

# Estudio de características vinculadas al procesamiento textil en lanas del Consorcio Regional de Innovación en Lanas Ultrafinas

## Evaluation of characteristics related to textile processing in wool from the Regional Consortium of Innovation in Ultrafine Wools

Pérez, Víctor (1); Bonner, Martín (1); Montossi, Fabio (2); Ramos, Zully (3); Sacchero, Diego (4); De Barbieri, Ignacio (2)  
(1) Departamento de Textiles, Lana Bruta, Tops y Cueros, Laboratorio Tecnológico del Uruguay, LATU, Montevideo, Uruguay.  
(2) Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA, Tacuarembó, Uruguay.  
(3) Consorcio Regional de Innovación en Lana Ultrafina, CRILU, Tacuarembó, Uruguay.  
(4) Laboratorio de Fibras Textiles, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, Bariloche, Argentina.

Contacto: vperez@latu.org.uy

RECIBIDO: 5/9/2017 – APROBADO: 20/11/2017

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue tipificar las características vinculadas al procesamiento textil en lanas producidas en establecimientos del Consorcio Regional de Innovación en Lanas Ultrafinas (CRILU), para determinar si se adecuan a los estándares textiles internacionales de calidad para este tipo de fibra. En dos zafas (2015-2016 y 2016-2017) se analizaron 354 lotes (478.200 kg) de lana para determinar de forma objetiva –según normas de ensayo y regulaciones de la International Wool Textile Organisation (IWTO)–, las características que influyen en el precio, el uso final y el comportamiento textil. En promedio, el diámetro de la fibra fue 17,9 y 18,2 micras (método air flow), la base lana 64,6 y 65,5 %, la base materia vegetal 0,5 % en ambas zafas, el largo de mecha 85,6 y 91,8 mm, la resistencia de la mecha 36,3 y 34,8 N/kTex y el amarillamiento 9,5 y 9,3 unidades CIE, respectivamente, para cada zafa. En conclusión, se corroboró la adecuación de las lanas obtenidas a las demandas de los mercados internacionales más exigentes, lo que indica una exitosa difusión y transferencia de la genética animal y del paquete tecnológico para la producción de lanas finas de alta calidad.

**Palabras clave:** Merino, diámetro de fibra, resistencia de mecha, largo de mecha, amarillamiento.

### Abstract

The aim of this study was to typify the characteristics related to textile processing in wools produced in farms of the Regional Consortium of Innovation in Ultrafine Wool (CRILU) to ascertain if they conform to the international industrial quality standards for this type of fiber. In two harvest seasons (2015-2016 and 2016-2017) 354 lots of wool (478.200 kg) were tested in order to determine, following the International Wool Textile Organisation (IWTO) Test Methods and Regulations, the characteristics that influence the price, end use and textile behaviour. Mean fibre diameter was 17,9 and 18,2 microns (air flow method), wool base 64,6 and 65,5 %, vegetable matter base 0,5 % in both seasons, staple length 85,6 and 91,8 mm, staple strength 36,3 and 34,8 N/kTex, and yellowness 9,5 and 9,3 CIE units, respectively, for each harvest season. In conclusion, the conformity of the obtained wools to the demands of the tougher international markets was validated, indicating a successful diffusion and transference of animal genetics and of the technological package for the production of high quality' fine wools.

**Keywords:** Merino, fibre diameter, staple strength, staple length, yellowness.

## Introducción

Las lanas de diámetro promedio menor a 24,5 micras tienen como principal destino el sector vestimenta, el cual utiliza el 60 % de las lanas producidas a nivel mundial (Cottle, 2010). En este segmento de la producción de lana, el desafío es la fabricación de prendas livianas, suaves al tacto, que se puedan utilizar todo el año, directamente sobre la piel, y disponibles en estilos informales (Swan, 2010). En particular, este es

un segmento del mercado de lujo, de prestigio y alto valor, conformado principalmente por lanas con diámetros de fibra menores a las 19 micras (Rowe, 2010). Australia, que produce el 90 % de la lana destinada a vestimenta en el mundo, desde la década de 1990 a la actualidad ha realizado profundos cambios en el perfil de diámetro de la fibra de su zafa lanera (AWTA, 2016), con un crecimiento tanto en volumen como en porcentaje de las lanas menores a 19,5 micras, en un contexto de disminución de la producción de lana del país.

Las propiedades textiles de la fibra de lana influyen o determinan el precio de comercialización, la utilización posterior y la performance textil de la lana (Botha y Hunter, 2010). Dentro de las propiedades más relevantes de la lana sin procesar se destacan el diámetro de la fibra, el rendimiento y el contenido vegetal, seguidos en relevancia por el largo y la resistencia de mecha, el punto de ruptura bajo tensión y el color. El estudio de cinco zafra laneras en Australia (2008-2013), en el que se incluyeron como variables las propiedades textiles y también las de mercado, indica que el diámetro de la fibra es la variable más importante y la que explica el 64 % en la variación del precio de la lana vellón (Nolan, 2014). Dentro de las propiedades textiles de la fibra, otras variables que influyeron significativamente en la variación de precio fueron la resistencia y largo de mecha, el contenido vegetal y el estilo.

En Australia, para las zafra 2008 a 2013, en una muestra de lana (vellón, barriga y pedazos) donde el 55 % era inferior a 20,4 micras, entre el 46 y 51 % presentó largos de mecha entre 70 y 90 mm. En cuanto a la resistencia de la mecha, entre el 65 y 76 % alcanzó valores superiores a 28 N/kTex (Nolan, 2014). En el sur de Argentina, en un análisis de cinco zafra de lana Merino de aproximadamente 20 micras, los valores de resistencia de la mecha fueron de entre 29 y 34 N/kTex con un largo de fibra de 85 mm (Mueller, et al., 2013).

En Uruguay, durante los últimos 16 años se han desarrollado tres proyectos de alcance nacional (Montossi, et al., 2013) que han contemplado y favorecido cambios en la producción y calidad de las lanas finas en el sector primario de la cadena agroindustrial. En particular, en el marco del Proyecto Merino Fino del Uruguay y del Consorcio Regional de Innovación en Lanias Ultrafinas (CRILU), se ha realizado una fuerte producción y difusión de animales que genéticamente producen lanas menores a 19 micras en el sector comercial (De Barbieri, et al., 2015a). Paralelamente, algunos trabajos experimentales indican la posibilidad de producir sustentablemente en pasturas naturales del Uruguay lanas finas de excelente calidad, de acuerdo a los estándares industriales más exigentes (De Barbieri, et al., 2014ab, 2015b). Sin embargo, la información objetiva es muy escasa sobre la calidad de las lanas producidas a nivel comercial en las majadas que han participado de estos proyectos.

