



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA



**ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS VINCULADAS AL PROCESAMIENTO
TEXTIL EN LOTES DE LANA SUPERFINA MERINO AUSTRALIANO**

Por

**MARANGES, Santiago
AGNESE, Josemaría**

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
Orientación: Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2023**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Presidente:



Dra. Ana Laura Sánchez

Segundo miembro:



Dra. Karina Neimaur

Tercer miembro:



Dra. Ma. Inés Cantou

Cuarto miembro:



Dra. Florencia Negrín

Fecha de aprobación: 07/03/2023

Autores:

Josemaría Agnese

Santiago Maranges

AGRADECIMIENTOS

Realizando los agradecimientos en orden cronológico y considerando a todas las personas que colaboraron en esta tesis de grado, en primer lugar, le queremos agradecer a Lanass Trinidad. Desde el primer momento nos abrieron las puertas para utilizar la lana en la investigación. En segundo lugar, a nuestra tutora Karina, a la cual le planteamos una tesis de grado y desde el primer momento se puso a disposición nuestra aportando ideas para llevarla a cabo. Muchas gracias por su tiempo, por su voluntad, apoyo y calidad de trabajo.

Continuando con los agradecimientos, a Javier Olazábal, Luis y José que fueron de gran ayuda para la selección y extracción de muestras.

Le agradecemos a la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República por permitirnos utilizar las instalaciones en el procesado de muestras. También al Secretariado Uruguayo de la Lana por la realización de ciertas mediciones de laboratorio.

Por último, queremos agradecer a familiares, parejas y amigos por su apoyo tanto en el transcurso de nuestra carrera universitaria como en nuestro trabajo final de tesis de grado.

TABLA DE CONTENIDO

Página de Aprobación	2
Agradecimientos	3
Tabla de contenido	4
Lista de cuadros y figuras	5
1. Resumen	7
2. Summary	9
3. Introducción	10
4. Revisión bibliográfica	11
4.1 Producción Ovina en Uruguay.....	11
4.2 Stock ovino, estructura de la majada y razas explotadas en nuestro país	11
4.3 Producción de lana.....	12
4.4 Exportaciones de lana; precios del mercado.....	13
4.5 Características de la lana que determinan la calidad de un lote	16
4.5.1 Diámetro de fibra	17
4.5.2 Largo de mecha.....	18
4.5.3 Color de la lana limpia	19
4.5.4 Resistencia a la tracción.....	19
4.5.5 Rendimiento al lavado	20
4.5.6 Otras características que definen la calidad de un lote	20
4.5.7 Certificaciones de lanas	21
4.6 La raza Merino Australiano	22
4.6.1 Características de Lana Merino (Superfino)	23
5. Hipótesis	25
6. Objetivos	25
6.1 Objetivo general	25
6.2 Objetivos específicos	25
7. Materiales y métodos	26
7.1 Lotes de lana.....	26
7.2 Muestreo de lana.....	26
7.3 Determinación de características de la lana en forma objetiva	26
7.4 Análisis estadístico	27
8. Resultados	29
9. Discusión	37
10. Conclusiones	43
11. Bibliografía	44

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1 –Estructura de los ovinos en el país: porcentaje por categoría.....	12
Figura 2 –Evolución de los precios de la lana según el Indicador de Mercados del Este (Australia) y de acuerdo al micronaje de la lana en las últimas zafras	14
Figura 3 – Evolución del Indicador del Mercado del Este (Australia) de acuerdo al micronaje de la lana en los años.....	15
Figura 4 –Características que determinan el precio de lana Merino entre 17,0 y 19,5 μm	16
Figura 5 –Porcentaje de lotes de lana según categoría de diámetro.....	29
Figura 6 – Gráfico de caja del diámetro de los quince lotes evaluados.....	30
Figura 7 –Resistencia de mecha de los lotes evaluados de acuerdo al rango de resistencia de AWEX.....	31
Figura 8 –Distribución de los lotes de lana en categorías de acuerdo al largo de mecha promedio.....	32
Figura 9 –Distribución de los lotes de lana de acuerdo a los valores que presentan de rendimiento al lavado.....	32
Figura 10 – Grado de amarillamiento (A) y luminosidad (B) de los lotes evaluados..	33
Figura 11 –Relación entre el diámetro promedio y el grado de amarillamiento.....	35
Tabla 1 –Clasificación de las características de la lana sucia para usos finales en prendas de vestir de acuerdo a su importancia.....	16
Tabla 2 –Categorización de Lanasy Merino.....	17
Tabla 3 –Número de fardos por establecimiento evaluados en el estudio.....	26
Tabla 4 –Promedio y error estándar del diámetro promedio, coeficiente de variación, porcentaje de fibras mayores a 30 μm y curvatura de la fibra; diferencias entre lotes.....	30
Tabla 5 –Promedios y EEM de características de la lana; variación según lote.....	31
Tabla 6 –Evaluación de características de la lana en fardos superfinos y extrafinos.	34
Tabla 7 –Correlaciones fenotípicas entre el diámetro promedio y su variabilidad en los lotes de lana evaluados.....	34

Tabla 8 –Correlaciones fenotípicas entre diámetro promedio y su variabilidad con otras características de la lana.....	35
---	----

1. RESUMEN

El objetivo de la tesis fue estudiar las características de la lana vinculadas al procesamiento textil en lana Merino superfina y su variación entre lotes. La investigación se llevó a cabo en la planta de recibo de lana de la empresa Lanass Trinidad, ubicada en el Departamento de Durazno, y se evaluaron un total de 215 fardos procedentes de 15 establecimientos nacionales, todos clasificados como lana Merino Australiano superfina de la categoría borrego y cosechada en la zafra 2021. La extracción de muestras de los fardos se realizó con una pinza automática (Grab Sampling), obteniendo mechales completos para permitir una evaluación detallada de diversas características. El muestreo se llevó a cabo conforme a la norma correspondiente, extrayendo aproximadamente 40 gramos de lana por cada perforación de la pinza al fardo, variando el número de perforaciones según el número de fardos por lote. En el Laboratorio de Lanass de la Unidad Académica de Ovinos, Lanass y Caprinos, y en el Laboratorio de Lanass del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), se realizaron mediciones objetivas que incluyeron rendimiento al lavado, largo de mecha, resistencia de mecha, diámetro y variabilidad utilizando Sirolan Laserscan, y color de la lana limpia (grado de amarillamiento y luminosidad) mediante el equipo HunterLab Miniscan XE para lana. Los resultados revelaron que el 80% de los lotes se clasificaron como extrafinos, con diámetros entre 15,0 y 16,9 μm , mientras que el 20% restante se ubicó en la categoría superfina (17,0 a 18,5 μm). El diámetro promedio obtenido fue de 16,31 μm , variando significativamente entre lotes. El coeficiente de variación del diámetro presentó un valor promedio de 19,07%, siendo significativamente diferente entre lotes. El factor de confort fue de 99,58%, lo que indica un excelente valor para esta característica y la curvatura de la fibra fue alta (100,22 °). El rendimiento al lavado obtenido fue de 81,3%, valor que se considera bueno para este rango de finura, y el largo promedio fue de 8,57 cm. El grado de amarillamiento obtenido fue de -0,89 unidades de Y-Z y la luminosidad de 68,21 unidades de Y. Asimismo, el 100% de los lotes evaluados presentó valores inferiores a 0 unidades de Y-Z, lo que indica colores blancos a muy blancos. La resistencia de mecha promedio fue de 33,0 N/Ktex y el 73% de los lotes evaluados presentaron valores mayores a 30 N/Ktex, lo que indica una buena resistencia. La resistencia de mecha, el largo de mecha y el rendimiento al lavado también mostraron variaciones significativas entre lotes. El análisis de correlaciones fenotípicas reveló asociaciones significativas entre las características de diámetro y su variabilidad. Además, el diámetro promedio presentó una correlación positiva, significativa y de baja magnitud con el grado de amarillamiento ($P < 0,01$).

En resumen, de acuerdo a las características textiles analizadas, la lana proveniente de los lotes evaluados exhibe características que la posicionan como un producto de elevado valor, y conforme a las demandas de los mercados internacionales más exigentes. Se observó un alto porcentaje de lanass ultrafinas con niveles adecuados de color, resistencia y longitud de la mecha. Estos atributos tienen un impacto positivo directo en el potencial precio que podría percibir tanto el productor como la industria textil nacional orientada a la exportación, así como respaldan la

eficiencia del proceso industrial y favorecen la obtención de productos finales de alta calidad.

2. SUMMARY

The objective of this essay was to study the wool characteristics linked to textile processing in superfine Merino wool and its variation between batches. The research was carried out in the wool reception plant of the company Lanac Trinidad, located in Durazno, evaluating a total of 215 bales from 15 national farms, all classified as superfine Australian Merino wool from hogget sheep category and harvested in 2021. Sampling of the bales was carried out with an automatic grab sampler (Grab Sampling), obtaining complete staples to allow a detailed evaluation of various characteristics, extracting approximately 40 grams of wool per perforation of the grab to the bale, with the number of perforations varying according to the number of bales per batch. At the Wool Laboratory of the Sheep, Wool and Goat Academic Unit and the Wool Laboratory of the Uruguayan Wool Secretariat (SUL), objective measurements were made, including wool yield, staple length, staple strength, mean diameter and its variability and scoured wool colour (yellowness and brightness) using HunterLab Miniscan XE wool equipment. The results showed that 80% of the batches were classified as extra fine wool, with mean diameters between 15.0 and 16.9 μm , while the remaining 20% fell into the extra fine category (17.0 - 18.5 μm).

The average diameter obtained was 16.31 μm , varying significantly between batches. The coefficient of variation of the diameter presented an average value of 19.07%, with significant differences between batches. The discomfort factor was 0.42%, which indicates an excellent value for this trait, while the fibre curvature was high (100.22 $^\circ$). The wool yield obtained was 81.3%, considered good for this fineness range, and the average length was 8.57 cm. Wool yellowness obtained was -0.89 Y-Z units, and wool brightness was 68.21 Y units. Also, 100% of the evaluated lots showed values below 0 Y-Z units, indicating white to very white colours. The average staple strength was 33.0 N/Ktex, while 73% of the lots showed values higher than 30 N/Ktex, indicating good strength. Staple strength, staple length and wool yield also showed a significant variability between batches. Phenotypic correlation analysis revealed significant associations between mean diameter and its variability traits. The average diameter showed a positive and significantly low magnitude correlation with yellowness ($P < 0.01$).

In summary, according to the textile characteristics analyzed, the wool from the evaluated batches exhibits characteristics that position it as a high-value product, aligning effectively with the requirements of international markets. A high proportion of ultra-fine wools with the appropriate colour, staple strength, and length was found.

These attributes have a direct positive impact on the potential price that could be obtained by both the producer and the national textile industry oriented towards exports, as well as supporting the efficiency of the industrial process and favouring the production of high-quality end products.

3. INTRODUCCIÓN

El compromiso con la calidad y la creciente demanda de productos de origen nacional contribuyen a fortalecer el prestigio de la lana uruguaya en los mercados internacionales y en la promoción del desarrollo económico del país dentro de este sector crucial (International Trade Center, 2023). La demanda por la lana en general, y en particular de las lanas superfinas, está intrínsecamente vinculada a las condiciones económicas globales. En períodos de expansión económica, donde los niveles de confianza del consumidor son elevados, se registra un aumento en el ingreso destinado a gastos, así como un mayor flujo turístico, fenómenos que inciden de manera positiva en este mercado.

Indudablemente, desde la segunda guerra mundial, la tendencia más destacada en la industria textil ha sido la creciente demanda de telas livianas. El desarrollo acelerado del aire acondicionado, no solo en hogares y vehículos, sino también en establecimientos comerciales y espacios recreativos, ha sido determinante en esta evolución. El peso de las telas ha experimentado una disminución superior al 50% en las últimas décadas, pasando de 350 g/m² a 150 g/m², y debido a las razones mencionadas, este cambio es irreversible. En años recientes, ha surgido una creciente demanda de tejidos con una textura suave al tacto, ya que los consumidores aprecian las propiedades táctiles de los tejidos, independientemente de si estos entran o no en contacto directo con la piel (Mahar, Wang y Postle, 2013).

La fabricación de prendas de lana con telas que poseen estas características implica el uso de lanas finas y superfinas. En términos generales, los precios de estas lanas, con diámetros medios inferiores a 19,5 μm , son superiores a los de lanas más gruesas. En este tipo de lanas, otras características como la resistencia de mecha, la longitud y el color adquieren una importancia destacada e incluso pueden experimentar descuentos o premios significativos en comparación con las lanas de diámetros medios, dependiendo de sus valores. Por ejemplo, las lanas cuya resistencia objetivamente medida alcanza valores muy altos de 46 N/Ktex tienen un valor un 20% superior al de las lanas finas de 38 N/Ktex. Por el contrario, las lanas con valores de resistencia inferiores a 30 N/Ktex sufren descuentos sustanciales. Una dinámica similar se observa en la longitud de la mecha; las lanas superfinas con una longitud óptima por debajo de 70 mm experimentan descuentos significativos, al igual que aquellas con largos mayores a 100 mm (Australian Wool Exchange, AWEX, 2022).

En consecuencia, resulta crucial poseer un conocimiento detallado de las características inherentes a las lanas con diámetros inferiores a 19,5 μm , así como de su grado de variabilidad en nuestro país. Estas características desempeñan un papel fundamental en procesos como el cardado, peinado y otros procedimientos subsiguientes, y por tanto adquieren una relevancia destacada durante el proceso de comercialización.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. Producción Ovina en Uruguay

La oveja ha estado presente en nuestros paisajes rurales desde su introducción en el siglo XVII. Desde la época de la colonia, la orientación de la producción ovina ha cambiado constantemente en respuesta a las variaciones en la demanda de sus principales productos: primero lana y cueros, y luego también carne, por parte de los mercados de ultramar. La composición racial de la majada nacional ha cambiado significativamente como resultado de esos cambios. Desde la introducción de la raza criolla hasta la actualidad, se han presentado diversas fases, incluyendo la merinización, los apareamientos predominantes entre Lincoln y Romney, y luego cruzamientos entre esas razas con Merino (SUL, 2022).

Durante el siglo pasado, comenzó la incorporación de razas modernas de doble propósito desde Oceanía, que siguen en la actualidad. Estos animales presentan una mayor cantidad de genotipos con diferentes orientaciones, como carniceros, de tipo prolífico, lecheros, entre otros (SUL, 2022).

