gr. de lana se ubica en un bowl para disolverse. Se vierten 600 ml de soda cáustica 10% en ebullición y se agitan durante 3 minutos. Pasado este tiempo la lana fue completamente disuelta pero la materia vegetal (MV) se encuentra relativamente desafectada. La solución es volcada a través de un tamiz para retener la MV. Luego de enjuagar la MV es secada en secadora a 110°C. La soda cáustica afecta en parte a la MV. Las partículas de MV más finas y suaves de MV son más fácilmente atacadas por la soda cáustica que las partículas

duras. Para corregir esto, luego de ser secada, la MV es corregida separándola en tres categorías:

- Abrojos
- Pajas y semillas (La parte más afectada durante la disolución)
- Núcleos duros (Los menos afectados por la soda cáustica)

Los factores de corrección para cada categoría han sido predeterminados y se aplican a los pesos de las tres categorías, calculando el % de cada categoría (ver Tabla 2). El peso total se usa para calcular la Base MV (Base materia vegetal).

Tabla 2:

Factores de corrección para distintos tipos de impurezas insolubles en álcali.

Tipo de impurezas insolubles en álcali	Notación	Factores de corrección
Semillas y pajas	f ₁	1.40
Abrojos	f ₂	1.20
Núcleos duros y palitos	f ₃	1.03
Pedazos de piel	f ₄	2.00
Otras sustancias insolubles en álcali	f ₅	1.05

Adicionalmente a las citadas categorías se identifican y separan cascarrias, piel, arena y

otros insolubles en álcali tal como gomas, plásticos y cualquier otro contaminante. En el caso de encontrar contaminantes como polipropileno o pedazos de tela se deberían tomar acciones para que el comprador pueda revisar los fardos involucrados para comprobar su contenido y la fuente de contaminación.

Extracción de grasa: cerca del 99% de la grasa presente en la lana es removida durante el proceso de lavado. Para determinar la cantidad de grasa residual que permanece en la lana lavada, un espécimen de 10 gr. es tomado de la submuestra lavada. La grasa es extraída del espécimen mediante alcohol caliente, luego la grasa y el alcohol son sifonados hacia un matraz limpio de peso conocido. La grasa se acumula en el matraz como resultado del proceso de destilación. Se requieren 20 sifonadas para remover toda la grasa residual de la lana. Después de la destilación cierta cantidad de humedad permanece en el matraz. Los matraces son puestos en una estufa ventilada por 6 (30) minutos para rápidamente evaporar la humedad del matraz y la grasa antes de repesar. La cantidad actual de grasa puede ser entonces determinada. AWTA ha introducido una nueva tecnología para reemplazar al método tradicional de extracción de grasa. Se

trata de NIR (Near Infrared Reflection Spectrophotometry) para medir rápidamente el contenido de grasa residual. El instrumento es calibrado en un rango de muestras con diferentes valores de grasa. Entonces cuando una muestra desconocida se presenta al NIR, rápidamente se predice el valor de grasa de la misma. El método es más rápido y seguro que el método tradicional. No existen equipos de este tipo instalados en los laboratorios laneros de Argentina.

Cenizas de lana y MV: así como sucede con la grasa, el 99% de la suciedad es removida de la submuestra de lana durante el proceso de lavado. Para determinar la cantidad de suciedad residual (contenido mineral) que permanece en la lana, se toma un espécimen de 10 gr. de la submuestra lavada y seca. El espécimen se coloca en un crisol y luego es quemado en una mufla a 800°C. El crisol tarda 2-3 horas en pasar a través de la mufla, durante este tiempo toda la materia orgánica se quema, dejando solo la materia mineral como cenizas. El contenido del crisol es pesado y expresado como un porcentaje del peso del espécimen. De igual modo son tratados los insolubles en álcali y los valores encontrados de cenizas se descuentan al total de vegetales.

Cálculo de Base Lana: habiendo calculado toda la contaminación residual de la lana se calcula la cantidad limpia y seca de fibras de lana o base lana (BL) en cada submuestra. La BL se calcula expresando el peso de lana con todas las impurezas removidas como porcentaje de peso de lana sucia original. La base lana de todas las submuestras es promediada para dar el resultado final del lote. Si el rango de los resultados del test entre submuestras es excesivo, se puede iniciar un test de chequeo con la muestra remanente. Mediante este procedimiento se realizan controles de calidad para minimizar errores.

Informe de Rindes

Contenido de lana limpia IWTO: es la cantidad de Base Lana ajustada a un contenido estándar de cenizas y extracto alcohólico de 2,77% y llevado a 17% de humedad estándar (regain). Contenido Lana Limpia IWTO = Base lana x 1,1972.