A nivel experimental ha sido posible producir en Uruguay lanas finas que se adecuan a los estándares de calidad industriales. Nuestra hipótesis es que si la genética y el paquete tecnológico utilizado a nivel experimental ha sido transferido exitosamente al sector primario involucrado en proyectos de innovación, la mayoría de las lanas finas producidas comercialmente pueden adecuarse a los estándares industriales de calidad para este tipo de fibra de lujo.

El objetivo de este trabajo fue tipificar las características vinculadas al procesamiento textil en lanas producidas en establecimientos participantes del Consorcio Regional de Innovación en Lanias Ultrafinas.

## Materiales y métodos

### Estrategia de muestreo

En 2015 participaron del estudio 37 establecimientos, que representaron una producción total de 209.870 kg de lana; en 2016 fueron 40, que representaron una producción total de 268.330 kg de lana, todos ellos participantes del CRILU y

distribuidos en todo Uruguay. En 2015 se muestrearon 1143 fardos de lana integrados en 171 lotes, mientras que en 2016 fueron 1476 fardos de lana integrados en 183 lotes. Cada establecimiento definió, de acuerdo a su estrategia productiva y empresarial, el momento de esquila para cada lote de animales (por ejemplo, ovejas en invierno, preparto y borregos en primavera). En la primera zafra analizada, el período de crecimiento de lana fue de 365 días, la temperatura media diaria fue 18,4 °C y las precipitaciones totales 1178 mm, mientras que durante la segunda, el período de crecimiento fue de 369 días, la temperatura media diaria fue 17,2 °C y las precipitaciones totales 1672 mm.

La cosecha de lana fue realizada por empresas de esquila acreditadas «grifa verde», de acuerdo a lo establecido en las normas para el acondicionamiento de lanas del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) (SUL, 2004). En cada establecimiento, dentro de cada año y momento de esquila, se tomaron muestras de calado y de puño de la lana vellón. El muestreo de caladuras siguió las regulaciones de la International Wool Textile Organisation (IWTO) referentes a los ensayos de rendimiento y finura (IWTO, 2011a) y al ensayo de color (IWTO, 2007a), y el muestreo de lana en mecha siguió un protocolo interno basado en las regulaciones de la IWTO para extracción de mechas (IWTO, 2007b). Los muestreos fueron realizados por personas capacitadas que actuaron como representantes acreditados del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), según lo indican las correspondientes regulaciones de la International Wool Textile Organisation.

### Análisis en laboratorio

Una vez extraídas e identificadas las muestras fueron enviadas por los representantes acreditados al Laboratorio de textiles, lana bruta, tops y cueros del LATU, laboratorio acreditado para los métodos aplicados según la Norma ISO 17025 por UKAS del Reino Unido, y laboratorio licenciado por la International Wool Textile Organisation. Una vez en el laboratorio, las muestras de caladuras fueron procesadas de acuerdo al método de ensayo IWTO 19 (IWTO, 2012a). En síntesis, este método requiere: mezclado de la muestra original del lote, submuestreo, lavado, centrifugado, secado, submuestreo para análisis, determinación de extraíbles en etanol, determinación de insolubles en álcalis y determinación de cenizas. En base a los resultados de estos ensayos se calculó la base lana y base materia vegetal.

Luego, sobre la lana lavada en el laboratorio se aplicó el método de ensayo IWTO 28 (IWTO, 2013). Este método incluye: acondicionamiento de la muestra en ambiente estandarizado definido por la norma IWTO 52 (IWTO, 2006), cardado de la muestra, lectura de dos especímenes de ensayo en dos airflows independientes y obtención de resultados de diámetro de la fibra.

Sobre el remanente de la muestra de lana lavada y cardada (incluyendo los especímenes utilizados para la medición en airflow, según lo indica el punto 6.4.1.2 de la norma IWTO 12), se aplicó a continuación el método de ensayo IWTO 12 (IWTO, 2012b). Este método incluye: acondicionamiento de la muestra en ambiente estandarizado definido por la norma IWTO 52 (IWTO, 2006), minicoreo, lectura en Laserscan de cuatro submuestras de al menos 2000 fibras, combinación de lecturas y obtención de resultados de diámetro de la fibra y coeficiente de variación del diámetro.

Variable	Borrego		Capón		Oveja		Total	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Base lana (%)	64,4	64,9	65,3	64,5	64,4	66,0	64,6	65,5
Base materia vegetal (%)	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Diámetro de fibra ( $\mu$ )	16,3	16,5	18,1	18,2	18,3	18,8	17,9	18,2
CV. diámetro de fibra (%)	21,4	21,6	21,6	21,2	21,3	20,9	22,1	21,8
Largo de mecha (mm)	84,8	88,4	89,6	92,5	84,5	92,6	85,6	91,8
Resistencia de mecha (N/kTex)	31,8	34,8	36,1	39,2	37,7	33,8	36,3	34,8
Luminosidad	69,9	70,6	68,0	69,8	70,5	68,8	69,8	69,3
Amarillamiento	9,1	9,2	9,4	9,3	9,7	9,4	9,5	9,3

**Tabla 1.** Propiedades textiles de la lana cosechada según año de evaluación por categoría animal y para el total de la lana.

Del mismo modo, sobre la muestra cardada se realizó la determinación del color siguiendo el método de ensayo IWTO 56 (IWTO, 2014). En este método se carda la muestra, se acondiciona según lo establecido en la Norma IWTO 52 (IWTO, 2006) y se realiza la determinación de la luminosidad y amarillamiento (valores Tristimulus X, Y, Z, determinados en un equipo de geometría 45°/0°, con iluminante D65 y observador a 10°).

Una vez recibidas en el laboratorio, las muestras de lana entera fueron submuestreadas siguiendo el método de ensayo IWTO 7 (IWTO, 2011b). Como producto del submuestreo se obtuvieron 60 mechas individuales que fueron acondicionadas y enviadas al Laboratorio de fibras textiles del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Bariloche, Argentina. Sobre estas mechas se aplicó el método de ensayo IWTO-30-07 (IWTO, 2007c) para la determinación de la resistencia y largo de mecha y proporción de mechas que rompen en el medio de la mecha. Este laboratorio está acreditado según la Norma ISO 17025 por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA) para dicho ensayo.