La ganadería de rubro ovino genera una variedad de fuentes de trabajo en varios lugares del país. El sector fomenta la migración de la población hacia el medio rural debido a la capacidad del ovino para adaptarse a diversos sistemas productivos en todo el país. Las inversiones que componen la cadena ovina incluyen el funcionamiento de frigoríficos, lavaderos, peinadurías de lana, curtiembres, hilanderías, además del trabajo de las organizaciones que realizan investigación, validación, transferencia de tecnología, asesoramiento y capacitación (Rocanova, 2022). La estructura económica de la cadena ovina depende de alrededor de 17.000 productores, con un stock de 6,1 millones de ovinos en Uruguay en 2022 (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, MGAP, 2022a). En nuestro país, la producción de ganado ovino suele ser una alternativa complementaria a la ganadería vacuna y en algunos casos es casi la única opción disponible (Rocanova, 2022).

La industria de la lana ha desarrollado habilidades competitivas en la creación de tops que la diferencian mundialmente, lo que ha permitido la consolidación del sector en un contexto en el que China se ha convertido en una nación rival, así como las fibras sintéticas que se utilizan ampliamente en todo el mundo (Rocanova, 2022).

4.2. Stock ovino, estructura de la majada y razas explotadas en nuestro país

De acuerdo a datos de la declaración jurada de Dicose de 2022, el número de ovinos en el país es de 6.132.563 ovinos, mientras que la relación lanar/vacuno es de 0,53 (MGAP, 2022a).

Entre los años 2014 y 2021, el stock ovino tuvo un descenso de 1,1 millones de cabezas. Dentro de Uruguay, Salto es el departamento con el mayor número de ovinos, seguido por Artigas y luego Paysandú, mientras que Montevideo es el de menor cantidad. El 59% del stock nacional se encuentra en el norte del río Negro,

entonces en el sur, los ovinos representan el 41% (Bottaro, 2018). Al sur del río Negro el principal productor de ovinos es el departamento de Lavalleja.

En cuanto a la estructura de la majada, las existencias de ovejas de cría actualmente son de 3,28 millones, lo que representan un 53,6% del total, los corderos y corderas diente de leche suman un 33,2%, mientras que las borregas 2-4 dientes representan un 7,3% del stock (Figura 1).

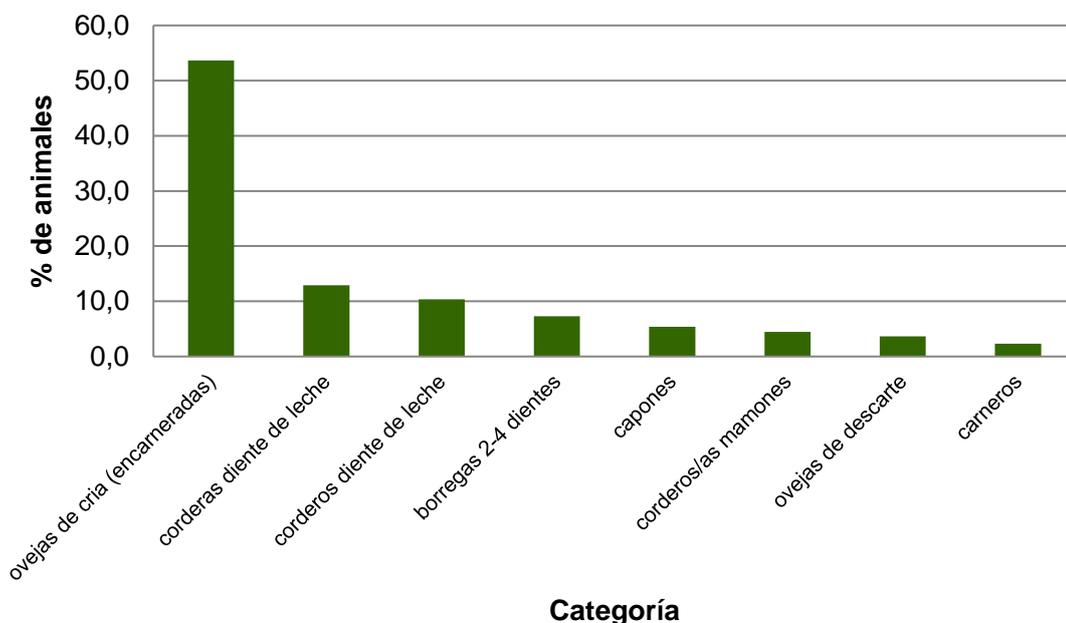


Figura 1. Estructura de los ovinos en el país: porcentaje por categoría (según datos de DicoSe-MGAP, 2022).

De acuerdo con datos presentados en la última Encuesta Ganadera (MGAP, 2016), la raza Corriedale sigue siendo la raza dominante en Uruguay, con un 42% de la población ovina total, seguida por la raza Merino Australiano con un 26%. La raza Ideal representa el tercer lugar con un 9% del stock ovino (Bottaro, 2018).

Según el área geográfica, esas tres razas principales engloban entre el 75 y el 80% de la población. La raza Merino Australiano es explotada sobre todo al norte del país, mientras que en el sureste es la raza Corriedale (Bottaro, 2018).

4.3. Producción de lana

Durante el periodo comprendido entre 2014 y 2022, la producción de lana en Uruguay mostró variaciones significativas. En 2014, se alcanzó un total de 29,1 millones de kg, seguido de una ligera disminución a 24,5 millones de kg en 2015. Sin embargo, en los años siguientes, se observó un incremento gradual en la producción, alcanzando un pico de 26,6 millones de kg en 2018. A partir de ese momento, la producción se mantuvo estable, hasta 2022, donde descendió hasta 25,5 millones de

kg. Estos datos reflejan la dinámica de la industria lanera en Uruguay a lo largo de esos años (MGAP, 2022b).

4.4. Exportaciones de lana; precios del mercado.

En la clasificación de exportaciones de bienes del Uruguay, las exportaciones de lana y tejidos se sitúan en el décimo segundo lugar (Uruguay XXI, 2023)

Después de la pandemia COVID-19, se observaron y se continúa observando indicios de una recuperación en la economía mundial. Tanto la carne ovina como la lana han mostrado señales de recuperación en las exportaciones del sector, aunque de manera diferente según el producto. El desarrollo de las exportaciones en 2021 registró niveles superiores que el 2020 y en algunos artículos, supera los niveles antes de la pandemia. Es importante considerar también que, durante 2019, debido a la guerra comercial entre Estados Unidos y China, el mercado de lana enfrentó también grandes dificultades. Esto ha tenido un impacto significativo en la demanda debido a la disminución de lana comprada, como también la recuperación según el micronaje de lana y las ventas australianas (Bottaro, 2021).

Uruguay exporta lana en sus tres estados: sucia, lavada y peinada (tops). En el año 2022, las ventas de lana representaron un 60% del total de exportaciones del rubro ovino. En términos de volumen esos negocios representaron unos 30 millones de kilos de lana, en su equivalente base sucia, de los cuales 60% correspondió a la lana peinada, 23% fue lana sucia y 17% de lana lavada.

En el año 2022, Uruguay demostró su destacada posición en el mercado de la exportación de lana sucia, colocándose en el 6º lugar a nivel mundial. Durante ese periodo, el país logró generar ingresos por un total de US\$48 millones, gracias a la venta de aproximadamente 10.373 toneladas de este producto. China se mantuvo como el principal mercado receptor, pero países como Egipto, Bulgaria, Italia, India, la República Checa y la República de Corea también se destacaron, demostrando una sólida demanda por la lana uruguaya (International Trade Center, ITC, 2023). Estas cifras demuestran la capacidad de Uruguay para establecer relaciones comerciales sólidas y diversificar sus exportaciones, consolidándose como un participante relevante en el mercado internacional de la lana sucia (SUL, 2023).

Por otro lado, Uruguay también se posicionó como el 9º país importador de lana sucia en el mismo año. En su búsqueda por satisfacer las necesidades de su industria textil, Uruguay importó lana proveniente de diversos países como Brasil, Chile, Australia, Argentina, Reino Unido y Perú, entre otros. Estas importaciones ayudaron a complementar la producción local y a diversificar la oferta de lana disponible en el país (ITC, 2023).

En cuanto a las exportaciones de lana peinada, en el año 2022, Uruguay reafirmó su destacada posición en el mercado internacional como el 5º mayor exportador de lana peinada. Durante ese periodo, el país logró generar ingresos significativos, alcanzando un total de US\$ 95 millones, gracias a la exportación de aproximadamente 94.615 toneladas de este producto altamente demandado. Italia, Alemania, Rumania, Polonia y la República Checa se destacaron como los principales

destinos de exportación, demostrando la fortaleza y la calidad de la lana uruguaya en los mercados europeos (ITC, 2023).

Las exportaciones del rubro ovino en el período de tiempo enero-julio 2023 significaron un ingreso de divisas de US\$ 143,6 millones.

En Uruguay, hubo un total de 43 destinos para las ventas al extranjero de lana y sus derivados durante el período de enero a septiembre de 2023. En términos de valor, las exportaciones de lana y subproductos alcanzaron aproximadamente los 100 millones de dólares, lo que significó una disminución del 24 % en comparación con el mismo período del año anterior. Durante el mismo período, en lo que respecta al volumen de exportación, la principal categoría exportada fue la lana de menos de 21 μm , que representó el 23% del volumen total, a pesar de haber experimentado una disminución del 13%. Las siguientes categorías más significativas fueron la lana de 29-32 μm y la de 28-29 μm , que representaron el 15% y el 13% del volumen exportado, respectivamente. En el análisis interanual, se observó una disminución en el volumen exportado en todas las categorías, siendo la más pronunciada en las lanas de 23-25 μm (SUL, 2023).

Es importante destacar que la lana por la que se paga mejor precio, son las de menor micronaje ya que a medida que aumentan los diámetros, el precio desciende, y este descenso no es lineal. En cuanto a los precios de la lana, en la Figura 2 se puede observar la evolución de los mismos desde la zafra 2019/2020 hasta la 2021/2022 de acuerdo a su finura en Australia (SUL, 2023).



Figura 2. Evolución de los precios de la lana según el Indicador de Mercados del Este (Australia) de acuerdo al micronaje de la lana en las últimas zafas (Fuente: SUL, AWEX).

En cuanto a los precios de las lanas finas es importante destacar que en base al análisis de la zafra 21/22 en Australia, el Indicador de Mercados del Este (IME) no alcanzó a mantener su tendencia alcista acumulada desde mediados de mayo y cerró

a la baja. El año 2022 fue excepcional para las lanas del extremo más fino (16-18 μm), que experimentaron un aumento del 16% en comparación con la zafra anterior.

Si desglosamos el IME de acuerdo al diámetro de las lanas, podemos apreciar que cuando los precios mejoran, la brecha de precios entre las lanas de 17 μm y las de 28 a 30 μm aumenta (Figura 3).

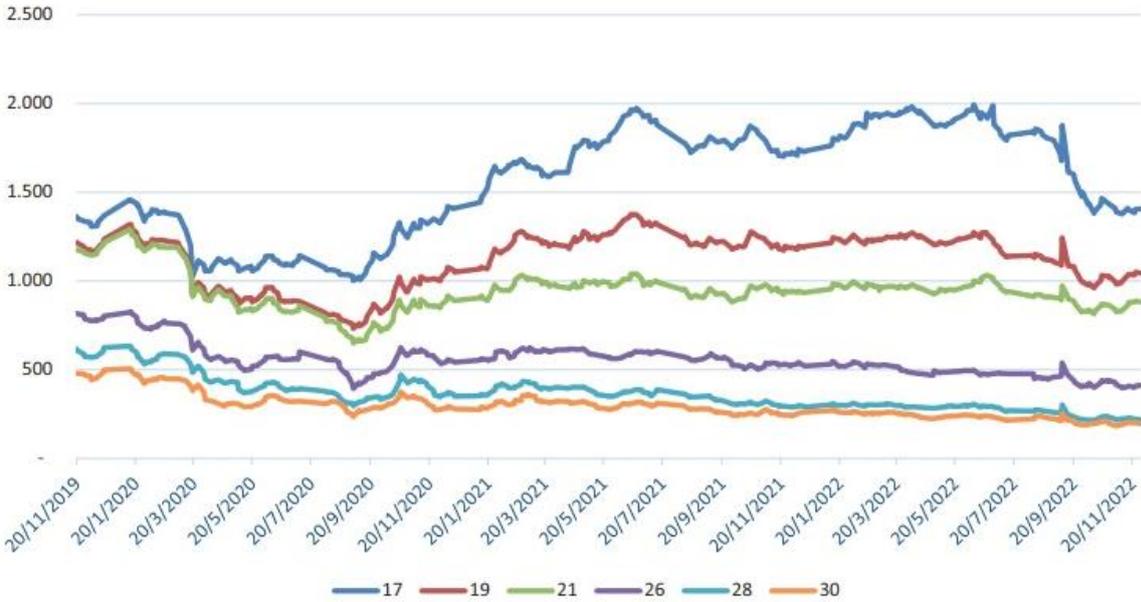


Figura 3. Evolución del Indicador del Mercado del Este (Australia) de acuerdo al micronaje de la lana en últimos años (Fuente: SUL, AWEX).

Si consideramos el precio de la lana, las características que lo determinan varían de acuerdo al diámetro de la misma, e incluso en lana Merino de acuerdo a si consideramos lana entre 19,5 y 25 μm o lana entre 17,0 y 19,5 μm . En lanas entre 19,5 y 25 μm , la característica que determina el 70% del valor de la lana es el diámetro, seguida de la resistencia de mecha a la tracción (11%) y el largo de mecha (5%). Sin embargo, en lanas entre 17,0 y 19,5 μm , la característica principal es la resistencia de mecha (32%), seguida del diámetro (27%) y el largo (13%) (Figura 4).

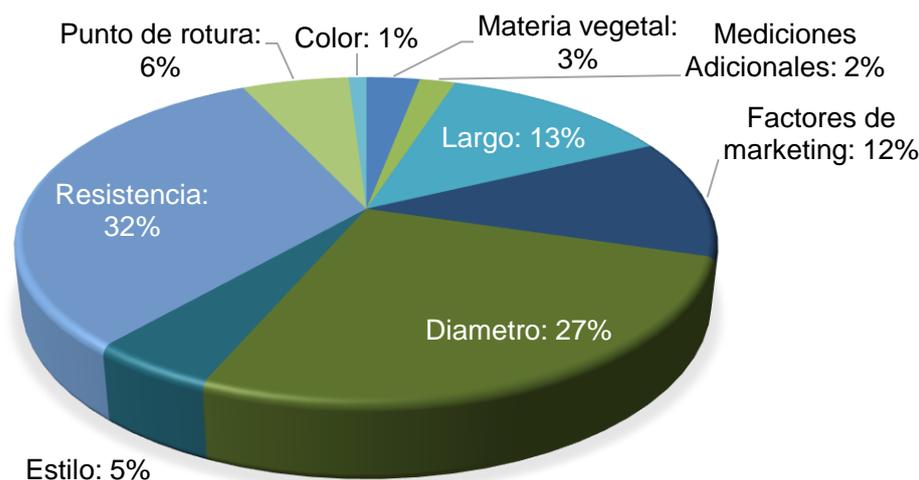


Figura 4. Características que determinan el precio de lana Merino entre 17,0 y 19,5 μ m (Fuente: AWEX, 2009).