Rinde teórico de top y noils: es definido como la cantidad máxima el cual puede teóricamente obtenerse si toda la lana de un lote puede ser convertido a top y noils sin pérdida de proceso

- Peine Schlumberger Seco (1,0% TFM) = Base lana x 1,207

- Peine Schlumberger en Aceite (4,6% TFM) = Base lana x 1,257

- Peine Noble Seco (1,0% TFM) = Base lana x 1,205

- Peine Noble en Aceite (4,6% TFM) = Base lana x 1,255

Rinde comercial estimado de Top y noil: Es definido como el Rinde teórico de top y noils menos un cálculo apropiado de pérdida de fibras del procesamiento de lana durante el peinado. La conversión de Rinde Teórico a Rinde Estimado se realiza de acuerdo a la siguiente fórmula:

Rinde Estimado =

Rinde Teórico - Pérdidas de proceso

Donde: Pérdidas de proceso para Schulemberger =

2,5 + VA y Pérdidas de proceso para Noble =

2,0 + VA.

$$VA = 5,20 \frac{40,6}{7,80+TFM}$$

VM es la Base Materia Vegetal excluyendo los núcleos duros.

Rinde Japonés limpio: es un derivado de la Base Lana de acuerdo a la fórmula siguiente:

Rinde Japonés Limpio = Base Lana x 1,1777

Fibra limpia presente ASTM: es un derivado de la Base Lana de acuerdo a la fórmula siguiente:

Fibra limpia presente ASTM =

Base Lana x 1,1628.

Medición de Diámetro Medio de Fibras

La medición de diámetro de fibra es aceptado universalmente como la especificación de finura para lana sucia. Los certificados de finura garantizan las transacciones de lana sucia y es usado por la industria topista para predecir la finura de los tops confeccionados con ellas. El Diámetro Medio de Fibras (DMF) es el principal determinante del precio de la lana, debido a su influencia en la capacidad de producción de hilados y en la naturaleza y tacto-toque de las prendas producidas con ellas. Existen diferenciales de precios para diferentes finuras, especialmente para lanas finas. El diámetro de fibra de la lana puede ser medido usando diferentes tecnologías:

- Microproyección
- Airflow
- OFDA
- Sirolan Laserscan

El Microscopio de proyección es el único equipo que tiene trazabilidad en forma directa contra una referencia estándar primaria. Esto significa que se calibra con unidades de referencia de longitud y no con lanas estándar. Por otro lado el Airflow, Laserscan y OFDA deben ser calibrados usando lanas

estándar (tops patrones) los cuales tienen "valores estándar" que fueron inicialmente determinados por Microproyección. Por lo tanto estos últimos representan sistemas secundarios. Todos estos instrumentos dan mediciones de DMF o Finura. Con excepción del Airflow, proveen también información acerca de la distribución de diámetros: Desvío estándar (DS), Coeficiente de Variación (CV) y Factor de Confort o de Picazón ($>30 \mu$) (ver Anexo IV). Adicionalmente, tanto el Laserscan como el OFDA, miden la Curvatura de la ondulación. La ventaja de los sistemas calibrados es que proveen mediciones más precisas ya que la variabilidad entre instrumentos es considerablemente menor que la variabilidad entre operarios en el microscopio de proyección.

Comparación de instrumentos

Cuando se realizan mediciones duplicadas de finura en la misma muestra los resultados pueden ser diferentes, cualquiera sea el instrumento usado. Las diferencias surgen de la variabilidad de la fibra en sí, pero están confundidos junto a otras fuentes de variación del sistema de medición. Los límites de precisión de las normas IWTO para DMF usando Microproyección, Airflow, OFDA y Laserscan, están en la Tabla 3. El microscopio

pio de proyección es el menos preciso mientras que el OFDA y Laserscan son los más precisos. Dichos límites de confianza pueden reducirse con algún costo, aumentando la cantidad de mediciones sobre la muestra

Tabla 3:

Comparación de valores de precisión para Microproyección, Airflow, OFDA y Laserscan.

Equipo	Precisión (límites de confianza al 95%)	
	20 μ	35 μ
Microproyección	+/- 0,87 μ	+/- 1,07 μ
Airflow	+/- 0,45 μ	+/- 0,80 μ
OFDA	+/- 0,36 μ	+/- 0,67 μ
Laserscan	+/- 0,32 μ	+/- 0,70 μ

Por ejemplo duplicando la medición de muestras se puede mejorar la precisión en un 29%, y triplicando la medición se puede mejorar la precisión en un 42%. La cuestión sobre cuánta precisión es suficiente, es una cuestión más económica que técnica. Los métodos IWTO han sido desarrollados para mejorar la predicción del comportamiento durante el procesamiento y por lo tanto facilitar las transacciones de lana.

Pasos para determinación de diámetro de fibra con Laserscan

Separación de especímenes: durante el proceso de submuestreo residual para cálculo de residuos se separan aproximadamente 20 gr. de lana lavada.

Acondicionamiento: lana lavada y seca es llevada a una habitación con atmósfera controlada en un ambiente de 65% HR y 20°C. Debido a que la lana libera y/o absorbe humedad, el diámetro de fibra es dependiente

del contenido de humedad atmosférica. Por lo tanto, para una medición más consistente y homogénea las fibras deben ajustarse a condiciones estándar antes de ser medidas. El tiempo de acondicionamiento es variable y debe ser determinado previamente para cada sala en particular. Bajo ningún punto de vista dicho tiempo es extrapolable a otras salas.