### Análisis de la información

El primer análisis fue orientado a realizar una tipificación de las características relacionadas al procesamiento textil de toda la lana cosechada en cada año de evaluación y de acuerdo a cada categoría animal esquilada. En cada establecimiento, el número de lotes y cantidad de lana dentro de cada categoría animal fue diferente y variable entre años. Por este motivo, dentro de cada año se combinó la información de todos los parámetros textiles evaluados de todos los lotes de cada categoría animal utilizando la metodología indicada en la norma IWTO-31-02 (IWTO, 2002). La aplicación de esta norma genera una media ponderada que contempla todos los kilos de lana para cada valor que toma cada propiedad textil. Las categorías consideradas fueron oveja, borrego y capón. En los casos en los que las ovejas y otros animales adultos fueron esquilados de forma conjunta, se asignó ese lote a la categoría predominante dentro del mismo, siguiendo las normas para el acondicionamiento de lanas del SUL (SUL, 2004).

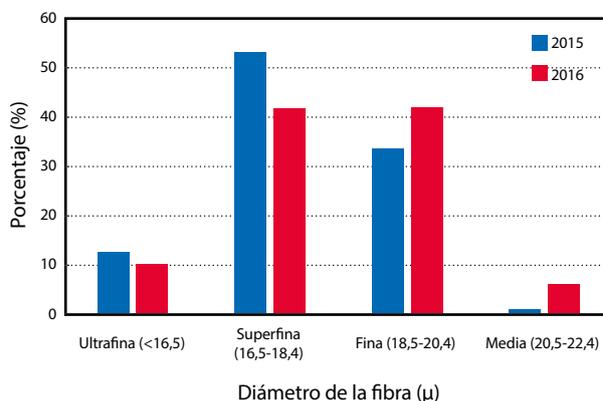
El segundo análisis determinó la proporción de lana dentro de rangos que se consideran asociados con la potencial

utilización del producto, su eficiencia en el proceso industrial y aspectos comerciales como el precio. Para el estudio del diámetro promedio de fibra, largo y resistencia de mecha y porcentaje de mechas que rompen en el medio de la mecha se utilizaron los rangos descriptos por Nolan (2014), mientras que en el análisis del color (amarillamiento) se utilizaron los rangos descriptos por Botha y Hunter (2010).

## Resultados

La lana evaluada en los dos años del proyecto es considerada lana superfina en promedio (rango 16,4 a 18,4 micras) (Tabla 1). La lana de los borregos fue entre 1,6 y 2,5 micras más fina que la de animales adultos, con leves diferencias entre capones y ovejas. Tanto en el total como en cada categoría, en el segundo año de evaluación el diámetro de la fibra fue entre 0,1 y 0,5 micras más grueso.

Para cada propiedad textil en el total de la lana evaluada las diferencias entre años fueron inferiores al 7%. Sin embargo, dentro de las categorías consideradas la resistencia de la mecha fue la variable que consistentemente presentó las diferencias



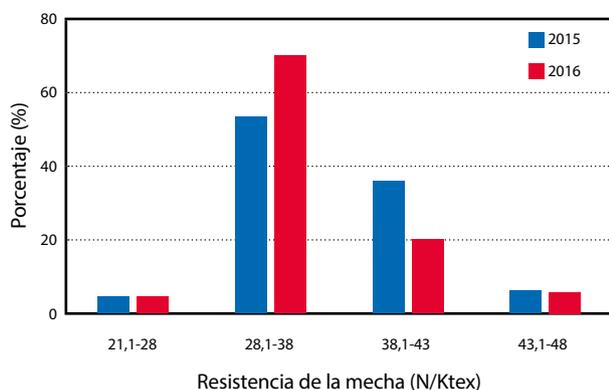
**Gráfico 1.** Proporción de lana (%) en cuatro rangos de acuerdo al diámetro de la fibra dentro de cada año de evaluación.

más relevantes (8 a 12%). A su vez, para la categoría oveja, el largo de la mecha tuvo una diferencia de 9% entre años.

Entre categorías, exceptuando lo indicado para el diámetro de la fibra, las diferencias observadas mayoritariamente fueron de poca magnitud (materia vegetal, base lana, amarillamiento) o inconsistentes (resistencia de la mecha, luminosidad). Se destaca que el 100% de los lotes analizados presentaron contenidos de materia vegetal inferiores a 1,5%.

Independientemente del año de evaluación, una proporción superior al 90% de la lana fue considerada fina, superfina o ultrafina, y las dos primeras categorías abarcan más del 80% de la lana (Gráfico 1). Un porcentaje menor al 10% de la lana, principalmente en 2016, superó las 20,5 micras. La mayor parte de la lana ultrafina cosechada proviene (>90%) de la categoría borregos, mientras que la lana fina y media es básicamente cosechada de capones y, sobre todo, de ovejas. Las tres categorías animales realizan un aporte sustancial al rango de lana superfina.

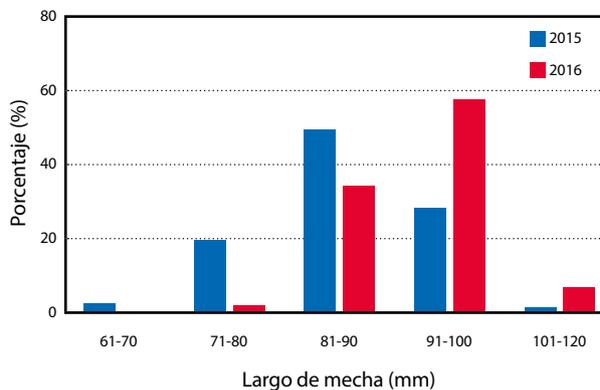
La mayor proporción (>95%) de la lana evaluada tuvo una resistencia de la mecha a la tracción superior a 28 N/kTex, y el 90% del producto presentó una resistencia de entre 28 y 43 N/kTex (Gráfico 2). Las tres categorías de animales presentaron lana dentro de los rangos inferiores de resistencia, así como en los superiores. Dentro de la categoría borrego, un 9% del producto presentó resistencia inferior a 28 N/kTex, y fue menor a 4% la cantidad de lana en este rango dentro de las otras categorías. En el otro extremo, las categorías capón, borrego y oveja presentaron 14%, menos del 1% y 5% de lana con una resistencia superior a 43 N/kTex, respectivamente.