4.5. Características de la lana que determinan la calidad de un lote

Las características de la lana desempeñan un papel fundamental en la performance del procesamiento, el valor del producto y el precio de venta de un lote. En la Tabla 1 se puede apreciar las características de la lana de acuerdo a su importancia en el procesamiento. Las más importantes son el diámetro de fibra y el rendimiento al lavado. Las características de importancia mayor son el largo de mecha, la resistencia a la tracción y posición del punto de ruptura, la presencia de materia vegetal, el color y la presencia de fibras coloreadas (Cottle, 2010) (Cuadro 1).

Tabla 1. Clasificación de las características de la lana sucia para usos finales en prendas de vestir de acuerdo a su importancia (Fuente: Cottle, 2010).

Característica de la lana	Importancia
Diámetro de fibra	****
Rendimiento al lavado	****
Largo de mecha	***
Resistencia a la tracción/punto de ruptura	***
Materia vegetal	***
Color limpio	***
Fibras coloreadas	***
Variabilidad del diámetro de fibra	**
Variabilidad del largo de mecha	**
Medulación	**
Punta de mecha (evaluación subjetiva)	*
Carácter y toque (evaluación subjetiva)	*

****= más importantes; ***= importancia mayor; **= importancia secundaria; *= importancia menor.

4.5.1. Diámetro de fibra

La característica principal de la lana que influye significativamente en el valor del producto final es su diámetro medio de fibra (Bell y Ainsworth, 1984). Esta característica desempeña un papel crucial en el proceso de fabricación y determina la capacidad de producir hilos de diferentes grosores. En el caso específico de la lana Merino, aunque no existe una clasificación universalmente aceptada para categorizarla por su micronaje, tanto la Australian Wool Exchange como el Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) han establecido varias categorías (Cardellino y Trifoglio, 2003), que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Categorización de lanas Merino.

Categoría	Micras
Ultra fino	≤14,9
Extra fino	15,0 – 16,9
Super fino	17,0 -18,5
Fino	18,6 – 19,5
Medio	19,6 – 21,5
Fuerte	21,6 – 23,5
Extra fuerte	>23,6

Fuente: SUL en base a TWC, AWEX, CSIRO, ASFWA (Cardellino y Trifoglio, 2003).

En nuestro país, ha sido creciente la demanda por datos objetivos del diámetro promedio principalmente, al momento de comercializar los lotes de lana (SUL, 2008). Cuanto más fina es la lana, mayor valor obtendrá en su comercialización, ya que se utilizará para confección de telas livianas, finas y prendas de punto de alta calidad.

Siempre se ha considerado que el diámetro de fibra es el factor más importante en la hilatura. Los límites para la hilatura están determinados, principalmente, por el diámetro promedio de fibra, y en menor medida, por la variación en el diámetro de fibra. La hilatura involucra el ordenamiento de fibras en forma paralela para obtener un ensamblaje del grosor requerido. Luego se retuercen para obtener el hilado. Debe existir un número mínimo de fibras en la sección transversal. De no ser así, el estirado resultará en un ensamblaje irregular, lo cual causará un exceso de roturas (“cabos rotos”) (Cardellino, 2005). En el hilado, 45 fibras por sección transversal, sería un número razonable para fines comerciales. Obviamente, 45 fibras finas producirán un hilado más fino que 45 fibras gruesas (Cardellino, 1977).

La variabilidad del diámetro suele expresarse como el coeficiente de variación y el factor de confort. En el primer caso, los valores típicos de los lotes varían entre el 20% y el 30%, con valores ligeramente más altos para lana más gruesa. Esta variabilidad contribuye a las características del hilo producido.

El **coeficiente de variación del diámetro** (CVD) se puede definir como el cociente entre el desvío estándar sobre el diámetro de la fibra promedio y se expresa como un porcentaje. El CVD permite comparar los cambios en el diámetro de la fibra entre lanas con diferentes valores de diámetro (Baxter y Cottle, 1997, 1998; Brown, Crook y Purvis, 2002; Cottle, 2010). Cada fibra experimenta cambios en su diámetro como resultado de influencias fisiológicas y ambientales, incluyendo cambios en la dieta, gestación, lactancia y enfermedades (Cottle, 2010).

La demanda del mercado de la lana, su precio y su calidad aumentan cuando disminuye el CVD (Aylan-Parker y McGregor, 2002). Como resultado, se ofrecen primas por las lanas con bajos valores de coeficiente de variación (Snowder, 1992; Edriss, Dashab, Ghareh Aghaji, Nilforoosha y Movassagh, 2007).

Hoy en día se utiliza el tejido fino para prendas que están en contacto directo con la piel, a diferencia de hace un par de décadas, donde las telas de lana tejida solían usarse como ropa exterior pesada. Por lo tanto, la idea de que la lana puede causar picazón y molestia debe abordarse con cuidado (Doyle, Preston, McGregor y Hynd, 2021). Esto se debe a que los extremos de las fibras de la lana, una vez que entran en contacto con la piel, ejercen una fuerza superior a 75 mg/cm² (Naylor, 2010), activando los receptores nerviosos y del dolor, lo que puede provocar irritación o picazón (Rogers y Schlink, 2010; Tester, 2010). Según la evidencia, las fibras de lana que sobresalen con diámetros inferiores a 30 µm se desvían al entrar en contacto con la piel para evitar la irritación (Naylor, 2010). Por esta razón, para garantizar la comodidad del usuario y mejorar el valor y la comercialización del producto, se debe limitar las fibras de lana mayores de 30 µm (%F>30µm) a menos del 5% (Naylor, Phillips y Veitch, 1995; Greeff, 2006; Malau-Aduli y Deng Akuoch, 2010; Rogers y Schlink, 2010). Por ello, se ha establecido un nivel umbral de 30 µm para determinar la comodidad de la lana, y el porcentaje de fibras con diámetros inferiores a este umbral se conoce como **factor de confort** (%F<30µm) (Naylor et al., 1995; Wood, 2003; Malau-Aduli y Deng Akuoch, 2010).

Con la aparición de aplicaciones de tejidos de lana en contacto directo con la piel y manteniendo el enfoque tradicional en prendas de vestir lujosas, el factor de confort es particularmente beneficioso para aumentar la demanda futura en el mercado de la lana (Broega, Nogueira, Cabeco-Silva y Lima, 2010; Mahar y Wang, 2010; Rowe, 2010; Tester, 2010). Las lanas con los valores de factor de confort más altos posiblemente reciben incentivos de precio debido a la demanda del consumidor (Malau-Aduli y Holman, 2012).

4.5.2. Largo de mecha

Después del diámetro medio de fibra, el siguiente factor de relevancia es la longitud de la mecha, que contribuye con aproximadamente un 15-20% del valor total atribuido a la lana. Su significado radica en su capacidad para influir en el curso que tomará la lana en el proceso industrial (Cardellino y Trifoglio, 2005). La longitud de la mecha ejerce un papel crucial en la determinación de la longitud de las fibras en lana

peinada (altura media de los tops, Hm), lo cual a su vez impacta tanto en el proceso de hilado como en la calidad del hilo final (Whiteley, 2003). A nivel industrial este parámetro sirve para la fijación de precio y además va a ser muy importante para la calibración de las maquinas en el peinado, ya que condiciona el cardado y peinado. Aquellas fibras menores a 55-60 mm no van a poder ser peinables pudiendo afectar el producto final (pilling). Además, tiene alta correlación con el Hauteur (altura de fibras) en tops (Abella, 2018).

4.5.3. Color de la lana limpia

El color es otra característica importante con gran influencia en la determinación del precio del lote de lana. Hay diferencias de color entre razas y esta característica puede variar desde blanco, pasando por coloraciones cremosas hasta el amarillo intenso. Algunas lanas son más susceptibles que otras a las coloraciones amarillas, incluso durante el almacenamiento y procesamiento (Cottle y Zhao, 1998). Lanass con coloraciones que se apartan del blanco presentarán dificultades sobre todo con la tinción con colores pastel. Las lanas producidas en Uruguay presentan ciertas deficiencias en el color, con una elevada proporción de lotes con niveles de amarillamiento por encima de los valores deseables, existiendo diferencias entre zafras, lotes, localidades y razas (Abella y Preve, 2008). En la raza Merino Australiano, los valores de color limpio (índice de amarillamiento) se encuentran en un promedio de 1.9 unidades de Y-Z, con una importante variabilidad, con valores mínimos menores a 0 (blancos) y máximo de 4.5 unidades (cremosos) (Capurro, 1996).

4.5.4. Resistencia a la tracción

La resistencia de la mecha se define como la fuerza necesaria para romper una cantidad conocida de lana. Dos factores clave que influyen en esta resistencia son el diámetro mínimo de la fibra y la variación en el diámetro a lo largo de la mecha. Comprender la resistencia de la mecha es de gran relevancia desde una perspectiva comercial, ya que las fibras más frágiles que se rompen durante el procesamiento pueden reducir la longitud de las fibras en la cinta de lana peinada y aumentar las pérdidas durante el cardado y el peinado, como ha sido señalado en diversos estudios (Rottenbury, Bow, Kavanagh y Caffin, 1981; Whiteley, 1987; Rogan, 1988). Esta característica adquiere una importancia destacada en el caso de la raza Merino, donde se busca no solo alcanzar un bajo diámetro de las fibras, sino también cumplir con los estándares de resistencia de la mecha requeridos por la industria.

La lana con una resistencia baja ($< 30 \text{ N/Ktex}$) y un porcentaje de quiebre alto hacia el centro de la mecha (punto de quiebre medio) tiene un largo final más corto, lo que significa que los precios de los tops son significativamente más bajos cuando no exceden los 60 mm de largo de mecha (Elvira, 2005). A resistencias bajas, pero con roturas en la base o punta de las mechas, su resultado es un aumento en el subproducto del peinado llamado blousse o noil. Esto hace que la materia prima sea menos económica pero no afecte demasiado la calidad del producto peinado (Elvira,

2005). Las lanas pueden clasificarse en tres rangos de resistencia: lanas débiles (menos de 28 N/Ktex), lanas resistentes (entre 28 y 38 N/Ktex) y lanas muy resistentes (mayor a 38 N/Ktex) (Elvira, 2005; Nolan, 2014). Por otra parte, SGS (2014c) clasifica de acuerdo a la resistencia en: lanas débiles (entre 15 y 20 N/ktex), lanas parcialmente débiles (entre 20 y 30 N/Ktex), lanas resistentes (entre 30 y 40 N/Ktex) y lanas muy resistentes (mayor a 40 N/Ktex).

La posición de rotura es importante, ya que dependiendo del lugar de la mecha donde ocurre (base, medio o punta), dependerá si la lana continúa su proceso industrial en la peinadora o el porcentaje de desperdicios o mechas cortas que se produzcan (Nolan, 2014).

4.5.5. Rendimiento al lavado

El rendimiento al lavado de la lana sucia es importante en la fijación del precio, ya que la materia prima para la industria es la fibra limpia, pero no constituye una característica que de por sí sea importante en el procesamiento textil (Cardellino y Trifoglio, 2005). Es el cociente entre el peso de la lana lavada, secada y acondicionada y el peso de la lana sucia multiplicado por 100, con un 16% de Humedad (Sachero y Mueller, 2005). Los vellones difieren en rendimiento al lavado debido a la variación de grasa y suint que contienen.

4.5.6. Otras características que definen la calidad de un lote

La presencia de fibras coloreadas es una característica importante no solo en lanas medias y gruesas, sino también en lanas finas. Al teñir prendas con colores pastel o claros, la industria textil enfrenta problemas con las fibras coloreadas (Foulds, Wong y Andrews, 1984). Existen dos tipos de fibras oscuras de acuerdo a su origen, las fibras ambientales que son aquellas manchadas por la orina y las de origen genético (o fibras pigmentadas) que poseen gránulos de melanina en su interior (Foulds et al., 1984). La cantidad máxima de fibras oscuras por kilogramo de lana en los hilados de colores claros y pasteles es de 100 fibras coloreadas por kilogramo de lana en los hilados superiores, y eso es aún menor para productos de muy alta calidad (50 fibras coloreadas /kg de top) (Hansford y Swan, 2005).

Los industriales enfrentan graves problemas debido a la contaminación con fibras coloreadas, sobre todo en telas de color claro o pastel. Para corregir esta situación, las fibras individuales se extraen manualmente y, en caso de altos niveles de contaminación, los costos de la extracción aumentan. Por lo tanto, se evita su extracción y se utiliza como tela de segunda o se tiñe en tonalidades más oscuras. (Elvira, 2005).

Las fibras meduladas son aquellas que poseen una estructura central denominada médula, que puede disponerse de forma diferente a lo largo de la fibra (Ryder y Stephenson, 1968). El problema de las fibras meduladas es inverso al de las fibras coloreadas porque no adquieren la misma tonalidad del tejido, resaltando su presencia con colores oscuros, tendencia que se agrava a mayor intensidad del color

(Elvira, 2005). Las fibras meduladas no se extraen manualmente de las telas cuando el problema es grave porque resulta costoso o puede dañar la tela.

La presencia de **materia vegetal** es otra característica a considerar, si bien no es un problema en nuestro país salvo en casos particulares. La misma es costosa de eliminar y si permanece en el producto, puede dar lugar a que este sea desclasificado o reclamado por el comprador. El tipo de materia vegetal se clasifica en diferentes categorías de acuerdo al sistema de tipificación AWEX. En nuestro país una de las más frecuentes es la flechilla, vegetal de difícil remoción debido a que se alinea con la fibra durante el peinado y puede pasar al tejido final. En consecuencia, la flechilla conlleva los mayores descuentos de precio y los procesadores a menudo no peinan lanas con más de un 3% de materia vegetal base si son de este tipo, ya que estas lanas se carbonizan (SUL, 2018b).