Medición: de cada de las 2 submuestras se separan dos porciones que se ubican en un minicore. Los recortes calados se miden por separado en el equipo y finalmente se combinan y promedian las 4 mediciones. Los resultados de las mediciones son informados en micrones con un decimal. Al depositarse en el bowl de dispersión los recortes se mezclan en una solución de isopropanol y agua, el cual es el medio de dispersión y transporte de aquellos a través de tubos hacia la celda de medición. En la celda un haz de luz de un láser incide sobre fibras individuales; la sombra proyectada por las fibras individuales es medida electrónicamente y almacenada en un "bin" que representa una clase diámetros de 1 micrón (o 2 mic. -rango 0-160 mic.). Ej.: 14 mic., 15 mic, 16 mic, 21 mic., etc. Existen 80 bins en el Laserscan. Luego de medirse los recortes siguen transitando las tuberías y son capturados en un filtro de tela el cual es removido periódicamente. Cada recorte es medido solo una vez. Los equipos son calibrados con series internacionales de tops patrones que han sido medidos por unos 100 laboratorios miembros de Interwoollabs. De manera que el bin en el cual ha sido ubicado el registro de una fibra de diámetro desconocido puede ser directamente relacionada con un valor de micrones. En cada una de las 4 porciones se miden 1000 fibras, por lo tanto se mide un total de 4000 fibras al emitir un informe. Debido a que la medición se realiza sobre fibras individuales, la distribución de diámetros puede ser graficada en un Histograma.

Mediciones Adicionales

Las mediciones adicionales fueron introducidas en 1986 y son actualmente mediciones ampliamente aceptadas como información importante para los compradores y procesadores, y con dichos parámetros se establecen límites en muchas especificaciones de embarques. Son, luego del rinde y la finura las características más importantes que determinan el valor de las lanas para peinar. Numerosas investigaciones han demostrado que el promedio del largo de fibras que se va a alcanzar luego del procesamiento está fuertemente relacionado al largo de mecha y la resistencia a la tracción de la lana sucia. Estas medidas tienen la particularidad de realizarse sobre mechas enteras (a diferencia de los rindes, materia vegetal y finura que se obtienen a partir de muestras de caladuras de fardos). La técnica y esquema de muestreo de puño (ver Anexo II) debería dar a los laboratorios un tamaño de muestra adecuado y estadísticamente representativo del lote evaluado y que asegure la obtención de resultados con la máxima precisión que el método utilizado permita. El largo de mecha (LM) es usado normalmente en las apreciaciones comerciales para pronosticar la longitud promedio de fibras en los tops o hauteur, siendo esta característica de gran importancia porque permite establecer su destino industrial. Se mide en milímetros (mm). La resistencia a la tracción (RT) tiene influencia sobre el hauteur y en la proporción de pérdidas de fibras en las cardas en forma de noils. Se mide en Newtons/kilotex, donde el Newton (N) es una unidad de fuerza o carga y kilotex es la densidad lineal de una mecha o un sliver (gr/cm). La RT de la lana puede variar desde niveles muy bajos hasta 90 N/ktex. Lanás con valores mayores a 50 N/ktex son consideradas muy resistentes, entre 50 y 30 N/Ktex resistentes, lanás con valores menores a 30 N/ktex son consideradas débiles y aquellas con menos de

15 N/ktex son quebradizas. El Punto de Rotura es información que se desprende de la determinación de RT, representa el porcentaje de mechas que rompieron en la Punta, Medio y Base de la mecha y también tiene influencia sobre el hauteur. La rotura de fibras se relaciona con los lugares de menor diámetro en el perfil de la fibra, producidos por factores nutricionales, ambientales, sanitarios, etc. Desde el punto de vista del industrial la peor situación se da cuando la mayoría de las mechas rompen en el medio, porque reduce el valor del hauteur, especialmente cuando la RT es baja.

Desde que se introdujeron las MA han habido en Australia preocupaciones por parte de los compradores acerca de las mediciones adicionales en grupos particulares de lotes, específicamente lotes donde los valores promedios son casi equivalentes pero que existen diferencias significativas en la variación dentro del lote. Las determinaciones de variabilidad en las mechas, Coeficiente de Variación de Largo de Mecha (CV LM) y Coeficiente de Variación de Resistencia a la Tracción (CV RT), están actualmente disponibles en los informes de laboratorios de INTA. Se considera que cuando el CV LM es menor a 12 % la uniformidad es excelente; de 13 a 20 % normal y 21% o mayor es desuniforme (mezcla de largos). Por otro lado, de acuerdo a la IWTO la precisión del valor de CV RT se considera muy variable. En parte debido al hecho de que el número de mechas medidas en el test puede variar de 40 a 60 en cada lote y mientras que esa variación tiene poco efecto en el valor promedio de RT no ocurre lo mismo en el caso de CV RT. Actualmente se investiga la posibilidad de calcular la RT promedio del 25% menor de las mechas (o sea el promedio del 25% de las mechas con menor RT, de las mechas más débiles) para mejorar la especificación de lotes particulares. Una alta propor-

ción de mechas débiles (< a 30 N/Ktex) en un lote puede ser un problema para los compradores de lana si su cliente ha especificado no querer lana débil, por lo que lotes con alta variabilidad serían inadecuados aun con una RT promedio aceptable. Situaciones similares pueden ocurrir con el Largo de Mecha.