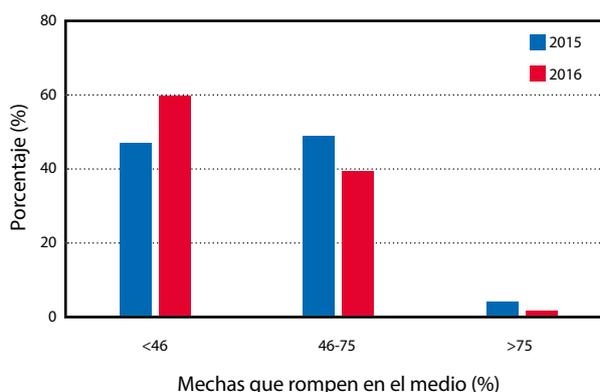
**Gráfico 2.** Proporción de lana (%) para cuatro rangos de resistencia de la mecha (N/kTex) dentro de cada año de evaluación.

Los rangos de largo de mecha de entre 80 y 100 mm sumaron entre el 78 y 92% de la lana cosechada en ambos años (Gráfico 3). Mientras que en 2015 la lana con largo de mecha superior a 100 mm representó el 1% del total, en 2016 fue el 7%. Un análisis por categoría animal muestra que en promedio para los capones el 94% de la lana estuvo entre 80 y 100 mm, en tanto que para ovejas y borregos en ese rango estuvieron el 84 y 85%, respectivamente. La tendencia observada para el total de la lana es consistente con los resultados de cada categoría; en el año 2015 se registraron más kilogramos de lana con menor largo de mecha.

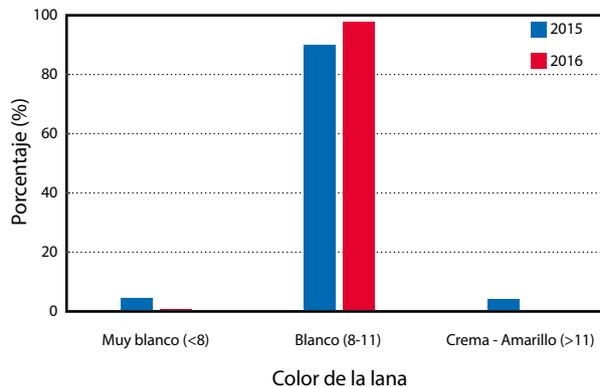
La proporción de lana con porcentajes muy altos (>75%) de mechas que rompen en el medio fue menor al 5% (Gráfico 4). Entre años se observa un incremento en la cantidad de



**Gráfico 3.** Proporción de lana (%) en cinco rangos de acuerdo al largo de la mecha (mm) dentro de cada año de evaluación.



**Gráfico 4.** Proporción de lana (%) en tres rangos de acuerdo al porcentaje de mechas que rompen en el medio dentro de cada año de evaluación.



**Gráfico 5.** Proporción de lana (%) en tres rangos de acuerdo a su color (amarillamiento) dentro de cada año de evaluación.

lana en el rango deseable (lana con porcentajes de mechas que rompen en el medio menor al 46%), que alcanza el 60% en 2016. Esta variable presentó diferencias muy grandes entre categorías. Mientras en borregos y capones el 22 y 17% de la lana estuvo dentro del rango de lanas con porcentajes de mecha que rompen en el medio menor al 46%, en ovejas este valor fue 74%.

Al evaluar el color a través del amarillamiento, se halló que prácticamente el 100% de la lana evaluada era de tipo

blanca, lo cual fue más notorio en el segundo año de evaluación (Gráfico 5). En términos relativos, las ovejas presentaron porcentualmente más lana en los rangos muy blanco y crema, en tanto los borregos y capones tuvieron proporciones muy bajas de lana por fuera del rango del blanco.

## Discusión

La hipótesis en este estudio es que si la genética animal y el paquete tecnológico para la producción de lana de alta calidad generado a nivel experimental han sido transferidos exitosamente a los productores consorciados del CRILU, la mayoría de la lana producida en establecimientos del consorcio se adecuaría a los estándares internacionales de calidad para este tipo de fibra. Comparando los resultados obtenidos para las principales propiedades textiles evaluadas con los valores de referencia de mercados internacionales (Mueller, et al., 2013; Nolan, 2014), se puede sostener que la mayoría de las lanas producidas por el grupo de productores participantes cumple con los requisitos de las fibras de alta calidad.

En las dos zafra analizadas en este estudio se obtuvieron finuras promedio del entorno de las 18 micras (Tabla 1). Entre los años 2008 y 2013, el diámetro promedio de la fibra en las zafra australianas se encontró consistentemente entre 20 y 21 micras (Nolan, 2014). Esta información corresponde al promedio de toda la zafra de lana. Sin embargo, el diámetro correspondiente a lanas Merino (<24,5 micras) para el período 2006-2008 en Australia fue en promedio 20,0 micras (Swan, 2010). Del mismo modo, un análisis de cinco zafra de lana Merino en el sur de Argentina (Mueller, et al., 2013) indicó que el diámetro de la fibra fue prácticamente 20 micras. El análisis de las diferencias de diámetro de fibra obtenidas en estos trabajos (Argentina, Australia, Uruguay) confirma el esfuerzo de los productores del CRILU para disminuir el diámetro de las fibras y lograr producir principalmente lanas superfina. Este descenso es consistente con lo observado en la población Merino que se encuentra comprendida en el sistema de evaluación genética en Uruguay, en el que se ha logrado un progreso genético de -0,64 % anual para el diámetro de la fibra (Ciappesoni, et al., 2014). Teniendo en cuenta que el diámetro de la fibra es la variable más importante y la que explica entre el 64 al 75 % de la variación del precio de la lana vellón (Holman y Malau-Aduli, 2012; Nolan, 2014), las lanas superfina cosechadas en los establecimientos del CRILU participantes de esta investigación son consideradas de alto valor.