Por otra parte, hay ciertas características que se utilizan para estimar la calidad o "**estilo**" de la lana y que son de importancia para los productores. Estas incluyen el toque, el grado de definición del rizo (carácter), la forma de la mecha y de la punta, la penetración de tierra e incluso el entrecruzamiento de fibras (Winston, 1989). Estas características pueden ser apreciadas en forma subjetiva mediante la utilización de una escala que incluye diferentes grados de presentación de la característica (Crook, Piper y Mayo, 1994).

4.5.7. Certificaciones de lanas

El concepto de calidad de lana actualmente es un concepto amplio que implica no solo las características de la lana propiamente dichas. La certificación del proceso de cosecha y acondicionamiento de vellones se considera de gran importancia. Es así que se implementan diferentes normas de acondicionamiento, acordadas entre productores y la industria lanera, a través del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), las cuales consisten en diferentes pautas con el fin de garantizar una adecuada cosecha y presentación (SUL, 2018a). Estas pautas a cumplir por el productor inclusive desde antes del momento de la esquila, permiten obtener lana libre de contaminantes, identificando y apartando el producto por sus diferentes tipos y detallando los mismos correctamente. Actualmente existen dos grifas en uso, la grifa verde y la grifa amarilla, que certifican el proceso de cosecha (Abella, 2021).

Los consumidores están cada vez más interesados sobre el producto que compran y las condiciones en las que fueron producidos. La certificación sirve para indicar que un producto ha sido producido de una manera específica o tiene ciertas características (Abella, 2021).

En Uruguay podemos encontrar diferentes certificaciones como: Responsible Wool Estándar (RWS) de Textile Exchange, Global Organic Textile Standard (GOTS), Origen de la empresa Engraw, Nativa y Regenerativa, ambas de la empresa Chargeurs Luxury Materials.

La certificación RWS documenta la producción de lana en ovinos criados bajo normas de bienestar animal, cuidando el ambiente de producción (suelos y pasturas) y su biodiversidad, así como el bienestar social, lo que se ha configurado como un compromiso de muchos productores uruguayos. Hay un claro compromiso con el cuidado del medio ambiente en la producción de esa lana, no solamente en los establecimientos agropecuarios sino en las etapas tempranas de su procesamiento (Plan Estratégico Nacional del Rubro Ovino, Penro, 2016). La certificación GOTS asegura los procesos de producción y transformación orgánicos, promoviendo el uso de fibras orgánicas y prohibiendo el uso de insumos peligrosos como metales pesados tóxicos, disolventes aromáticos y otros (Ecocert, s.f.). La certificación "Nativa Precious Fibers" de Chargeurs Luxury Materials, engloba aspectos de bienestar animal, cuidado del medio ambiente y responsabilidad social corporativa mediante el uso de tecnología Blockchain para la trazabilidad desde la lana hasta las prendas (Chargeurs High Emotion Technology, s.f.). Esta certificación promueve el bienestar de los animales al prohibir el "mulesing". Además, asegura que los establecimientos productores se conducen de manera sostenible, preservando la capacidad y la calidad del entorno y reconoce la importancia del bienestar socioeconómico de los trabajadores rurales para lograr la sostenibilidad y el crecimiento económico (Nativa Precious Fiber, s.f.). Por último, la certificación Origen de Engraw combina el cuidado de la fibra, el entorno, los animales y la fuerza laboral involucrada. Engraw trabaja con el Instituto Savory para medir la regeneración de los suelos de los productores y tiene certificación de carbono neutro (Abella, 2021).

Por tanto, en los últimos años, se ha sumado otro factor importante al concepto de calidad en lana, que es la sustentabilidad en el proceso de cría y durante la obtención de lana. El objetivo es alcanzar la sustentabilidad a través de una serie de acciones destinadas a fomentar la discusión sobre los recursos naturales y socioculturales del mundo, con el fin de garantizar el bienestar de las actuales y futuras generaciones (Corral y Domínguez, 2011).

4.6. La raza Merino Australiano

Se estima que aproximadamente 220 millones de ovejas pertenecen a la raza Merino, la cual es la raza que más contribuye a la producción de lana en el mundo. Se cree que esta raza comenzó en Asia Menor en el siglo VII AC y luego se extendió al norte de África y luego a España, donde se extendió por todo el mundo. En España, hacia el año 1230, la raza recibe el nombre de los Merinos, quienes eran educadores y supervisaban todas las actividades comerciales, incluyendo el comercio de lana, que requería una autorización especial para su exportación. La raza Merino se extendió por todo el mundo desde España, donde se mezcló con otras razas para producir diferentes variedades y nuevas razas. En 1797, la raza llega a Australia. En la actualidad, Australia es el principal productor de lana del mundo. Argentina fue el primer país de América en importar Merino Australiano, principalmente al sur de la Patagonia y en 1934 se importó el primer Merino Australiano a Uruguay (SUL, 2022).

Los criadores de raza Merino se ubican principalmente en los suelos menos productivos de la región de Basalto (MGAP, 2016).

Los animales astados son los más comunes en el país, incluyendo la variedad mocha conocida como Poll Merino. La lana de Merino Australiano cubre todo el cuerpo, con la excepción de la cara. Se pueden observar arrugas que son típicas de esta raza a nivel del cuello. Las mucosas son rosadas y sus cuernos tienen forma de espiral (SUL, 2022).

La raza Merino Australiano produce una fibra de diámetro entre 17 y 22 μm , dependiendo de la orientación, si bien en los últimos años ha aumentado la producción de lana ultrafina; además la longitud de mecha es de 8 y 10 centímetros. En condiciones de Uruguay, su rendimiento al lavado supera el 75%. Además, esta lana tiene un toque, carácter y color excepcionales. En condiciones naturales, el peso del vellón sucio de los borregos es de 3 a 3,5 kg y el de las ovejas de 4 a 5 kg (SUL, 2022).

Esta raza ha tenido un importante crecimiento en los últimos años impulsado por la Sociedad de Criadores de Merino Australiano del Uruguay, que junto a otras instituciones e industria desarrollaron el Proyecto Merino Fino, hoy Consorcio Regional para la Innovación en Lanas Ultrafinas (CRILU). El objetivo del CRILU es innovar en conocimiento científico-tecnológico para diferenciar y agregar valor a los productos producidos por la producción ovina, como herramienta genuina para el desarrollo económico, social y ambiental de la comunidad rural y su entorno (CRILU, s.f.).

4.6.1. Características de Lana Merino (Superfino)

La producción de lana Merino fina y superfina (menor de 19,5 μm) ha aumentado en el mundo sobre todo para satisfacer la demanda de los tejedores locales y para ser exportada como tops (Cottle, 2010). Nuestro país no ha sido ajeno a esta realidad y, por tanto, también ha incrementado la producción de este tipo de lanas (Cardellino y Trifoglio, 2003).

Las fibras que mejor se adaptan a las tendencias en los hábitos de consumo de fibras textiles son las menores a 21 μm , siendo mayor el precio de las mismas en la medida que menor es el micronaje (tanto en el mercado internacional como en el nacional) (Montossi, De Barbieri, Ciappesoni y Luzardo, 2009), siendo, además, las que mejor se adaptan a las preferencias de la industria textil y de los consumidores de mayor poder adquisitivo.

El consumidor de este tipo de lanas busca cualidades en las prendas como la liviandad, uso de la misma a lo largo del año y facilidad de lavado en máquinas automáticas. La creación de prendas suaves al tacto que se pueden usar directamente sobre la piel y disponibles en estilos informales es el desafío en este segmento de la producción de lana (Swan, 2010). El diámetro de la fibra de lana es el principal parámetro que indica el grado de confort de la prenda y con diámetros inferiores a 18 μm ya se puede asegurar un excelente confort (Tester, 2014). Además, la lana

superfina es altamente valorada en la industria textil también por propiedades térmicas.

La mayor parte de los productos elaborados con lanas finas y superfinas (95%) son confeccionados fundamentalmente con telas planas, el restante 5% corresponde a tejido de punto. Los tipos de prendas elaboradas a partir de telas finas y superfinas corresponden en su mayoría a vestimenta formal de hombre (trajes, sacos, pantalones) en un 85%, vestimenta formal de damas (tailleurs, polleras) en un 10%, mientras que un 5% en tejidos de punto (Cardellino y Trifoglio, 2003). El sector de la confección, que utiliza el 60% de las lanas producidas a nivel mundial, está principalmente interesado en lanas de diámetro promedio menor a 21 μm (Cottle, 2010). A nivel industrial, las lanas finas permiten aumentar la eficiencia, flexibilidad y rentabilidad del proceso textil y ampliar el espectro de mercados consumidores, ya sea para la fabricación de productos textiles de lana pura o en mezcla con otras fibras (sintéticas, algodón, etc.) (Whiteley, 1994).

Otras características de la lana, además del diámetro, tienen influencia en los precios del mercado. Entre ellas se encuentran la resistencia a la tracción, el punto de rotura (si es en la punta de la mecha o en su mitad), el largo de fibras, la materia vegetal y el color.

El largo de mecha es una característica muy importante en lanas finas y superfina y de acuerdo con Elvira (2005) los largos de mecha se pueden agrupar como: regulares cuando son menores a 75 mm, buenos cuando son entre 75 y 80 mm, muy buenos entre 80 y 85 mm y mayores a 85 mm excelentes.

En cuanto al rendimiento al lavado, la lana Merino es conocida por su capacidad de presentar cifras entre 75% y 84% de rendimiento aproximadamente.

En términos de color, la lana Merino superfina tiende a colores más blancos, ya que esta es una característica que presenta una correlación positiva con el diámetro promedio. Por tanto, cuanto más fina sea, los valores de grado de amarillamiento serán más cercanos a 0.0 unidades de Y-Z o incluso negativos (Wuliji, Dodds, Land, Andrews y Turner, 2001). Tanto el grado de amarillamiento como el brillo son características fundamentales a tener en cuenta para el resultado en el proceso de teñido. La luminosidad o brillo de la lana puede variar según la calidad de la fibra y su procesamiento. Una lana de alta calidad, como la Merino superfina, tiende a tener un valor de brillo alto, lo que le confiere un aspecto brillante.

En resumen, la calidad de un lote de lana está determinada principalmente por el diámetro. En lanas superfinas, las exigencias de los compradores son máximas también sobre otras características de la lana como el largo, el color, la resistencia, entre otras. Por lo tanto, el conocimiento de estas características en profundidad y mediante el uso de la medición objetiva en lotes comerciales, se considera muy importante para conocer como estamos situados respecto a lanas con diámetros similares pero provenientes de otros mercados.

5. HIPÓTESIS

Existe variabilidad de diámetro promedio entre lotes preclasificados como superfinos en barraca, así como de las restantes características de la lana que conforman la calidad.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Estudiar las características de la lana vinculadas al procesamiento textil en lana Merino superfina y su variación entre lotes.

6.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el diámetro promedio y variabilidad (coeficiente de variación, factor de confort, curvatura de la fibra) de lotes de lana Merino Australiano preclasificados en la industria como lana superfina.
2. Determinar otras características de la lana en forma objetiva en estos lotes y su variabilidad.
3. Estimar las asociaciones fenotípicas entre el diámetro de fibra y las demás características de la lana medidas en forma objetiva.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Lotes de lana analizados

El estudio se llevó a cabo en la empresa Lanass Trinidad, en su planta de recibo de lana situada en el Departamento de Durazno. Se evaluaron 215 fardos provenientes de una totalidad de 15 establecimientos de nuestro país (Tabla 3). Todos los fardos fueron de lana Merino Australiano preclasificadas en industria como Merino superfino, de la categoría borrego y cosechada en la zafra 2021.

Tabla 3. Número de fardos por establecimiento evaluados en el estudio

ID establecimiento	Nº de fardos
1	9
2	16
3	7
4	15
5	7
6	32
7	7
8	40
9	9
10	7
11	26
12	9
13	13
14	8
15	10
Total	215

7.2. Muestreo de lana

Las muestras de lana de cada lote fueron extraídas utilizando una pinza automática (Grab Sampling), equipo existente en la empresa lanera. De esta forma, se obtuvieron muestras de lana con mecha completa, lo que habilitó la evaluación de varias características de la lana. El muestreo de los lotes se realizó de acuerdo a la norma IWTO 38 (International Wool Textile Organisation, IWTO, 2010d). Cada fardo del lote fue muestreado, y se extrajeron unos 40 gramos de lana por cada perforación de la pinza al fardo. El número de perforaciones por fardo dependió del número de fardos que tuvo el lote.

Las muestras extraídas fueron colocadas en bolsas plásticas identificadas con número de productor, número de lote y número de fardo muestreado. Se registró además el peso de cada fardo.

7.3. Determinación de características de la lana en forma objetiva

En el Laboratorio de Lanasy de la Unidad Académica de Ovinos, Lanasy Caprinos, se realizaron las siguientes mediciones objetivas de la lana:

- a. *Rendimiento al lavado*: se pesaron 100 gr de lana sucia extraída de cada fardo y se introdujeron en una bolsa de malla identificada. El lavado de las muestras se realizó en un tren de lavado de 4 piletas, con agua caliente y un detergente no iónico diluido al 25% en las tres primeras piletas. Las muestras se centrifugaron para eliminar el exceso de agua. El secado posterior de las muestras se realizó en estufa de aire forzado a una temperatura de 105 ° C durante 3 horas. A continuación, las muestras se acondicionaron en el Laboratorio durante 12 horas a una temperatura de 20 ° C \pm 2 y 65% \pm 3 de humedad, para pesar las muestras en condiciones estándares. Por tanto, a continuación, se pesó la muestra acondicionada (Peso Acondicionado) y se realizó la corrección por humedad (% de Regain), de acuerdo a la norma IWTO 33 (IWTO, 2010c).
- b. *Largo de mecha*: se midió con regla el promedio del largo de 5 mechasy tomadas al azar y se expresaron en cm (IWTO, 2010b)
- c. *Resistencia de mecha*: se determinaron en 5 mechasy de lana sucia con el equipo Agritest. Se expresaron en Newtons/Ktex (IWTO, 2010b).

En el Laboratorio de Lanasy del Secretariado Uruguayo de la Lana se realizaron las siguientes mediciones objetivas de la lana:

- d. *Diámetro y variabilidad utilizando el equipo Sirolan Laserscan*: Se extrajeron una submuestra de aproximadamente 10g de lana de la muestra lavada, secada y acondicionada (ver punto a) y fueron enviadas al Laboratorio del Secretariado Uruguayo de la Lana para su medición. Se determinó diámetro promedio, coeficiente de variación del diámetro, % de fibras mayores a 30 μ m y curvatura de la fibra (IWTO, 2010a).
- e. *Color de la lana limpia mediante el uso de un Equipo HunterLab Miniscan XE para lana*: Una submuestra de 10 g de lana de la muestra lavada, secada y acondicionada fue enviada al Laboratorio del Secretariado Uruguayo de la Lana para su medición. Se obtuvieron valores de Índice de amarillo (Y-Z) y luminosidad o brillo (Y) (IWTO, 2010f).