Submuestreo de mechas

Grub Sampling: se realiza en Australia, consiste en tomar al menos 20 manojos por lote, asegurando de que sean representativas del mismo. Tuft Sampling: En Australia estas máquinas se ubican en centros de acopio o laboratorios. La finalidad de esta máquina es extraer al azar 60 mechones de la lana de los manojos extraídos con el Grub Sampling.

Preparación de las mechas

El propósito de esta etapa de muestreo consiste en tomar aleatoriamente una mecha de cada uno de los 60 mechones. Se aceptan una variedad de formas de mechas así como segundos cortes. La preparación de mechas es una tarea manual y requiere algunos controles de calidad. La persona que toma las muestras debe tomar el primer extremo de mecha que visualiza evitando la selección. Realizar la tarea de a 2 o 4 personas asegura la aleatorización del muestreo. Las mechas se depositan en bandejas y se llevan a una sala de atmósfera controlada (20 °C y 65% HR) donde se acondicionan. Este procedimiento asegura que las mechas de cualquier tipo de lana son medidas bajo las mismas condiciones.

Medición en Agritest Staple Breaker

Para realizar las mediciones de acuerdo a la norma IWTO 30 existen dos equipos validados: el Atlas del cual no hay ejemplares en Argentina y el Agritest Staple Breaker Mod 2, del cual hay ejemplares instalados en los

Laboratorios de INTA Rawson y Bariloche. Las mechas extraídas de la muestra del lote se miden de a una por vez, ubicándolas entre unas pinzas y sensores, al dar la orden el equipo mide automáticamente el largo de esa mecha, la máxima fuerza de tracción necesaria para romperla (N) y por último de acuerdo al peso de las dos porciones resultantes calcula el lugar donde se produjo la rotura. La fuerza de tracción necesaria para romper una mecha por sí sola es de poco valor ya que las mechas gruesas requieren más fuerza que las mechas más delgadas, por lo tanto la fuerza debe ser relacionada al grosor, para esto se calcula la densidad lineal en ktex, relacionando el peso y el largo de la misma. Cuanto más gramos por milímetro más gruesa es la mecha. Los valores luego se corrigen por la base lana y materia vegetal. Es preciso aclarar que para poder realizar estas mediciones se debe conocer los valores de Base Lana y Materia Vegetal (obtenidas del core test) del mismo lote. Luego de medir todos los especímenes el equipo da la información sobre el Largo de Mecha Promedio y su Coeficiente de Variación, Resistencia a la Tracción Promedio y su Coeficiente de Variación y Punto de Rotura discriminado en Punta, Medio y Base.

Aplicación de medidas adicionales en la industria

Tres grandes evaluaciones llevadas a cabo durante veinte años en el marco de un macroproyecto entre AWTA, CSIRO y AWC con procesadores de lana de todo el mundo denominado TEAM (Trials Evaluating Additional Measurements) demostraron que la performance textil puede ser predicha con las mediciones adicionales más mediciones tradicionales. La predicción del hauteur (HMP) utilizando la fórmula actualizada de TEAM es:

$$\text{HMP} = 0,43\text{LM} + 0,35\text{RT} + 1,38\text{DMF} - 0,15\text{Mid} - 0,45\text{MV} - 0,59\text{CV DMF} - 0,32\text{CV LM} + 21,8$$

Cabe aclarar que al ser el HMP un cálculo y no una medición puede considerarse Información Adicional.

Sistemas de Control Internacional

Básicamente existen dos asociaciones que llevan a cabo interlaboratorios de interés para los laboratorios de análisis de calidad de lana:

Interwoollabs

Es una asociación internacional de laboratorios textiles constituida con el fin de desarrollar un sistema de cooperación entre los laboratorios miembros para asegurar la precisión en la calibración de los equipos utilizados, garantizando que los métodos de análisis son aplicados en forma correcta y uniforme con relación a normas IWTO y asociadas. La organización envía anualmente a sus socios un set de ocho tops patrones para ser utilizados en la calibración de los equipos y semestralmente evaluaciones de muestras incógnitas. Se puede participar en las siguientes determinaciones:

- Altura Media de Fibras por Almeter
- Finura por Sirolan Laserscan
- Finura por OFDA
- Finura por Air Flow
- Finura por Microproyección

Si el laboratorio aprueba las evaluaciones recibe un sello habilitante donde consta el nombre de la asociación, un número único de

identificación internacional, la lista de equipos calibrados y el año de vigencia de la habilitación. Los resultados son analizados estadísticamente e informados oficialmente en las conferencias de IWTO. La aprobación de estas evaluaciones le permite al laboratorio ingresar en la lista de Laboratorios Calibrados, la cual es distribuida mundialmente en los ámbitos vinculados con el sector textil lanero.