El diámetro de la fibra de la lana en estado natural es el factor que afecta en mayor medida el confort sobre la piel en prendas de lana; lanas con diámetros inferiores a 18 micras asegurarían un excelente confort (Tester, 2014). Incluso, se ha documentado una respuesta positiva sobre el confort con el descenso en el diámetro de la fibra, hasta diámetros de 14-15 micras. En nuestro estudio, y para ambas zafra analizadas, se obtuvieron porcentajes acumulados de lana ultrafina y superfina de 66 y 52 % del total, respectivamente, y porcentajes de lana fina de 33 y 42 %, respectivamente. De acuerdo a los datos suministrados por AWEX y correspondientes a los remates de cinco temporadas (Nolan, 2014), el porcentaje acumulado de lanas ultrafina y superfina es en suma 37 % y el porcentaje de lana fina es 64 %, considerando solo las lanas de menos de 20,4 micras. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este trabajo indican que la lana de los establecimientos de CRILU,

además de poseer un menor diámetro promedio de fibra, ha logrado volúmenes relativos de lana en los rangos de menores micronajes, superiores a los registrados en Australia. La distribución de la lana evaluada (principalmente proveniente de categorías jóvenes) indica que una alta proporción sería adecuada para generar prendas que se utilizan directamente sobre la piel sin afectar negativamente el confort.

El precio de la lana Merino se incrementa a medida que aumenta la resistencia a la tracción de la mecha, y llega a ser el segundo factor más determinante del precio de lana en estado natural (Botha y Hunter, 2010). Este factor tiene aún mayor relevancia a medida que se afina la lana, particularmente en lanas ultrafinas. En Australia, existen descuentos para lanas débiles, de menos de 21 N/kTex, que decrecen a medida que la resistencia aumenta (Nolan, 2014), mientras que son premiadas las lanas con resistencias de 38 N/kTex y superiores. Pueden entonces considerarse tres rangos de resistencia a la tracción de la mecha (Elvira, 2005; Nolan, 2014): lanas débiles (<28 N/kTex), lanas resistentes (entre 28 y 38 N/kTex) y lanas muy resistentes (>38 N/kTex). Los valores promedio de resistencia a la tracción obtenidos (36 y 35 N/kTex) para las dos zafra analizadas indican que las lanas producidas en los establecimientos CRILU poseen una adecuada resistencia. En el sur de Argentina, Mueller et al. (2013) determinaron que la resistencia a la tracción de ovejas esquiladas parto se situó entre 29 y 34 N/kTex, levemente inferior a la registrada en Uruguay, determinada en nuestro trabajo; sin embargo, ambas fueron consideradas dentro del rango de lanas resistentes. La mayor proporción fue de lana de resistencia catalogada como adecuada a muy resistente, con variaciones por efecto año entre estos dos rangos. Para el período 2008 a 2013, el porcentaje de lanas débiles en Australia fue sustancialmente superior a lo registrado en nuestro estudio, variando entre 20 y 30 % (Nolan, 2014). En línea con estos resultados, también se registró una variación entre años y, en general, el volumen de la categoría lana resistente es más elevado que el de lana muy resistente. En caso de existir una ponderación económica igual a la de Australia, de acuerdo a la resistencia de la mecha, un muy bajo porcentaje de las lanas del estudio tendrían un descuento por esta variable, mientras que el 25 % y el 42 % de la lana de cada zafra podría acceder a premios.

En la población Merino evaluada en Uruguay se ha establecido que el coeficiente de variación del diámetro de la fibra posee una correlación genética favorable de -0,82±0,08 con la resistencia de la mecha (Ciappesoni, et al., 2008). Por lo tanto, el coeficiente de variación del diámetro es una alternativa para la selección genética indirecta de la resistencia de la mecha, incluso cuando también se selecciona por descenso del diámetro de la fibra (correlación genética desfavorable con resistencia) (Hatcher, et al., 2014). A su vez, en esa población la tendencia genética del coeficiente de variación del diámetro de la fibra muestra un descenso del valor de cría del parámetro desde la generación 2005 hasta la actualidad (INIA y SUL, s.d.). Esto, junto con la correlación genética detectada, puede indicar que los predios evaluados han tenido la posibilidad de haber realizado un proceso de selección indirecta en resistencia de la mecha al incluir animales de la población Merino en sus majadas.

El diámetro de la fibra y la resistencia de la mecha son dos variables que pueden ser muy afectadas por la nutrición, la genética, el manejo y la sanidad de los animales (McGregor, et al., 2016). Una inadecuada o insuficiente sanidad, nutrición

o manejo pueden disminuir el diámetro de la fibra y, paralelamente, la resistencia de la mecha. Los reducidos diámetros de la fibra asociados a buenos valores de resistencia de la mecha hallados en esta investigación podrían indicar que, en promedio, los establecimientos han incorporado genética animal especializada en la producción de lanas muy finas en conjunto con adecuadas prácticas de manejo, alimentación y sanidad para cosechar lanas de buena resistencia. Sin embargo, la categoría borregos presentó una mayor proporción de lana dentro del rango de baja resistencia, por lo cual es necesario tomar recaudos en aspectos nutricionales (alimentación primer verano), de manejo (estrés del destete) y de salud (previo a la generación de inmunidad) para favorecer la disminución de lanas con menos de 28 N/kTex en esta categoría.

Desde el punto de vista industrial, el largo de la mecha incide fuertemente en el largo medio de fibras en la lana peinada (altura media del top o Hauteur). Este parámetro tipifica la materia prima para la hilandería y junto con el diámetro de las fibras define el precio final de la lana peinada (Elvira, 2005), así como también puede influir en el precio de la lana en estado natural (Nolan, 2014). Elvira (2005) indica que largos de mecha menores a los 75 mm pueden ser considerados regulares, largos de entre 75 y 80 mm pueden ser considerados buenos, entre 80 y 85 mm, muy buenos, y mayores a 85 mm, excelentes. En tanto, para lanas ultrafinas a finas se encontró poco efecto en la variación del precio cuando el largo estuvo entre 70 y 100 mm, y se registraron descuentos en el precio por debajo y por encima de ese rango (Nolan, 2014). De acuerdo al criterio de Nolan (2014), en este estudio el volumen de lana que no tendría descuento sería el 97 y el 93 % para el primer y segundo año, respectivamente. El largo promedio ubicado entre 86 y 92 mm, es consistente con el promedio informado por Mueller et al. (2013) para Patagonia. Al igual que para diámetro de la fibra, el largo de mecha es una característica que ha presentado un progreso genético favorable en la población Merino en la última década, lo que puede estar influyendo positivamente en este parámetro de la lana de los animales del CRILU (Ciappesoni, et al., 2014; INIA y SUL, s.d.). En resumen, la lana en este estudio puede clasificarse con largos muy buenos y excelentes.