7.4. Análisis estadístico

Se realizó una estadística descriptiva (promedio, error estándar) de las características de la lana evaluadas en forma objetiva. Se determinó la proporción de lana dentro de características que se consideran asociados con la potencial utilización del producto, su eficiencia en el proceso industrial y aspectos comerciales como el precio. Se utilizaron los rangos descritos por Nolan (2014), SGS (2014c) y Botha y Hunter (2010). Además, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de las variables determinadas incluyendo el efecto fijo del lote (1-15). Se determinaron correlaciones fenotípicas

entre el diámetro de fibra y las demás características de la lana medidas en forma objetiva mediante correlaciones de Pearson. Se definieron los siguientes rangos de clasificación de correlación: muy baja (valores entre 0 y 0,2), baja (valores entre 0,2 y 0,4), moderada (valores entre 0,4 y 0,6), alta (valores entre 0,6 y 0,8) y muy alta (valores mayores a 0,8).

Se realizó un análisis de regresión entre el diámetro promedio y el grado de amarillamiento. Para todas las variables analizadas el nivel de significancia fue de $P < 0,05$. Se utilizó el paquete estadístico STATA (Stata Corp., 2014).

8. RESULTADOS

Se evaluaron 15 lotes de lana que significaron un total de 215 fardos. El peso promedio de los fardos fue de 202,4 kg.

La primera característica que se determinó objetivamente fue el diámetro promedio. En la Figura 5 se muestra el porcentaje de lotes evaluados en el ensayo según rango de diámetro. El 80% de los lotes se encontraron dentro de la categoría extrafino, con diámetros entre 15,0 y 16,9 μm . El restante 20% de los lotes se ubicaron en la categoría superfino que corresponde a diámetros entre 17,0 y 18,5 μm .

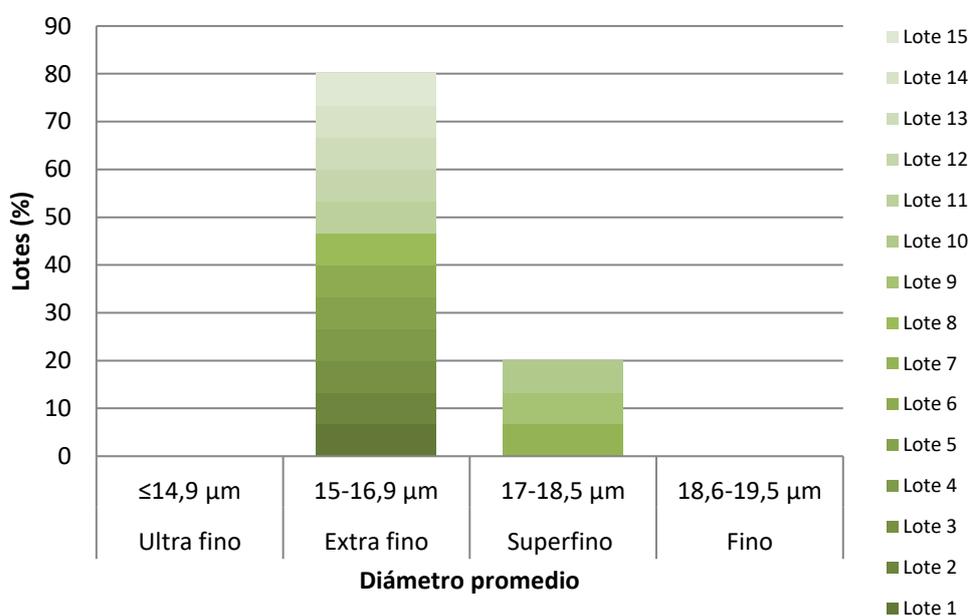


Figura 5. Porcentaje de lotes de lana según categoría de diámetro.

El diámetro promedio de todos los fardos evaluados fue de 16,31 μm , y esta característica varió de acuerdo al lote ($P < 0,000$; Tabla 4). En la Figura 6 se presenta un gráfico de caja del diámetro para cada lote, donde se puede visualizar como se distribuye esta característica en cada lote, que como se sabe está conformado por un número determinado de fardos.

El CVD presentó un valor promedio de 19,07%, y esta característica fue significativamente diferente entre los lotes evaluados ($P < 0,05$). El porcentaje de fibras mayores a 30 μm fue menor al 1% (por tanto, el factor de confort superior al 99%) y no presentó variación entre lotes, mientras que la curvatura promedio determinada fue de 100,22 $^{\circ}$, característica que fue significativamente diferente entre los lotes evaluados ($P < 0,000$) (Tabla 4).

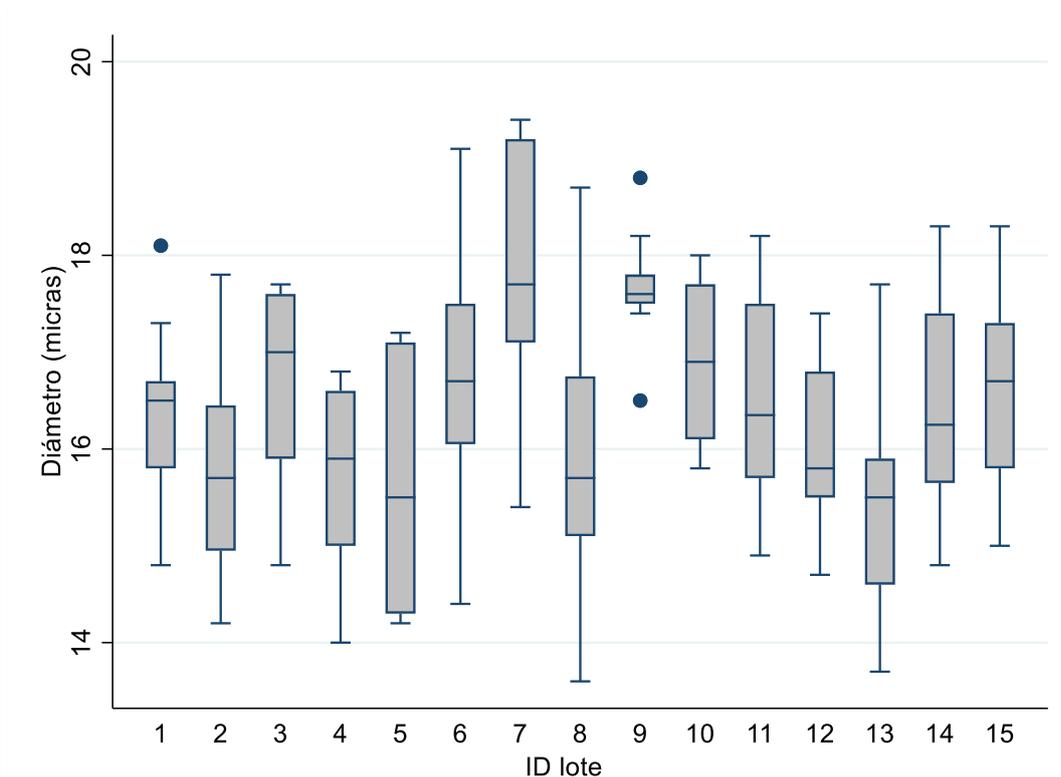


Figura 6. Gráfico de caja del diámetro de los quince lotes evaluados.

Tabla 4. Promedio y error estándar del diámetro promedio, coeficiente de variación, porcentaje de fibras mayores a 30µm y curvatura de la fibra; diferencias entre lotes.

	X ± EEM	Lote
Diámetro promedio	16,31±0,08	P<0.000
CVD	19,07±0,18	P<0.050
%F>30µm	0,42±0,03	P<0.603
Curvatura	100,22±0,51	P<0.000

En cuanto a las demás características de la lana evaluadas, la resistencia de mecha presentó un valor promedio de 33,0 N/Ktex en los lotes evaluados. El 27% de los lotes presentaron valores de resistencia entre 20 y 30 N/Ktex, lo que representa a fibras parcialmente débiles, mientras que el 60% de los fardos mostraron valores entre 30 y 40 N/Ktex, clasificados como fuertes. Solo el 13% de los mismos presentaron valores de resistencia muy fuerte, superiores a 40 N/Ktex (Figura 7).

La resistencia de mecha presentó diferencias significativas entre lotes (P<0.000) (Tabla 5).

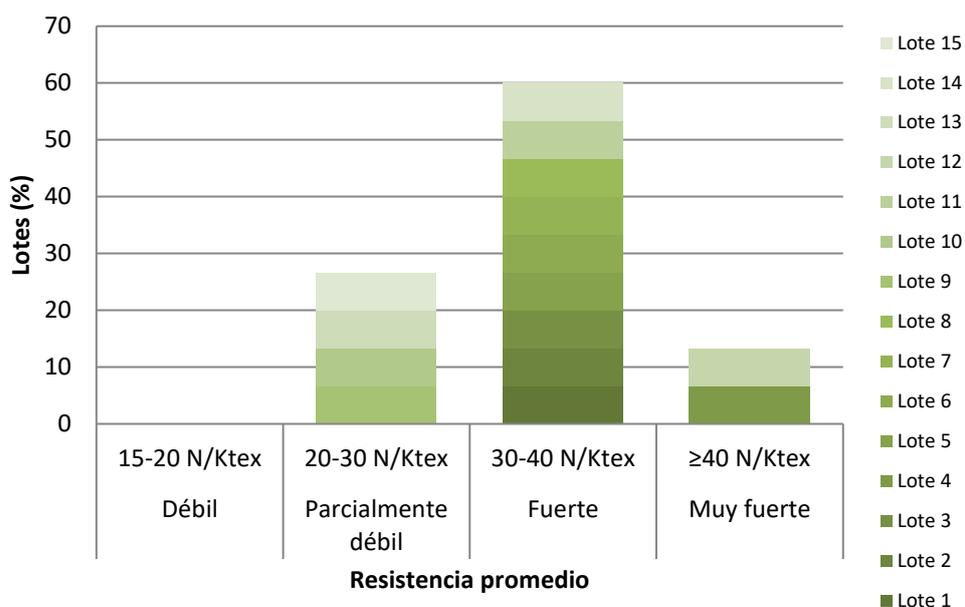


Figura 7. Resistencia de mecha de los lotes evaluados de acuerdo al rango de resistencia de SGS Wool Testing Services.

Tabla 5. Promedios y EEM de características de la lana; variación según lote.

	X ± EEM	P-valor
Rendimiento (%)	81,36±0,25	P<0,000
Largo de mecha (cm)	8,57±0,08	P<0,000
Resistencia (N/Ktex)	33,0±0,60	P<0,000
Luminosidad (Y)	68,21±0,08	P<0,000
Grado de amarillamiento (Y-Z)	-0,89±0,07	P<0,001

El largo de mecha presentó un valor promedio de 85,7 mm en los lotes evaluados. El 60% de los lotes presentaron valores de más de 85 mm en el largo de sus mechas representando un largo de calidad excelente. Un 27% de los lotes presentaron una calidad muy buena en relación a esta característica, entre 80 y 85 mm, mientras que el restante 13% tuvo un largo regular, inferior a 75 mm (Figura 8).

El largo de mecha presentó diferencias significativas entre lotes (P<0,000) (Tabla 5).

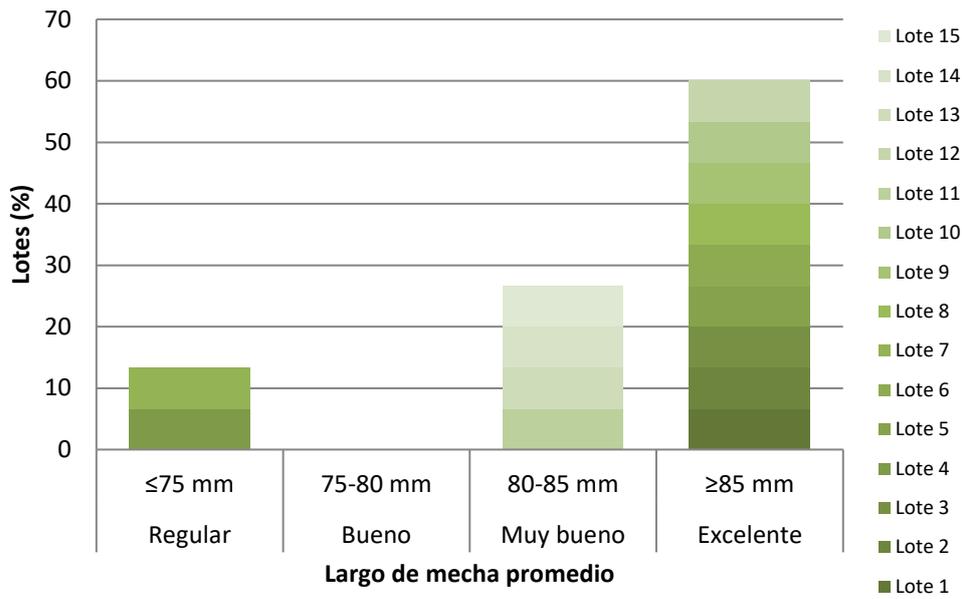


Figura 8. Distribución de los lotes de lana en categorías de acuerdo al largo de mecha promedio.

El rendimiento al lavado presentó un valor promedio de 81,3%. El 80% de los lotes evaluados presentaron valores de rendimiento al lavado entre 80 y 85%. El restante 20% de los lotes tuvo rendimiento entre 75 y 80% y ningún lote tuvo rendimiento inferior a 75% (Figura 9). Además, esta característica presentó diferencias significativas entre lotes de lana evaluados ($P < 0,000$) (Tabla 5).