ILRT

Es una asociación internacional de laboratorios textiles públicos e independientes, involucrados en la temática del muestreo y análisis de calidad de lana sucia, constituida con el fin de desarrollar un sistema de cooperación entre los laboratorios miembros para asegurar la correcta, uniforme y precisa aplicación de normas IWTO. Los laboratorios miembros de ILRT procesan en conjunto más del 80 % de la lana sucia evaluada del mundo. Los objetivos y finalidad del grupo es:

- Desarrollar la cooperación entre los laboratorios miembros, en vistas de asegurar la más correcta y uniforme aplicación de los métodos aprobados de evaluación y muestreo como estuviesen dispuestos en las Especificaciones y Regulaciones de la IWTO;
- Asegurar que los laboratorios miembros

obtengan resultados seguros de las evaluaciones teniendo un alto nivel de precisión en la aplicación de aquellos Métodos de Evaluación y Procedimientos específicos de IWTO, y relevantes de acuerdo con el programa anual de trabajo fijado por el grupo;

- Colectar datos de aquellas especificaciones de IWTO utilizadas en el programa bajo la consigna de la principal función del grupo ILRT de armonizar y monitorear la performance técnica de los laboratorios miembros;
- Asistir a los laboratorios miembros en la resolución de disputas surgidas de diferencias en los resultados, identificando los causas de cualquier discrepancia y en la medida de lo posible
- Permitir a otros laboratorios no competitivos comercialmente a integrarse como Laboratorios Participantes en la ronda de ensayos interlaboratorios.

Los resultados son analizados estadísticamente e informados oficialmente en las conferencias de IWTO. Por lo tanto, el grado de armonización entre los miembros del grupo esta regularmente disponible para la inspección por cualquier participante interesado de la industria lanera.

Información adicional

- AWTA. 2002. Yield measurement, AWTA Ltd Newsletter July 2002, pag 8-16.
- AWTA. 2002. How much importance should breeders place on comfort factor, AWTA Ltd Newsletter October 2002, p 22-23.
- IWTO. 1997. 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. 1999. Test Method Nr. IWTO-6-97: Determination by the Airflow method of the mean fiber diameter of core samples of raw wool, Woolmark Co., Ilkley, U.K.
- IWTO. 2000. Staple Test Regulations, Woolmark Co.,

Ilkley, U.K.

- IWTO. 2000. Test Method Nr. IWTO-19-98: Determination of wool base and vegetable matter base of core samples of raw wool, Woolmark Co., Ilkley, U.K.
- IWTO. 2001. Test Method Nr. IWTO-12-00: Measurement of the mean and distribution of fibre diameter using the Sirolan Laserscan fibre diameter analyzer, Woolmark Co., Ilkley, U.K.
- IWTO. 2001. Test Method Nr. IWTO-47-00: Measurement of the mean and distribution of fibre diameter of wool using an Optical Fibre Diameter Analyzer (OFDA), Woolmark Co., Ilkley, U.K.
- IWTO. 2002. Test Method Nr. IWTO-30-98: Determination of staple length and staple strength, Woolmark Co., Ilkley, U.K.
- IWTO. 2004. Core Test Regulations, Woolmark Co., Ilkley, U.K.
- www.awta.com.au
- www.ilrtgroup.org
- www.interwoollabs.com
- www.iwto.org
- www.prolana.com.ar

Anexo I

INSTRUCTIVO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE CALADURA EN FARDOS

Objetivo:

Tomar una muestra representativa de un lote de lana sucia para análisis de rinde y finura comercial según Normas Internacionales vigentes (Método de análisis Core Test o de Caladuras).

Materiales:

- Calador
- Filos o sacabocados
- Bolsas de polietileno suficientemente fuertes como para resguardar la muestra de lana, es conveniente utilizar doble bolsa

- Precinto de seguridad o bandas elásticas para asegurar hermeticidad a las bolsas con las muestras
- Tarjeta de identificación

Método:

Deben calarse la totalidad de los fardos vellón que compongan el lote.

1. La muestra siempre debe obtenerse de los fardos que contengan la lana VELLON, incluída aquella denominada VG (lana con vegetales), y carneros. Si se quiere conocer la calidad de otras lanas como las barrigas, se debe calar por separado cuidando de evitar mezclar con la muestra de vellón.
2. Siguiendo este método, Ud. obtendrá como mínimo un total de muestra de 700 grs.
3. La cantidad de caladuras a realizar por fardo depende del número total de fardos que componen el lote y como regla práctica ver el número de caladuras a realizar en Tabla 1.

Tabla 1:

Esquema de calados para lotes de lana sucia.

Fardos	Numero de caladuras	Total caladuras
5	20	100
10	10	100
25	4	100
50	2	100
100	1	100
> de 100	1	100

4. Cuando se debe hacer más de una calada por fardo se deben realizar en lugares suficientemente separados entre sí, una/s en la mitad superior y la/s otra/s en la inferior.
5. El calador debe introducirse en el sentido de la compresión del fardo y debe realizarse en forma horizontal para evitar pérdidas de tierra u otros materiales.
6. Al introducir el tubo del calador, se debe

romper previamente con un corte pequeño el envoltorio (polietileno) para evitar contaminar la muestra.

7. El material de la calada debe ser acumulado en envase de polietileno adecuado para evitar las pérdidas y el contacto directo con el medio ambiente. El envoltorio final debe ser de doble bolsa de polietileno perfectamente cerradas.
8. No deben estar estas bolsas expuestas al sol o alguna otra fuente de calor que haga variar sus condiciones. Debe evitarse de que se mojen o queden abiertas por mucho tiempo.
9. Identificar correctamente las muestras, consignando Nombre del establecimiento y Propietario, fecha y lugar de muestreo y kilos totales de los fardos muestreados, además del tipo de animal o si se trata de majada general.