La posición de la rotura de la mecha, que se determina conjuntamente con la resistencia a la tracción, es una medida de la posición en la que rompe la mecha durante la tracción, clasificándose en base, medio o punta. Si la rotura se produce en el medio, ambas secciones resultantes serán de similar longitud y cortas, por lo tanto no se obtendrá descarte durante los procesos de cardado y peinado, y el largo promedio de fibra será más corto que el esperado. Sin embargo, cuando las roturas se producen en la punta o en la base, durante el cardado y peinado se generará un descarte de aquellas fibras cortas, pero el trozo de fibra que no es descartado será de mayor longitud produciendo tops con largos promedio de fibra mayores y más deseables. La industria topista prefiere lanas con porcentajes bajos a medios de roturas en el medio. Para los propósitos de este estudio, el porcentaje de roturas en el medio para un lote se considera bajo, medio o alto de acuerdo a los rangos establecidos (Gráfico 4). A pesar de que esta variable debería ser considerada junto con la resistencia de la mecha, dado que si la mecha posee alta resistencia, el punto de ruptura pierde gradualmente relevancia, los resultados globales de este trabajo indican que es muy bajo el porcentaje de lana que posee una alta proporción de mechas que rompen en el medio de la mecha. Esta información indicaría un buen

comportamiento industrial de las lanas del CRILU respecto a esta propiedad, sin embargo, es importante considerar que incluso lanas finas con porcentaje medio de ruptura pueden tener descuentos en el precio (Nolan, 2014). En general, la esquila de las ovejas estudiadas fue realizada en el preparto, mientras que en las categorías solteras fue realizada en el fin del invierno e inicios de primavera (momento de cambios importantes en la oferta y calidad del forraje que consumen los ovinos). Por ello, los cambios bruscos en el perfil del diámetro y los diámetros menores no necesariamente quedarían en la zona media de la fibra y por tanto no deseable (Sacchero y Mueller, 2007; McGregor, et al., 2016). Sin embargo, se registró un porcentaje medio de mechas que rompen en el medio, aproximadamente de 40%, que hipotéticamente podría estar asociado a los cambios nutricionales (calidad y disponibilidad de forraje) y de manejo (destete y sanidad) en torno al verano, lo cual requiere de más investigación nacional para determinar la mejor estrategia para minimizarlo.

El color y brillo en la lana son propiedades críticas para el resultado del proceso de teñido (Elvira y Albertori, 2009). El teñido de la lana es un proceso aditivo y, por lo tanto, el color original es el color más claro que puede adquirir luego del teñido. Si se desea un producto color pastel claro, es necesario que la lana originalmente sea muy blanca y brillante, en tanto lanas amarillentas pueden ser utilizadas para la generación de productos teñidos con colores oscuros. Una determinación del grado de blanco y de brillo en 454 lotes de lana Merino en Patagonia (Argentina) halló que, independientemente del momento de esquila y región agroecológica, las lanas producidas eran de buen brillo (68,9 de Y) y en promedio muy blancas (7,7, Y-Z) (Elvira y Albertoli, 2009). Para Australia, se ha estimado que menos de un 3 % de la zafra tendría valores de 7 unidades tricométricas en amarillamiento, con un 80 % de la lana con valores superiores a 8,5 (Hebart y Brien, 2009). Adicionalmente, el promedio de Y-Z (amarillamiento) para las progenies nacidas en 2007 de siete núcleos de información del Sheep CRC en Australia fue 7,8 unidades (Hatcher, et al., 2010). En Nueva Zelanda (Wuliji, et al., 1999), trabajando con núcleos de selección en Merino, los valores de amarillamiento en las progenies se encontraron en el rango ligeramente cremoso (10,5-12,5), de acuerdo con New Zealand Wool Testing Authority (NZWTA, 2017). En comparación, las lanas de este estudio poseen valores superiores en amarillamiento y similares en brillo en comparación con los reportados para Argentina, sin embargo, no es posible llegar a conclusiones contundentes en términos de comparación de la información de Oceanía debido a su variabilidad. Desde el punto de vista genético, se ha detectado una correlación favorable entre amarillamiento y diámetro de la fibra (Wuliji, et al., 2001), lo cual apoya la hipótesis de que en los establecimientos participantes del CRILU, orientados a la producción de lanas superfinas y ultrafinas, se está mejorando su color (menor amarillamiento). Finalmente, considerando los rangos establecidos por NZWTA (2017) o Botha y Hunter (2010), la lana cosechada en los establecimientos CRILU puede considerarse lana blanca a muy blanca, con baja presencia de lana en el rango de lanas amarillas.

Un alto contenido de materia vegetal se considera una desventaja dado que su eliminación durante el procesamiento de la lana eleva los costos de producción (Nolan, 2014). En Australia los descuentos son relativamente menores para lanas con menos del 1,5 % de contenido de materia vegetal, y las penalizaciones importantes comienzan cuando la materia vegetal se aproxima o supera el 2%; los lotes con menos del

2% de materia vegetal representaron el 50% de esa muestra. En Argentina, el 95% de los lotes comerciales de lana Merino patagónica presenta contenidos vegetales menores a 1% (Mueller, et al., 2013). La totalidad de la lana cosechada en los establecimientos CRILU no estaría sujeta a descuentos por contenido vegetal en el mercado australiano y es similar a la lana patagónica en su bajo contenido de materia vegetal. Se destaca que los establecimientos participantes en su mayoría se encuentran en la región basáltica y dentro de ella ocupando los suelos más superficiales. Estos suelos poseen una vegetación herbácea, con especies de bajo porte, donde los arbustos son poco frecuentes (Berretta, 1998). Estas características de la vegetación, en conjunto con el acondicionamiento durante el proceso de cosecha de la lana, en el que se remueven las zonas potencialmente afectadas por materia vegetal (SUL, 2014), podrían explicar los resultados obtenidos en esta característica.