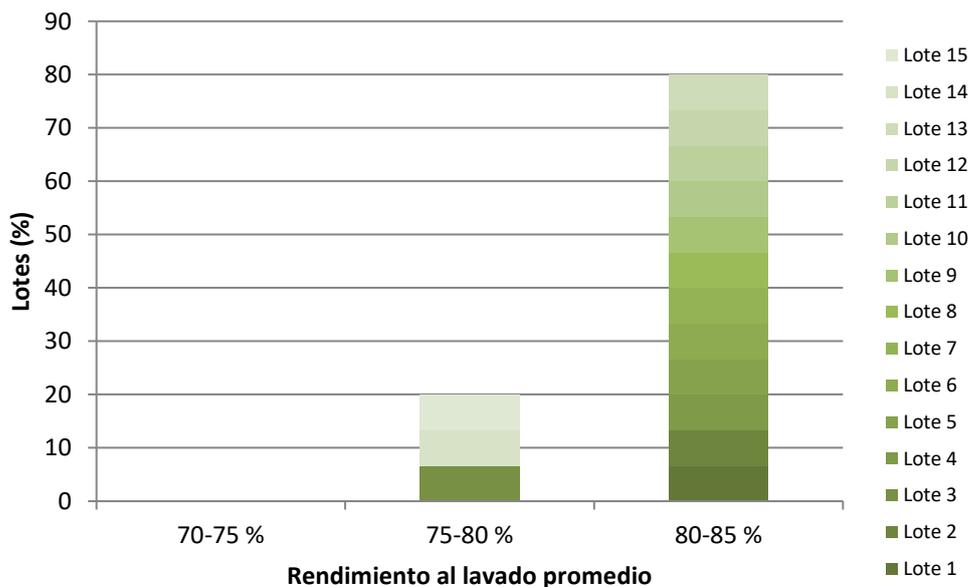


Figura 9. Distribución de los lotes de lana de acuerdo a los valores que presentan de rendimiento al lavado.

El grado de amarillamiento presentó un valor promedio de -0,89 unidades de Y-Z. En este caso el 100% de los lotes evaluados tuvieron un valor inferior a 0 unidades de Y-Z (Figura 10 A). Esta característica presentó diferencias significativas entre lotes ($P < 0,001$) (Tabla 5).

El brillo o luminosidad mostró un valor promedio de 68,21 unidades de Y, el 100% de los lotes que se evaluaron presentaron un valor superior a 66 unidades de Y (Figura 10 B), aunque presentando diferencias significativas entre lotes ($P < 0,000$).

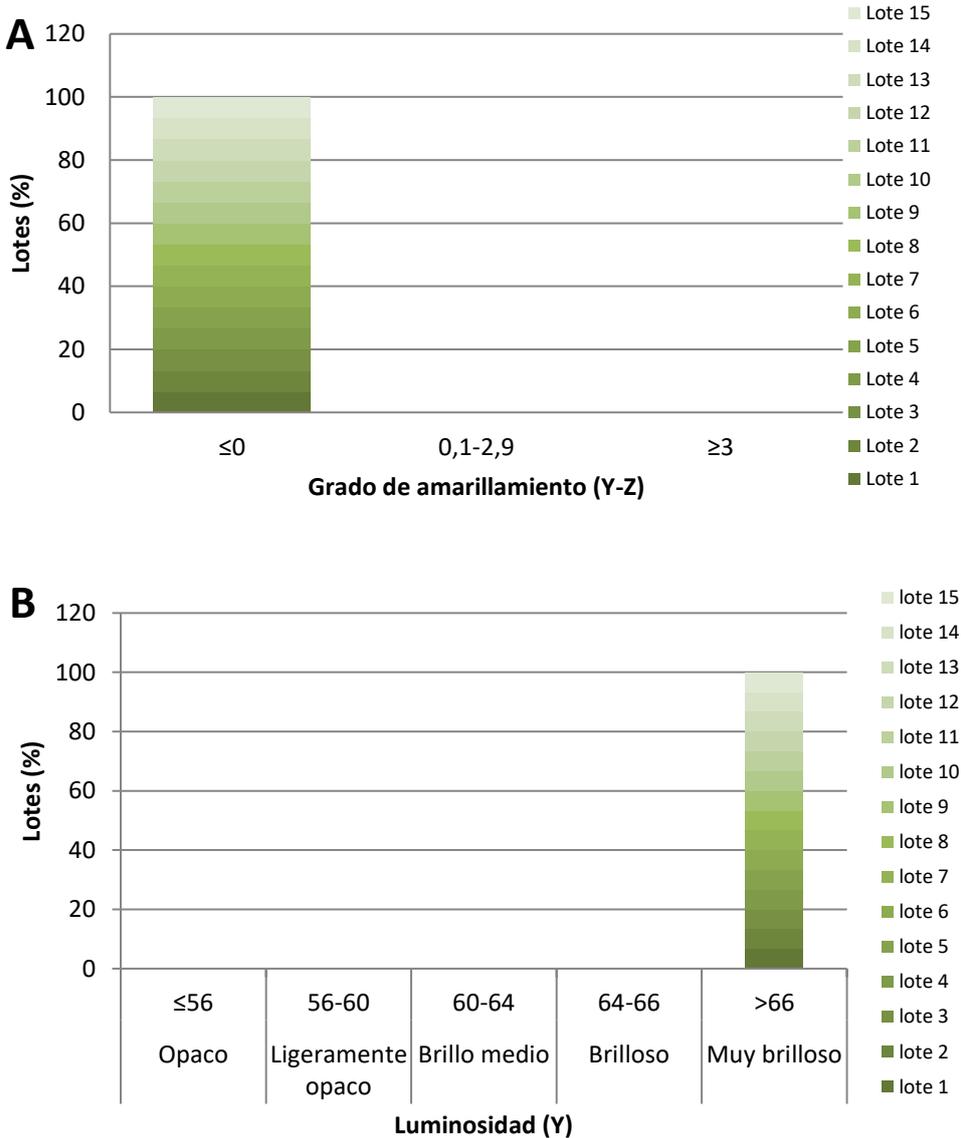


Figura 10. Grado de amarillamiento (A) y luminosidad (B) de los lotes evaluados.

Se categorizaron los fardos evaluados de acuerdo a su diámetro promedio en superfinos y extrafinos para poder de esta forma comparar las características de la lana en ambos grupos (Tabla 6). No se encontraron diferencias entre grupos en las características de la lana evaluadas, excepto para el %F>30µm, presentando el grupo extrafino un menor valor que el superfino (P<0,001).

Tabla 6. Evaluación de características de la lana en fardos superfinos y extrafinos.

	X ± EEM		P-valor
	Fardos superfinos	Fardos extrafinos	
CVD (%)	19,07±0,33	18,87±0,23	Ns
%F>30µm (%)	0,64±0,06	0,34±0,02	P<0.001
Curvatura (°)	100,33±0,95	100,13±0,69	Ns
Rendimiento (%)	80,82±0,47	81,44±0,34	Ns
Largo de mecha (cm)	8,53±0,14	8,63±0,09	Ns
Resistencia (N/Ktex)	33,90±1,01	32,93±0,83	Ns
Luminosidad (Y)	68,17±0,11	68,14±0,11	Ns
Grado de amarillamiento (Y-Z)	-0,69±0,14	-0,87±0,09	Ns

En la Tabla 7 se presentan las correlaciones fenotípicas entre las características de diámetro y su variabilidad. El diámetro promedio presentó una correlación positiva, significativa y de mediana magnitud con el %F>30µm (P<0,01), mientras que su asociación con la curvatura fue significativa, negativa, aunque de baja magnitud (P<0,05). La correlación fenotípica con el CVD no fue significativa.

Tabla 7. Correlaciones fenotípicas entre el diámetro promedio y su variabilidad en los lotes de lana evaluados.

	Diámetro promedio
CVD	0,005
%F>30µm	0,500*
Curvatura	-0,160**

*= Significativa a P<0,01; **=significativo a P<0,05

En la Tabla 8 se muestran las correlaciones fenotípicas determinadas entre el diámetro promedio, el coeficiente de variación, el %F>30µm y la curvatura con las características rendimiento al lavado, largo de mecha, resistencia de mecha, luminosidad y grado de amarillamiento. El diámetro promedio presentó una correlación

positiva, significativa y de baja magnitud con el grado de amarillamiento ($P < 0,01$). Al realizar un análisis de regresión entre ambas variables, los resultados indicaron que solo el 4% de la variable grado de amarillamiento fue explicada por la variable predictiva diámetro promedio, incluso por cada micra que aumenta el diámetro, el grado de amarillamiento aumentaría en 0,19 unidades de Y-Z (Figura 10).

Tabla 8. Correlaciones fenotípicas entre diámetro promedio y su variabilidad con otras características de la lana.

	Diámetro promedio	CVD	%F>30 μ m	Curvatura
Rendimiento al lavado	-0,085	-0,017	-0,057	-0,144**
Largo mecha	0,117	-0,143**	0,015	-0,158**
Resistencia de mecha	0,036	-0,116	-0,057	-0,075
Luminosidad	-0,065	-0,062	-0,068	-0,064
Grado de amarillamiento	0,210*	-0,039	0,075	-0,025

*= Significativa a $P < 0,01$; **=significativo a $P < 0,05$

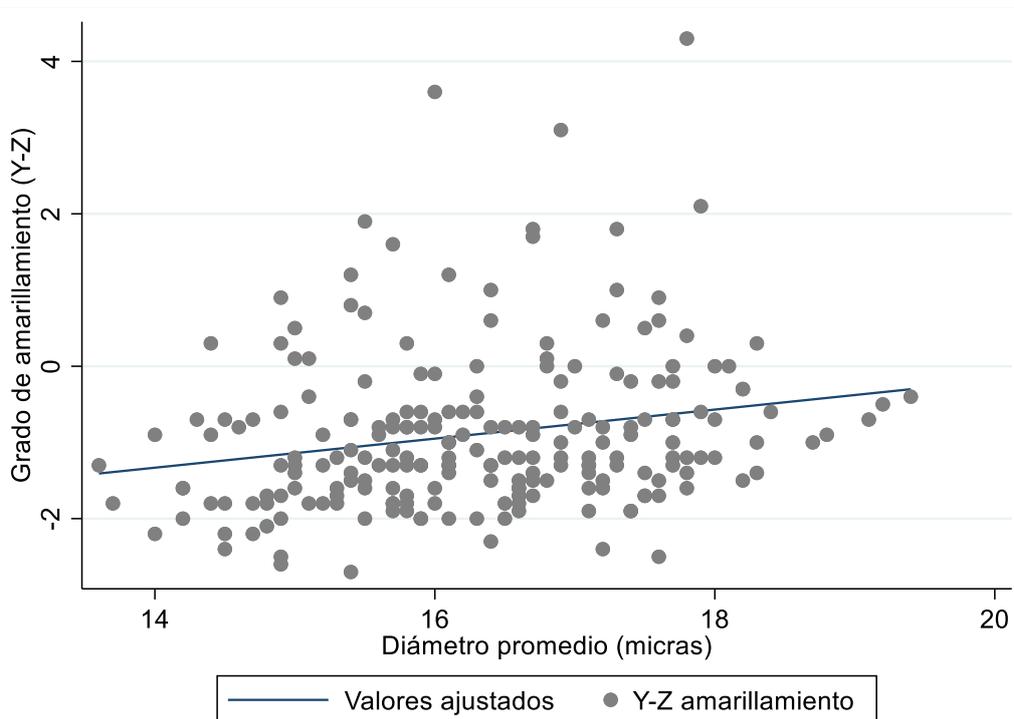


Figura 11. Relación entre el diámetro promedio y el grado de amarillamiento

El CVD mostró una asociación negativa, significativa y de muy baja magnitud con el largo de mecha. El %F>30 μ m no presentó asociación significativa con ninguna de las características evaluadas. La curvatura de la fibra presentó una correlación negativa,

significativa y de muy baja magnitud con el rendimiento al lavado y con el largo de mecha ($P < 0,05$). La resistencia de mecha no presentó asociación con ninguna de las características evaluadas.

9. DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue estudiar las características de la lana vinculadas al procesamiento textil en lana Merino superfina y su variación entre lotes. Cabe subrayar que, en el caso de lanas de estas finuras, otras características inherentes a la fibra adquieren una relevancia particular y deben satisfacer los criterios exigidos por los potenciales compradores para garantizar la calidad integral de un lote. En consecuencia, el conocimiento detallado de estas características adicionales posibilitará la evaluación de la necesidad de mejoras correspondientes.

Si bien los lotes evaluados en industria estaban preclasificados por finura se determinó en primera instancia objetivamente esta característica. El valor de diámetro promedio obtenido fue de $16,31\mu\text{m}$, ubicándose la mayoría de los lotes (80%) de acuerdo a esta característica en la categoría extrafino. En los últimos veinte años en nuestro país, se han llevado adelante varios proyectos (Montossi et al., 2013) que han impulsado transformaciones en la producción y la excelencia de las lanas finas en la etapa inicial de la cadena agroindustrial. Concretamente, el CRILU ha llevado a cabo una intensa campaña de cría y difusión de la genética de animales con lanas de estas finuras en el ámbito comercial (De Barbieri et al., 2015). En un estudio realizado en nuestro país por Pérez et al., 2017, donde se analizaron dos zafras de lana producidas en establecimientos del CRILU (478.200 kg), el diámetro de la fibra promedio registrado fue $17,9$ y $18,2\mu\text{m}$ en cada una de las zafras. Sin embargo, la información objetiva acerca de la calidad de las lanas producidas a nivel comercial en diferentes establecimientos de nuestro país es limitada.

En Australia, de acuerdo a datos de la zafra lanera 2021-2022, el 66,2% del total de la lana producida se encuentra por debajo de las $20,6\mu\text{m}$, lo que indica que este país sigue siendo el principal productor mundial de lanas Merina finas y superfinas para prendas de vestir (Tardaguila, 2022). Incluso se produjeron poco más de 35 millones de kilos en base sucia de lanas entre $16,6$ y $17,5\mu\text{m}$ (Cardellino, 2020). Del mismo modo, un análisis de cinco zafras de lana Merino en el sur de Argentina (Mueller, Elvira y Sacchero, 2013) indicó que el diámetro promedio de fibra fue de $20\mu\text{m}$. Este análisis de los valores de diámetro registrados en Australia, Argentina y Uruguay, confirma el esfuerzo de los productores para disminuir el diámetro de las fibras y lograr producir principalmente lanas superfinas. Esta reducción concuerda con lo que se ha registrado en la población Merino que forma parte del sistema de evaluación genética en Uruguay, en el que se ha conseguido un progreso genético de $-0,67\%$ anual para el diámetro de la fibra (Ciappesoni, Gimeno y Coronel, 2014). Actualmente, en Uruguay la producción de lana con diámetros entre $15,6$ y $18,0\mu\text{m}$ representa el 37% del total de lanas finas menores a $20\mu\text{m}$ producido (Cardellino, 2021).