Consejos:

- No tocar nunca las muestras con las manos o exponerlas al ambiente
- Asegúrese que la bolsa esté firmemente atada al calador
- Reemplace los sacabocados cuando note que no están bien afilados, no se extrae bien la muestra o disminuye la profundidad del calado
- No obtener muestras de fardos que sufrieron mojaduras
- El pesaje del fardo y la toma de muestras deben realizarse lo más simultáneamente posible
- Se debe evitar calar dentro de los bordes de los fardos.

Anexo II

INSTRUCTIVO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE PUÑO

Objetivo:

Tomar una muestra representativa de un lo-

te de lana sucia para análisis de Mediciones Adicionales (Largo de mecha, Resistencia a la tracción y Punto de rotura) según Normas Internacionales vigentes (Método de análisis de Mediciones Adicionales /Altura Media Probable en Top).

Materiales:

- Instrumento filoso para cortar el fardo
- Bolsas de polietileno para guardar la muestra
- Precinto de seguridad o bandas elásticas para asegurar las bolsas
- Tarjeta de identificación

Método:

Hay que recordar que un buen muestreo es el 50% del éxito de un buen análisis.

1. La muestra siempre debe obtenerse de los fardos que contengan la lana VELLON AAA, y de cada lote que se haya hecho un análisis de caladura de fardos. Si se quiere conocer la calidad de otras lanas como BO, se debe realizar otro muestreo aparte cuidando de evitar mezclas con las bolsas de muestra del vellón AAA.

2. Siguiendo este método Ud. obtendrá como mínimo un total de muestra de 3 Kgs.

3. Se debe tomar una muestra de puño de cada fardo y duplicar el muestreo si la cantidad de fardos del lote es inferior a 25.

4. Se debe realizar un corte de no más de 10 cm. sobre una de las caras del fardo y extraer con la mano un puñado de lana entera (aproximadamente 50/70 gramos).

5. El material de cada puñado debe ser acumulado en envase de polietileno adecuado para evitar pérdidas y el contacto directo con

el medio ambiente.

6. No deben estar estas bolsas expuestas al sol o alguna otra fuente de calor que haga variar sus condiciones. Evitar que tomen contacto con humedad.

7. Identificar correctamente las muestras, consignando Nombre del establecimiento y Propietario, fecha y lugar de muestreo y kilos totales de los fardos muestreados, número de fardos que componen el lote y tipo de lana.

Consejos:

- Evitar extraer la muestra de puño, realizando fuerzas inadecuadas que produzcan estiramientos y/o roturas de fibras
- El total de cada puñado de lana debe acumularse como muestra (incluidos los dobles cortes o mechas cortas)
- No obtener muestras de fardos que