Finalmente, otro aspecto relevante, aunque no evaluado en este estudio, para la industria textil en la fabricación de prendas de alta calidad es el contenido de fibras coloreadas y pigmentadas (Foulds, et al., 1984). Estas fibras pueden ser producidas por los animales (origen genético), o pueden ser adquiridas durante la producción y/o cosecha de la lana (origen ambiental). El control de estas fibras indeseables requiere conocer el origen, vigilancia continua, rigurosa selección y adecuadas prácticas de manejo (Fleet, et al., 1995; SARDI, 2000). En poblaciones que poseen un proceso de selección donde la pigmentación es motivo de descarte de animales y donde se aplica el protocolo de cosecha y acondicionamiento de lana (SUL, 2004) utilizado en nuestro estudio, se han reportado excelentes valores (<50 fibras coloreadas/kg de top; De Barbieri, et al., 2014c).

## Conclusiones

De acuerdo a las propiedades textiles evaluadas, la lana producida por los consorciados del CRILU que participaron de este trabajo puede ser considerada un producto de alto valor, que permitiría un eficiente proceso industrial y productos finales de elevada calidad. Se obtuvo un alto porcentaje de lanas ultrafinas, superfina y finas, con adecuado nivel de color, de resistencia y largo de la mecha, y de contenido de materia vegetal. Estos aspectos repercuten positivamente en el precio potencial que puede recibir el productor y la industria topista nacional orientada mayoritariamente a la exportación.

El trabajo previo dirigido a la producción de lanas de alto valor ha sido exitosamente implementado en el sector comercial, lo que se refleja en la producción y cosecha de un producto de excelente calidad. Se destacan como posibles motivos de esta implementación exitosa el trabajo continuo realizado en los últimos 20 años, con un enfoque público-privado, focalizado en la investigación a nivel experimental de un nuevo producto, acompañado con difusión y transferencia, ligado, por ejemplo, al Proyecto Merino Fino, al Club Merino Fino y al Consorcio Regional de Innovación de Lanos Ultrafinas.

## Reconocimientos

Los autores desean agradecer a los productores y empresas de esquila que participaron del proyecto, al Sr. Luis Moreno por su labor en la etapa de esquila y muestreo, y a las autoridades de CRILU, LATU e INIA por apoyar este em-

prendimiento. El proyecto fue financiado en forma conjunta por el LATU e INIA.

## Referencias

- AWTA, 2016. *Trends within micron range* [En línea]. Kensington: AWTA. [Consulta: 19 de setiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.awtaooltesting.com.au/index.php/en/component/edocman/trends-within-micron-range-16>
- Berretta, E.J., 1998. Principales características climáticas y edáficas de la región de Basalto en Uruguay. En: Berretta, E.J., ed., 1998. *Seminario de actualización en tecnologías para basalto*. Montevideo: INIA. (Serie Técnica, 102). pp.3-10.
- Botha, A.F. y Hunter, L., 2010. The measurement of wool fibre properties and their effect on worsted processing performance and product quality. Part 1: the objective measurement of wool fibre properties. En: *Textile Progress*, 42(4), pp.227-339.
- Ciappesoni, G., Montossi, F., De Barbieri, I., Gimeno, D. y Aguilar, I., 2008. Impacto de un núcleo de selección en la mejora genética de la raza Merino en Uruguay. En: SUG, 2008. *Primeras Jornadas de Genética del Uruguay*. Montevideo: SUG, p.236.
- Ciappesoni, G., Gimeno, D. y Coronel, F., 2014. Genetic progress in sheep evaluation in Uruguay. En: *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 22, pp.73-80.
- Cottle, D.J., 2010. World sheep and wool production. En: Cottle, D.J., ed., 2010. *International sheep and wool handbook*. Nottingham: Nottingham University Press. pp.1-49.
- De Barbieri, I., Montossi, F., Berretta, E., Dighiero, A., Mederos, A., Martínez, H., Zamit, W., Levratto, J. y Costales, J., 2014a. Producción y calidad de lana sobre campo natural – I. En: *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto*. Tacuarembó: INIA. (Serie Técnica, 217). pp.321-326.
- De Barbieri, I., Montossi, F., Berretta, E., Mederos, A., Martínez, H., Bentancur, M., Zamit, W., Levratto, J. y Lima, G., 2014b. Producción y calidad de lana sobre campo natural – II. En: *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto*. Tacuarembó: INIA. (Serie Técnica, 217). pp.327-330.
- De Barbieri, I., Preve, F., Montossi, F., Rovira, F., Frugoni, J., Levratto, J. y Garín, M., 2014c. Fibras coloreadas en tops de lana superfina. En: *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto*. Tacuarembó: INIA. (Serie Técnica, 217). pp. 352-354.
- De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Ramos, Z., Mederos, A., Pérez Jones, J., Donagay, F., Fros, A., Dutra, F., Grattarola, M., Gimeno, D. y Montossi, F., 2015a. Innovaciones institucionales en el complejo textil-lanero del Uruguay: Los casos del Proyecto Merino Fino y el Consorcio Regional de Innovación de Lanos Ultrafinas. En: *Memorias de la XXIV Reunión ALPA*. Puerto Varas: ALPA. p.764.
- De Barbieri, I., Jaurena, M. y Montossi, F., 2015b. Managing forage allowance of natural grasslands for sustainable superfine wool production in Uruguay. En: Swick, R.A., ed., 2015. *Recent advances in animal nutrition – Australia*. Armidale: University of New England. pp.45-46.
- Elvira, M., 2005., Características de lana Merino e importancia en el procesamiento industrial. En: *Boletín Asociación*