Es importante destacar que el diámetro medio de la fibra tiene el mayor impacto en el precio de la lana por kilo de las propiedades medidas de la lana sucia. La fuerte dependencia del precio de la lana sucia de la finura de la lana está relacionada con la gran importancia del diámetro en la determinación del valor de un top de lana (70 a 80%). Además, una mínima variación en el diámetro medio de fibra (DMF) incide

significativamente en la cotización de la lana sucia cuando dicho DMF es inferior a los 20 μm . En contraste, para los lotes de lana de un grosor superior, en torno a los 20 μm , la sensibilidad del precio ante mínimas alteraciones en el DMF es considerablemente menor (Wood y Mahar, 2014)

Aunque el diámetro medio de la fibra es el principal determinante del precio de la lana, el grado de variación del diámetro de la fibra también es importante. Se ha observado que las lanas con mayor DMF y menor CVD producen hilos con propiedades similares a las lanas con DMF más bajos y CVD más altos (Wood y Mahar, 2014). En la industria de la lana, un coeficiente de variación alto puede ser problemático, ya que la uniformidad es un factor importante para la calidad de los productos textiles finales. El CVD suele situarse entre el 15% y el 30%. El 15% implica un diámetro excepcionalmente uniforme, mientras que el 30% sugiere un estilo mucho más pobre. Por tanto, un coeficiente de variación más bajo, garantiza un procesamiento más eficiente y productos finales de mayor calidad. En el presente experimento, el CVD fue de 19,07%, valor inferior al reportado por Perez et al. (2017) en una evaluación de dos zafra consecutivas provenientes de 77 establecimientos pertenecientes al CRILU. Estos autores obtuvieron diámetros promedios de 16,3 y 16,5 μm (en 2015 y 2016, respectivamente) y coeficientes de variación del diámetro de 21,4 y 21,6%, respectivamente. Si bien estos valores fueron mayores a los obtenidos en el presente trabajo, se consideran como buenos. Por otra parte, en un estudio realizado en Australia donde se evaluaron cuatro lotes de lana de aproximadamente 100 kg cada uno, con valores de diámetro promedio entre 14,7 y 15,1 μm , los CVD obtenidos variaron entre 16 y 18%, valores inferiores a los del presente trabajo.

El factor de confort es la proporción de fibras en la distribución de diámetros que son menores a 30 μm . En el presente trabajo el factor de confort fue de 99,58 %, lo que indica un excelente valor para esta característica. En general, el porcentaje de fibras mayores a 30 μm aumenta a medida que el diámetro también se incrementa. De acuerdo a la SGS (2014a), las lanas superfinas deberían tener un factor de confort entre 100 y 98%, lo que coincide con los valores obtenidos. Si bien esta característica fue significativamente mayor en los fardos superfinos que en los extrafinos, ambos valores fueron inferiores al 1%. Se sabe que, al vestirnos, los extremos de la fibra en contacto con la piel protruyen por encima de la superficie del tejido en una prenda y durante el uso, esos extremos ejercerán presión en la piel, estimulando los receptores nerviosos y del dolor (Botha, 2005), dando una sensación de picazón (Rogers y Schlink, 2010; Tester, 2010). Por lo tanto, limitar las fibras de lana de más de 30 μm a menos del 5% garantiza la comodidad del usuario y mejora el valor y la comerciabilidad del producto (Greeff, 2006; Naylor et al., 1995; Rogers y Schlink, 2010). Por ello, la demanda de los consumidores y, por tanto, los incentivos de precios existen para las lanas con los valores de factor de confort más altos posibles (Malau-Aduli y Holman, 2012).

Esta característica presentó una asociación significativa y de mediana magnitud con el diámetro promedio, lo que coincidió con la reportada por Hatcher y Brown (2015)

(0,50). Las demás correlaciones estimadas $\%F > 30\mu\text{m}$ con otras características de la lana fueron no significativas.

La curvatura de la fibra es uno de los principales componentes del rizo. Se sabe que las lanas de mayor ondulación son más difíciles de procesar en prácticamente todas las etapas, pero por otro lado pueden producir algunos productos de consumo que se consideran más deseables. Las investigaciones preliminares australianas sobre lanas de menos de $19,5\ \mu\text{m}$ sugieren provisionalmente que una curvatura de la fibra superior a la normal se asocia a una menor uniformidad del hilo y a un menor rendimiento de la hilatura. También se ha observado que las lanas de menor ondulación proporcionan un tacto más suave, y aparentemente preferido en los tejidos acabados (SGS, 2014b). La Australian Wool Testing Authority (AWTA) define lanas con más de $100\ ^\circ/\text{mm}$ como de curvatura alta y menores a $50\ ^\circ/\text{mm}$ de curvatura baja. Por tanto, los resultados obtenidos ($100,22\ ^\circ$) indican una curvatura alta y típicos de lanas Merino con diámetros en el entorno de $21\ \mu\text{m}$ (McGregor y Naebe, 2013). La curvatura de la fibra presentó una correlación fenotípica significativa, aunque de muy baja magnitud con el diámetro promedio, coincidente con los resultados reportados por Huisman y Brown (2009) y de Hatcher y Brown (2010). Asimismo, la asociación fenotípica de esta característica con el largo de mecha también fue significativa y de magnitud similar a la obtenida por estos autores ($-0,26$).

El rendimiento al lavado es una característica esencial en la industrialización de la lana. El rendimiento al lavado obtenido en nuestro ensayo fue de $81,3\%$. Este valor de rendimiento al lavado se encuentra dentro de los valores considerados buenos para este rango de finura de acuerdo a lo demostrado en el estudio por Hansford, Scrivener y Vizard (1999). Además, los mismos son similares a los reportados por Ramos et al., (2021) ($79,1\%$) en ovinos Merino superfino con $15,6\ \mu\text{m}$ de diámetro promedio. Sin embargo, los presentes valores son superiores a los reportados por Sherlock, Lopez-Villalobos y Garrick (2003) en un rebaño de 1100 ovejas Merino de $14,2\ \mu\text{m}$ de diámetro promedio en Nueva Zelanda ($66,9\%$). Es de destacar que, en el presente trabajo, no se registraron lotes de lana con rendimiento al lavado inferior al 75% . Esta característica solo presentó una correlación fenotípica significativa, aunque de muy baja magnitud con la curvatura de la fibra. Sherlock et al., (2003) reportan una correlación de muy baja magnitud, aunque significativa con el diámetro promedio de fibra ($-0,08 \pm 0,01$), correlación que resultó no significativa en el presente trabajo.

Respecto al largo de mecha, su principal importancia está a nivel de industrialización, ligado a indicadores de la lana ya procesada (rendimiento del procesamiento), aunque a nivel de campo también ya que un buen largo de mecha va a determinar mayor peso de vellón, por lo tanto, más kilos de lana por animal. El largo promedio obtenido en el presente ensayo fue de $8,57\ \text{cm}$. Estos valores fueron similares a los obtenidos por Prins y Pierlot (2010), trabajando con Merino superfino en Australia, quienes reportaron valores entre $8,0$ y $8,2\ \text{cm}$ para lanas de $16,9\ \mu\text{m}$. Ramos et al. (2021) en una evaluación realizada con datos de dos proyectos de investigación en el núcleo genético del Merino fino en la estación experimental Glencoe del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria entre los años 1999-2018, reportan un largo promedio de $8,4 \pm 1,9\ \text{cm}$. Por otra parte, los presentes valores

son un poco superiores a los reportados por Hansford et al. (1999) (7,96 cm) en lanas con un diámetro promedio de 16,7 μm .

La longitud de la mecha es importante para predecir la "hauteur", que es la longitud media de la fibra en un top (AWTA, 2004). Dicha característica tiene un rol importante en determinar la uniformidad de la fibra y es esencial para la producción de hilos de alta calidad. Fibras de lana de diferentes longitudes pueden dar como resultado hilos irregulares, nudos o debilidades, afectando negativamente a la calidad del producto. Por otra parte, en la industria, contar con lotes de lana uniformes en su longitud de mecha, facilita el procesamiento y reduce la cantidad de desperdicios. Las fibras más largas suelen ser más fáciles de peinar e hilar, lo que mejora la eficiencia (Angel, Beare y Zwart, 1990; Wood, 2003; Edriss et al., 2007; Wood, 2010). Es de destacar que, de los lotes evaluados en el presente estudio, solo el 13% presentó un largo regular, inferior a los 75 mm. Es importante destacar, que en Australia se aplican descuentos en el precio a aquellas lanas con longitudes menores a 60 mm, aunque también a lanas mayores 100 mm de longitud (Doyle et al., 2021). En nuestro país, en el acondicionamiento de vellones después de esquilados, se evalúan el largo entre otras características. Aquellos vellones Merino que son cortos para su finura, menores a 7 cm se clasifican como vellones tipo B, mientras que los que tienen una longitud de mecha de menos de 5 cm se clasifican como vellones inferiores o I (SUL, 2019), lo cual incide en el precio del lote.

El largo de mecha presentó una correlación significativa, aunque de muy baja magnitud con el CVD. Swan y Purvis (2000) obtuvieron en Merino superfino una correlación de igual signo, aunque de mayor magnitud para esta asociación (-0,34). Por otra parte, si bien Ramos et al. (2023) reportan una correlación positiva y de muy baja magnitud (0,18) con el DMF, la asociación encontrada en el presente ensayo no resultó significativa.

El color de la lana es muy importante especialmente para aquellas lanas o tejidos que vayan a teñirse en tonos pastel pálidos. Dado que el teñido es un proceso aditivo, no es posible, sin utilizar efectos ópticos temporales de blanqueo, producir un tono más claro que el color original del sustrato (Lindsay, 1999).

La lana Merino suele ser más blanca y brillante que lana proveniente de ovinos cruza. Además, la mayor parte de la lana australiana se produce en regiones más secas, donde el deterioro del color de la lana debido a la humedad es menos frecuente (Crowe y Wood, 2014). Por tanto, se considera muy importante la evaluación de esta característica en lanas superfinas producidas en nuestro país, con condiciones ambientales diferentes a las australianas, especialmente la humedad y las precipitaciones acumuladas. El grado de amarillamiento obtenido en el presente ensayo fue de -0,89 unidades de Y-Z y la luminosidad fue de 68,21 unidades de Y. Asimismo, el 100% de los lotes evaluados presentó valores inferiores a 0 unidades de Y-Z, lo que indica colores blancos a muy blancos. Valores apenas superiores en grado de amarillamiento y menos luminosos fueron reportados por Hansford et al. (1999) en lana Merino superfina con un diámetro promedio de 16,9 μm (-1,26 unidades de Y-Z y 67,5 unidades de Y). En nuestro país, en coreos de 326 lotes de lana sucia de ovinos de la raza Merino Australiano realizados en 4 zafras sucesivas (Abella y Preve, 2008),

se encontraron bajos porcentajes de lotes con valores de color menores o iguales a 1,0 unidades de Y-Z, con variaciones importantes entre años (entre 2 y 20%). Hoy en día el CRILU y otros proyectos han promovido la producción de lanas muy finas y la mejora de esta característica ha permitido también producir lanas más blancas. Es así que más recientemente, Perez et al. (2017) reportan en lotes de lana Merino de establecimientos participantes del CRILU en una evaluación de dos zafras, un mayor valor de grado de amarillamiento correspondientes a un color blanco en ambos años (0 unidades de Y-Z), mientras que los valores de luminosidad fueron considerados muy brillosos y apenas superiores a los obtenidos en el presente trabajo.

Es importante tener en cuenta que en el presente trabajo si bien se evaluaron 15 lotes que comprendieron un total de 215 fardos de lana, el estudio se realizó en un solo año. Es importante recordar que el color es una característica muy afectada por el ambiente, y en especial por los factores meteorológicos (Neimaur et al., 2021; Reid, 1998), por lo que sería de interés evaluar esta característica durante varios años.

Se ha reportado que el color de la lana limpia está correlacionado favorablemente con el diámetro promedio, lo que indica que lanas de diámetros más finos presentan mejores valores de color, aunque los valores reportados en la literatura son de magnitud variable (James, Ponzoni, Walkley, Smith y Stafford, 1984; Wuliji et al., 2001). En el presente trabajo, el grado de amarillamiento presentó una correlación positiva, significativa y de baja magnitud con el diámetro promedio (0,210).

La resistencia de mecha es una importante característica de la lana, ya que permite una estimación precisa del rendimiento de la lana durante el procesamiento, especialmente en las etapas iniciales (Angel et al., 1990) donde el cardado y el peinado son las fases más críticas (Edriss et al., 2007; Cottle, 2010). De acuerdo con Abella (2018) las lanas uruguayas tienen buena resistencia. La resistencia de mecha promedio obtenida en el presente ensayo fue de 33,0 N/Ktex en los lotes evaluados. Estos valores de resistencia son similares a los obtenidos por Platero (2013) en Merino de 18,8 μm en Uruguay (30,9 N/Ktex) y a los reportados por Pérez et al., (2017) en la evaluación realizada a lotes de lana provenientes del CRILU, con 16,3 y 16,5 μm de diámetro en 2015 y 2016, respectivamente (31,8 y 34,8 N/Ktex, respectivamente). Este valor de resistencia es considerado bueno (lana resistente) para este rango de finura de acuerdo a lo reportado por Prins y Pierlot (2010) y Elvira (2005). Asimismo, el 73% de los lotes evaluados presentaron valores mayores a 30 N/Ktex, lo que indica una buena resistencia. En Australia, para las zafras 2008 a 2013, donde el 55% de la lana era inferior a 20,4 μm , entre el 65 y 76% presentó una resistencia de la mecha, superior a 28 N/Ktex (Nolan, 2014). En ese país, los descuentos se hacen menos significativos a medida que aumenta la resistencia, si bien estos son mayores para las lanas más finas (Nolan et al., 2014). La importancia de la resistencia de la fibra y de las primas/descuentos varía de una temporada a otra. Dependiendo de los efectos estacionales, en los últimos años los descuentos por baja resistencia en lanas de 17 μm varía entre 3 y 10% (Woods, 2020). A la inversa, las primas también pueden variar según las temporadas y llegar al 20% para las lanas superfinas de más de 50 N/Ktex.

En un estudio realizado por Prins y Pierlot (2010) se seleccionaron 3 lotes de lana con características de la lana muy similares excepto para resistencia de mecha, donde cada uno tenía un valor promedio de 43,0, 32,1, y 24,4 N/Ktex. Los lotes fueron independientemente procesados (cardados, peinados, hilados, tejidos en tela) y se evaluó como la resistencia de mecha afectaba las diferentes etapas del procesamiento. Los resultados obtenidos indicaron que la longitud de la fibra de los tops resultantes disminuyó y el noil (fibras cortas que caen debajo de la peinadora) aumentó al disminuir la resistencia de la fibra, y por tanto la resistencia de mecha afectó el rendimiento del top y su Hauteur (largo de fibra en el top), sin embargo, tuvo poca influencia el proceso de hilado y en los procesos posteriores. El 27% de los lotes evaluados en el presente ensayo tuvieron valores entre 20 y 30 N/Ktex, lo que indica que estas lanas son débiles y por tanto se espera que no pueda soportar las demandas de los procesos de cardado y peinado (Doyle et al., 2021). Este porcentaje fue superior al reportado por Pérez et al. (2017) en lotes de lana de borregos de diámetros similares provenientes del CRILU (9%).