sufrieron mojaduras

- Trate de realizar los cortes de cada fardo siempre en el mismo lugar

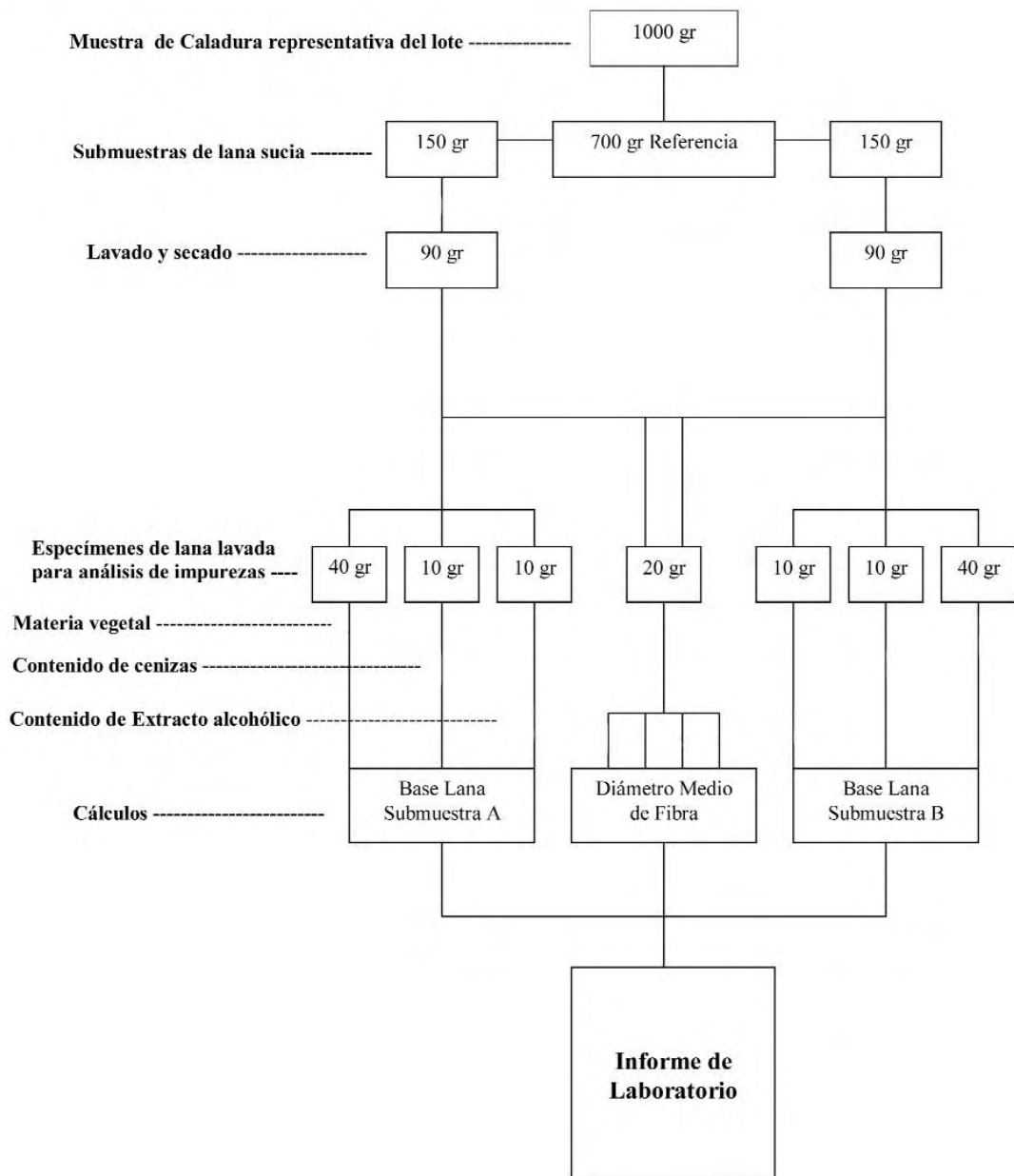
Continúa en página 26 ----



Anexo III

Diagrama 2

Diagrama de flujo de la lana durante el ensayo de base lana y materia vegetal



Anexo IV

FACTORES QUE AFECTAN LA PRECISIÓN

La genética, el ambiente y la nutrición, el manejo y las enfermedades influyen en las propiedades de la lana ya que es una fibra natural. La lana es evaluada para proveer una estimación de dichas propiedades basadas en una muestra tomada de un lote. Tanto los métodos de muestreo de IWTO como los análisis de laboratorio son variables, los componentes de esta variabilidad inciden sobre los resultados. Los límites de confianza, por ejemplo se calculan para los siguientes componentes:

- Variación entre caladas (o entre mechones)
- Variación dentro del laboratorio
- Variación entre laboratorios

Variación entre caladuras

Esta fuente de variación está de bajo el control de quien toma la muestra y del acondicionador que clasifica la lana, ya que la mayoría de la variación ocurre dentro de vellones individuales. Esta variación difiere para lanas de diferentes orígenes y tipos extremos de lanas. Por ejemplo, los esquemas

de toma de muestras se basan en tomar suficiente cantidad de caladuras para alcanzar una precisión de muestreo de $\pm 0,7\%$ de Base Lana.

Variación dentro del laboratorio

Dentro del laboratorio existen diferencias menores entre equipos y operarios. Estas fuentes de variación son minimizadas mediante controles de calidad, mantenimiento de equipos y supervisión. El procedimiento de medir submuestras o especímenes en diferentes instrumentos reduce el efecto de variación entre máquinas y operadores. Por ejemplo, la certificación de Diámetro Medio de Fibra mediante Airflow, Laserscan u OFDA requiere que una muestra sea medida en al menos 2 equipos y sus resultados promediados.

Variación entre laboratorios

El sujeto de sesgo está todavía bajo discusión. Aun eliminado los sesgos existe un componente de variación entre laboratorios. Cada instrumento puede dar pequeñas diferencias en su performance y diferir en la interpretación de los procedimientos de laboratorio. En resumen, la cantidad de ensayos realizados tiene relación directa con la precisión

mayor repetibilidad del resultado. Evaluar múltiples muestras aleatoriza parte de los efectos dentro del laboratorio e incrementa la chance de identificar un error antes de emitir un resultado. Cuando se desarrolla un método de ensayo, las fuentes de variación se determinan en ensayos interlaboratorios internacionales. Esos datos forman la base para calcular los límites de precisión del nuevo método. La precisión del resultado de un test es también dependiente de la cantidad de muestras y ensayos realizados.

A mayor cantidad de muestreo y ensayos mayor precisión de los resultados.

La precisión de un test individual normalmente se expresa como Límite de Confianza del 95 %, lo cual representa el límite a cada lado del valor "real" dentro del cual se espera que caigan 95 de cada 100 mediciones repetidas. Los valores de Límite de Confianza para Base Lana, Materia Vegetal, Diámetro Medio, Largo de Mecha y Resistencia a la Tracción están definidos en los métodos IWTO y se resumen a continuación.

Tabla 4:

Límites de Confianza para determinaciones sobre lana sucia..