- Argentina de criadores de Merino (Argentina)*, Año XIII (49), pp.231-238.
- Elvira, M. y Albertoli, S., 2009. El color de lana Merino del Chubut. En: *Anuario Merino Argentina*, pp.30-36.
- Fleet, M., Foulds, R., Pourbeik, T., McInnes, C., Smith, D. y Burbidge, A., 1995. Pigmentation relationships among young Merino sheep and their processed wool. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 35, pp. 343-351
- Foulds, R.A., Wong, P. y Andrews, M.W., 1984. Dark fibres and their economic importance, *Wool Technology and Sheep Breeding*, 32, pp. 91.
- Hatcher, S., Hynd, P.I., Thornberry, K.J. y Gabb, S., 2010. Can we breed Merino sheep with softer, whiter, more photostable wool? En: *Anim. Prod. Sci.*, 50, pp.1089-1097.
- Hatcher, S., Gardner, G.E., Gill, S.D., Lee, S., Swan, A.A. y Van Der Werf, J.H.J., 2014. A science-based approach to breeding the future Merino. En: *World Federation of Merino Breeders. Proceedings of the 9th World Merino Conference*. Stellenbosch: World Federation of Merino Breeders. pp.1-15.
- Hebart, M. y Brien, F., 2009. Genetics of wool colour in the south Australian selection demonstration. En: *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* pp.500-503.
- Holman, B.W.B. y Malau-Aduli, A.E.O., 2012. A review of sheep wool quality traits. En: *Annual Review & Research in Biology*, 2(1), pp.1-14.
- INIA y SUL, 2017. *Raza Merino: tendencias genéticas* [En línea]. Montevideo: INIA, SUL. [Consulta: 27 de junio de 2017]. Disponible en: <http://www.geneticaovina.com.uy/tendenciasraza.php?razacod=8&miga=2>
- International Organization for Standardization, 2000. ISO/IEC 17025: *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. Ginebra: ISO.
- International Wool Textile Organisation, 2002. IWTO-31: *Calculation of IWTO combined certificates for deliveries of raw wool*. Brussels: IWTO.
- International Wool Textile Organisation, 2006. IWTO-52: *Conditioning procedures for testing textiles*. Brussels: IWTO.
- International Wool Textile Organisation, 2007a. Regulations: *IWTO Colour test Regulations for raw wool. Latest amendment issue July 2007*. Brussels: IWTO.
- International Wool Textile Organisation, 2007b. Regulations: *IWTO Staple test Regulations. Latest amendment issue July 2007*. Brussels: IWTO.
- International Wool Textile Organisation, 2007c. IWTO-30: *Determination of staple length and staple strength*. Brussels: IWTO.
- International Wool Textile Organisation, 2011a. Regulations: *IWTO Core Test Regulations. Latest amendment issue July 2011*. Brussels: IWTO.
- International Wool Textile Organisation, 2011b. IWTO-7: *Sub-sampling staples from grab samples*. Brussels: IWTO.
- International Wool Textile Organisation, 2012a. IWTO-19: *Determination of wool base and vegetable matter base of core samples of raw wool*. Brussels: IWTO.
- International Wool Textile Organisation, 2012b. IWTO-12: *Measurement of the mean and distribution of fibre diameter using the Sirolan-Laserscan fibre diameter analyser*. Brussels: IWTO.
- International Wool Textile Organisation, 2013. IWTO-28: *Determination by the airflow method of the mean fibre diameter of cores samples of raw wool*. Brussels: IWTO.
- International Wool Textile Organisation, 2014. IWTO-56: *Method for the measurement of color of raw wool*. Brussels: IWTO.
- McGregor, B., de Graaf, S. y Hatcher, S., 2016. On-farm factors affecting physical quality of Merino wool. 1. Nutrition, reproduction, health and management. En: *Small Rumin. Res.*, 137, pp.138-150.
- Montossi, F., De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Ganzabal, A., Banchero, G., Luzardo, S., San Julian, R., 2013. Intensification, diversification, and specialization to improve the competitiveness of sheep production systems under pastoral conditions: Uruguay's case. En: *Anim. Front.*, 3, pp.28-35.
- Mueller, J.P., Elvira, M.G., Sacchero, D.M., 2013. Animal fibers in Argentina: production and research [En línea]. En: *64 th EAAP Annual Meeting*. Nantes, Francia (25-30 de agosto de 2013). Nantes: EAAP. pp.25-30. [Consulta 21 de junio de 2017] Disponible en: [http://old.eaap.org/Previous\\_Annual\\_Meetings/2013Nantes/Papers/Published/S43\\_12.pdf](http://old.eaap.org/Previous_Annual_Meetings/2013Nantes/Papers/Published/S43_12.pdf)
- NZWTA, s.d. *Colour measurement* [En línea]. Ahuriri: NZWTA. [Consulta: 21 de junio de 2017]. Disponible en: <https://www.nzwta.co.nz/assets/Docs/technical-details/colour-measurement.pdf>
- Nolan, E., 2014. *The economic value of wool attributes phase 2. A report prepared for Australian Wool Innovation* [En línea]. Sydney: University of Sydney. [Consulta: 19 de setiembre de 2016] Disponible en: <https://www.wool.com/globalassets/start/about-awi/publications/wool-attributes.pdf>
- Organización Internacional de Normalización. 2005. ISO/IEC 17025:2005: *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. Ginebra: ISO
- Rowe, J.B., 2010. The Australian sheep industry - undergoing transformation. En: *Anim. Prod. Sci.*, 50, pp.991-997.
- Sacchero, D. y Mueller, J., 2007. Diferencias en el perfil de diámetro de fibras, largo de mecha y resistencia a la tracción de la lana, en ovejas de una majada. En: *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 36(2), pp.49-61.
- SARDI. 2000. Wool Contamination - Pigmented & heavily Medullated Fibres, SARDI Fact Sheet 62-10 Version 4, Malcolm Fleet, South Australian Research & Development Institute, Turretfield Research Centre. pp. 8.
- SUL., 2004. *Normas para el acondicionamiento de lanas* [En línea]. Montevideo: SUL [Consulta: 20 de setiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.sul.org.uy/sitio/Publicaciones>
- Swan, P., 2010. The future of wool as an apparel fibre. En: Cottle, D.J., ed., 2010. *International sheep and wool handbook*. Nottingham: Nottingham University Press. pp.647-660.
- Tester, D., 2014. Wools of 18 microns and finer provide next-to-skin comfort. En: Deb Maxwell, ed., 2014. *Concept to impact: a compilation of sheep CRC outcomes 2007-2014*. Adelaide: Sheep CRC. pp.84-85.
- Wuliji, T., Dodds, K., Land, J.T., Andrews, R. y Turner, P., 1999. Response to selection for ultrafine Merino sheep in New Zealand. En: *Livest. Prod. Sci.*, 58, pp.33-44.
- Wuliji, T., Dodds, K.G., Land, J.T.J., Andrews, R.N. y Turner, P.R., 2001. Selection for ultrafine Merino sheep in New Zealand: heritability, phenotypic and genetic correlations of live weight, fleece weight and wool characteristics in yearlings. En: *Anim. Sci.*, 72, pp.241-250.