Tipo de análisis		Límite de Confianza de 95% (±)	
Base lana (%)			
< 40		2.2	
40.1 a 45.0		1.9	
45.0 a 50.0		1.7	
50.1 a 55.0		1.5	
55.0 a 60.0		1.2	
60.1 a 65.0		1.3	
> 65.1		1.1	
Base Materia Vegetal (%)			
< 0.5		0.1	
0.6 a 1.0		0.3	
1.1 a 1.5		0.4	
1.6 a 2.0		0.5	
2.1 a 3.0		0.6	
3.1 a 5.0		0.9	
> 5.0		1.0 a 2.0	
Diámetro Medio de fibra (µ)			
	Airflow	OFDA	Laserscan
15.0	0.3	0.3	0.2
20.0	0.5	0.4	0.4
25.0	0.6	0.5	0.5
30.0	0.7	0.6	0.6
35.0	0.8	0.7	0.7
40.0	0.9	0.8	0.9
Mediciones Adicionales			
Largo de mecha (mm)	Vellón		No vellón
	5		5
Resistencia a la tracción (N/ktex)	Vellón		No vellón
	6		6

Anexo V

FACTOR DE CONFORT

Durante los últimos años hubo interés en el factor de confort (FC) el cual es un indicador de la proporción de fibras menores de 30 micrones. Las investigaciones demostraron que no solo una excesiva cantidad de fibras mayores de 30 micrones era importante sino que también lo era el diámetro de los extremos de las fibras.

La picazón de los tejidos se debe a que los extremos de fibras que sobresalen desde la superficie de los hilos. Si esas fibras son relativamente gruesas son menos flexibles y por cuando tienen contacto con la piel provocan una sensación de picazón. Sin embargo, si el extremo de esas fibras son más delgadas y por

lo tanto más flexibles, es menos probable que provoquen picazón.

Es incuestionable que las lanas gruesas forman tejidos que producen picazón. La creencia profundamente asentada en los consumidores de Estados Unidos de que los tejidos de lana pican, se basa en el uso de lana norteamericana y australiana de inferior calidad, durante y después de la segunda guerra mundial.

La llegada de instrumentos como el Laserscan y OFDA permitieron a los productores obtener más información de la que había previamente disponible sobre la distribución del diámetro medio de fibras en lanas. Sin embargo, muchas veces no se entienden completamente las limitaciones técnicas de la medición del FC, cuya precisión es mucho menor que las de otras mediciones usadas para la venta de

carneros. Casi sin excepción los servicios de evaluación de vellones (producción animal), involucran métodos más simplificados que aquellos que evalúan caladura de fardos por lo que la precisión de los datos es menor.

La norma IWTO 12 (Laserscan) incluye alguna información sobre la precisión que puede ser alcanzada al aplicar la medición de factor de confort (ver Tabla 5).

Tabla 5:

Error en el porcentaje de fibras de diámetro mayor al especificado (a un nivel de probabilidad del 95%).

Número de Fibras Medidas	Proporción de las Distribuciones de Diámetro Mayor al Valor Especificado					
	10%	8%	6%	4%	2%	1%
2000	1,3	1,3	1,1	0,8	0,6	0,4
5000	0,8	0,8	0,8	0,7	0,4	0,3
10000	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2
15000	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1

Hay dos hechos importantes que deben ser destacados de esta tabla que tiene aplicación directa para interpretar el factor de confort en mediciones de vellones de reproductores:

- La precisión de factor de confort depende del número de fibras medidas. Se requiere medir un muy elevado número de fibras para lograr un aumento significativo en la precisión.
- La precisión en términos relativos declina cuando el número de fibras mayores de 30 micrones se acerca a 0% (o cuando las fibras < 30 micrones se acerca a 100%).

En síntesis, no tiene sentido que los criadores de reproductores o sus compradores diferencien entre animales con diferentes factores de confort que sean menores que los límites que muestra la tabla.

A groso modo, dentro de la región de interés (FC de entre 98 y 100%, diferencias de hasta

0,5% no deberían ser considerados como significativos, por lo que en carneros con 99.5% o 100% deben ser considerados iguales. Una de las razones de esta relativamente baja precisión es el escaso número de fibras consideradas. Si se midieron 2.000 fibras y tiene 99.5% de FC significa que hubo 10 fibras con diámetro mayor a 30 micrones por lo que la posibilidad de repetir el valor es muy baja.

Más aún, tanto el OFDA como el Laserscan no siempre discriminan perfectamente el material extraño. Ambos instrumentos a veces fallan en identificar fibras pegadas o superpuestas unas sobre otras. Por lo que algunas veces "ve" dos fibras como si fuera una con diámetro aproximadamente igual a la suma de ambas. Otras veces miden porciones de vegetales como fibras de lana, dando falsas mediciones por sobre los 30 μ . Normalmente el número de tales fallas en la discriminación son tan pocas que tienen escasa influencia en el diámetro medio de fibras, desviación estándar y coeficiente de variación. Pero pueden influir en el FC donde el número de fibras es muy bajo.

Ha sido reportado que el OFDA 2000 midiendo mechas enteras sucias usa algoritmos para el cálculo de FC porque es más difícil discriminar entre fibras paralelas muy juntas. Por lo tanto el FC reportado por este equipo debe ser visto con más cuidado que el provisto por Laserscan u OFDA 100.

Fuente:

*Memorias de VII curso de actualización ovina
INTA Bariloche 2005*