La resistencia de mecha es una característica de mediana heredabilidad y el ambiente tiene un importante efecto sobre la misma. Factores como la nutrición, la presencia de enfermedades y estados febriles, la sanidad y el estado fisiológico afectan esta característica (Adams y Kelly, 2000; Reis, 1992). Por tanto, es importante considerar que estos son datos recabados de diferentes lotes (y existe variabilidad entre lotes), y en un solo año.

La resistencia en el presente ensayo no estuvo correlacionada fenotípicamente con el diámetro promedio, ni con el CVD, %F>30 μ m o la curvatura de la fibra. Por el contrario, Denney (1990) y Swan, Lax y Purvis (1995) reportaron una asociación significativa, negativa y de baja magnitud (-0,30 y -0,29) entre la resistencia y el CVD.

10. CONCLUSIONES

1. El 80% de los lotes se clasificaron como extrafinos, mientras que el 20% restante se ubicó en la categoría superfina. El diámetro promedio obtenido fue de 16,31 μm , variando significativamente entre lotes. El coeficiente de variación del diámetro presentó un valor promedio de 19,07%, la curvatura de la fibra fue alta, mientras que el factor de confort fue de 99,58 %, lo que indica un excelente valor para esta característica.
2. De acuerdo a las características textiles analizadas, la lana proveniente de los lotes evaluados exhibe características que la posicionan como un producto de elevado valor, y conforme a las demandas de los mercados internacionales más exigentes. Se observó un alto porcentaje de lanas ultrafinas con niveles adecuados de color, resistencia y longitud de la mecha. Estos atributos tienen un impacto positivo directo en el potencial precio que podría percibir tanto el productor como la industria textil nacional orientada a la exportación, así como respaldan la eficiencia del proceso industrial y favorecen la obtención de productos finales de alta calidad.
3. El análisis de correlaciones fenotípicas reveló asociaciones significativas entre las características de diámetro y su variabilidad. El diámetro promedio presentó una correlación positiva, significativa y de baja magnitud con el grado de amarillamiento.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Abella, I. (2018). *Características que definen la calidad de la lana*. Recuperado de http://inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Salto%20Grande/2018/2018.11.19_MGOvinos/2018.11.19_2.1.1_Abella.pdf
- Abella, I. (2021). Certificaciones de lotes de lana. *Ovinos SUL*, (187), 4-6.
- Abella, I., y Preve, F. (2008). ¿Qué tan blanca es la lana uruguaya? *Lananoticias*, 149(40), 32-35.
- Adams, N.R., y Kelly, R.W. (2000). Staple Strength. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 13, 20-29.
- Angel, C., Beare, S., y Zwart, A.C. (1990). Product Characteristics and Arbitrage in The Australian and New Zealand Wool Markets. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 34(1), 67-79.
- Australian Wool Exchange. (2004). *Trials evaluating additional measurements – Final Report*. Recuperado de https://www.woolwise.com/wp-content/uploads/2017/06/Team_1_2_3_May_2004.pdf
- Australian Wool Exchange. (2009). *The Australian Wool Market An introduction for prospective participants*. Recuperado de <https://www.awex.com.au/media/1041/wool-buying-in-australia-2013.pdf>
- Australian Wool Exchange. (2022). *AWEX Eastern Market Indicator*. Recuperado de <https://www.awex.com.au/media/2165/awex-emi-indicator-points.pdf>
- Aylan-Parker, J., y McGregor, B.A. (2002). Optimizing sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Ruminant Research*, 44(1), 53-64.
- Baxter, B.P., y Cottle, D.J. (1997). *Fibre diameter distribution characteristics of midside (fleece) samples and their use in sheep breeding* (Report 12). Boston: International Wool Textile Organization.
- Baxter, B.P., y Cottle, D.J. (1998). The use of midside fleece fibre diameter distribution measurements in sheep selection. *International Journal of Sheep and Wool Science*, 46(2), 154-171.

- Bell, P.J.M., y Ainsworth, W.D. (1984). The benefits of additional measurement to topmakers and woolcomber. En *Seminal on Additional Measurements for Wool* Ichinomiya, Japan.
- Botha, A. F. (2005). *The Fibre Diameter Distribution, Particularly the Coarse Edge, of South African Wool, and It's Effect on Textile Performance* (Doctoral dissertation). Nelson Mandela Metropolitan University, Gqeberha.
- 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. *Textile Progress*, 42(4), 227-339.
- Bottaro, M. (2018). Encuesta nacional ganadera, datos preliminares y datos stock ovino (SNIG). *Ovinos SUL*, (178), 12-14.
- Bottaro, M. (2021). Recuperación de las exportaciones. *Ovinos SUL*, (188), 7-11.
- Broega, A.C., Nogueira, C., Cabeco-Silva, M.E., y Lima, M. (2010). Sensory comfort evaluation of wool fabrics by objective assessment of surface mechanical properties. En *AUTEX 2010 World Textile Conference*, Vilnius, Lithuania.
- Brown, D.J., Crook, B.J., y Purvis, I.W. (2002). Differences in fibre diameter profile characteristics in wool staples from Merino sheep and their relationship with staple strength between years, environments, and bloodlines. *Australian Journal of Agriculture Research*, 53, 481-491.
- Capurro, G. (1996). Caracterización de la lana producida por la raza Corriedale en Uruguay. *Lananoticias*, (116), 22-26.
- Cardellino, R. (1977). Características de la lana y su importancia textil. Asociación de Ingenieros Agrónomos. *Agronexo*, 8, 3-7.
- Cardellino, R. (2005). Mercado mundial de lanas superfinas. *INIA Tacuarembó*, (439), 5-9.
- Cardellino, R. (2020). *La Producción de lanas merino superfinas en el Uruguay; un excelente proyecto con resultados positivos y medibles durante las últimas dos décadas*. Recuperado de https://www.merino.org.ar/ice/wp-content/uploads/anuario_merino_2020_web.pdf
- Cardellino, R. (2021). *Evolución de las lanas superfinas Merino en los últimos 20 años en Uruguay*. Recuperado de

<https://losagronegocios.com.uy/ganaderia/evolucion-de-las-lanas-superfinas-merino-en-los-ultimos-20-anos-en-uruguay/>

- Cardellino, R., y Trifoglio, J.L. (2003). El Mercado de lanas Merino Finas y Superfinas. En *Seminario Internacional de Lanas Merino Finas y Superfinas: producción y perspectivas* (pp. 7-15). Montevideo: INIA, SUL.
- Cardellino, R., y Trifoglio, J.L. (2005). El Mercado de lanas Merino Finas y Superfinas. En *Seminario Internacional Lanas Merino Finas y Superfinas: producción y perspectivas*, (pp. 12). Montevideo: INIA, SUL.
- Chargeurs High Emotion Technology. (s.f.). *Nativa Precious Fiber*. Recuperado de <https://www.chargeurs.com/les-metiers/luxury-materials/nativa-precious-fiber/?lang=en>
- Ciappesoni, G., Gimeno, D., y Coronel, F. (2014). Progreso genético logrado en las evaluaciones ovinas del Uruguay. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 22(3-4), 73–80.
- Consortio Regional de Innovación de Lanas Ultrafinas del Uruguay. (s.f.). *Objetivos*. Recuperado de <https://crilu.org.uy/objetivos/>
- Corral, V., y Domínguez, R. L. (2011). El Rol de los Eventos Antecedentes y Consecuentes en la Conducta Sustentable. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 2(8-11), 9-29.
- Cottle, D.J. (2010). Wool preparation and metabolism. En D.J. Cottle (Ed.), *International Sheep and Wool Handbook* (pp. 581-618). Nottingham: Nottingham University Press.
- Cottle, D.J., y Zhao, W. (1998). Changes in Wool Colour Part III: Processing. *Journal of the Textile Institute*, 89, 26-43.
- Crook, B.J., Piper, L.R., y Mayo, O. (1994). Phenotypic associations between fibre diameter variability and greasy wool staple characteristics within peppin merino stud flocks. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 42, 304-318.
- Crowe, D., y Wood, E. (2014). *Wool style and wool colour measurement*. Recuperado de <https://www.woolwise.com/wp-content/uploads/2017/07/WOOI-472-572-14-T-09.pdf>
- De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Ramos, Z., Mederos, A., Pérez Jones, J., Donagaray, F., ... Montossi, F. (2015). *Innovaciones institucionales en el complejo textil-*

lanero del Uruguay: Los casos del Proyecto Merino Fino y el Consorcio Regional de Innovación de Lanas Ultrafinas. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5368/1/ALPA-2015-Resumen-Innovaciones.pdf>

- Denney, G.D. (1990). Phenotypic variance of fibre diameter along wool staples and its relationship with other raw wool characters. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 30, 463-467.
- Doyle, E. K., Preston, J. W. V., McGregor, B. A., y Hynd, P. I. (2021). The science behind the wool industry. The importance and value of wool production from sheep. *Animal Frontiers*, 11(2), 15-23.
- Ecocert. (s.f.). *Productos textiles orgánicos*. Recuperado de <https://www.ecocert.com/es/detaile-de-certification/productos-textiles-org%C3%A1nicos-gots>
- Edriss, M.A., Dashab, G., Ghareh Aghaji, A.A., Nilforoosha, M.A., y Movassagh, H. (2007). A study of some physical attributes of Naeini sheep wool for textile industry. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10, 415-420.
- Elvira, M. (2005). Características de lana Merino e importancia en el procesamiento industrial. *Boletín Asociación Argentina de criadores de Merino (Argentina)*, 13(49), 231-238.
- Foulds, R.A., Wong, P., y Andrews, M.W. (1984). Dark fibres and their economic importance. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 32(2), 91.
- Greeff, J.C. (2006). Coefficient of variation of wool fibre diameter in Merino breeding programs. En *Farmnote* (pp. 1-4). Western Australian Department of Agriculture, Perth.
- Hansford, K.A., Scrivener, C.J., y Vizard, A.L. (1999). The valuation of superfine wools in relation to their topmaking performance. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 47(4), 241-247.
- Hansford, K.A., y Swan, P.G. (2005). Australian Wool Innovation 2004 Global Survey of Dark and Medullated Fibres. *Commercial Technology Forum*, 2, 1-21.
- Hatcher, S., y Brown, D. (2010). Is fibre comfort factor required in Merino breeding programs? *Proceedings Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 21, 205-208.

- Hatcher, S., y Brown, D.J. (2015). Is fibre comfort factor required in Merino breeding programs? *Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 21, 205-208.
- Huisman, A., y Brown, D. J. (2009). Genetic parameters for bodyweight, wool, and disease resistance and reproduction traits in Merino sheep. 4. Genetic relationships between and within wool traits. *Animal Production Science*, 49(4), 289-296.
- International Trade Center. (2023). *TradeMap*. Recuperado de <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- International Wool Textile Organisation. (2010a). Measurement of the Mean and Distribution of Fibre Diameter Using the Sirolan-Laserscan Fibre Diameter Analyser (IWTO 12). Bruxelles: International Wool Textile Organisation, Bruxelles.
- International Wool Textile Organisation. (2010b). Determination of Staple Length and Staple Strength (IWTO 30). Bruxelles: International Wool Textile Organisation.
- International Wool Textile Organisation. (2010c). Method of the determination of oven-dry mass and calculated invoice mass of scoured or carbonised wool (IWTO 33). Bruxelles: International Wool Textile Organisation.
- International Wool Textile Organisation. (2010d). Method of Grab Sampling Greasy Wool from Bales (IWTO-38). Bruxelles: International Wool Textile Organisation.
- International Wool Textile Organisation. (2010f). Method for the measurement of colour of raw wool (IWTO 56). Bruxelles: International Wool Textile Organisation.
- James, P.J., Ponzoni, R.W., Walkley, J.R.W., Smith, D.H., y Stafford, J.E. (1984). Preliminary estimates of phenotypic and genetic parameters for fleece rot susceptibility in the South Australian Merino. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 31(4), 152-157.
- Lindsay, A. (1999). *Colour Measurement Theory* [Power Point presentation]. Canberra: CRC for Premium Quality Wool.
- Mahar, T.J., Wang, H., y Postle, R. (2013). A review of fabric tactile properties and their subjective assessment for next-to-skin knitted fabrics. *Journal of the Textile Institute*, 104(6), 572-589.

- Mahar, T.J., y Wang, H. (2010). Measuring fabric handle to define luxury: An overview of handle specification in next-to-skin knitted fabrics from Merino wool. *Animal Production Science*, 50(12), 1082-1088.
- Malau-Aduli, A.E.O., y Deng Akuoch, D.J. (2010). Wool comfort factor variation in Australian crossbred sheep. *Journal of Animal Science*, 88, 860.
- Malau-Aduli, A.E.O., y Holman, B. (2012). A Review of Sheep Wool Quality Traits. *Annual Review and Research in Biology*, 2(1), 1-14.
- McGregor, B., y Naebe, M. (2013). Comfort properties of superfine wool and wool/cashmere blend yarns and fabrics. *The Journal of The Textile Institute*, 104(6), 606-617.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2016). *Anuario Estadístico Agropecuario 2016*. Recuperado de <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Documentos%20compartidos/Anuario2016/DIEA-Anuario2016cd.pdf>
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2022a). *Declaración Jurada Anual de Existencias*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-preliminares-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig-2022>
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2022b). *Anuario estadístico agropecuario 2022*. Recuperado de [https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2022/O MGAP Anuario estadístico 2022-DIGITAL.pdf](https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2022/O%20MGAP%20Anuario%20estad%C3%ADstico%202022-DIGITAL.pdf)
- Montossi, F., De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Ganzabal, A., Banchemo, G., Luzardo, S., y San Julian, R. (2013). Intensification, diversification, and specialization to improve the competitiveness of sheep production systems under pastoral conditions: Uruguay's case. *Animal Frontiers*, 3(3), 28–35.
- Montossi, F., De Barbieri, I., Ciappesoni, G., y Luzardo, S. (2009). *Lanas Ultrafinas en el Uruguay*. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/10-ultrafina_uruguay.pdf
- Mueller, J.P., Elvira, M.G., y Sacchero, D.M. (2013). *Animal fibers in Argentina: production and research*. Recuperado de https://meetings.eaap.org/wp-content/uploads/2013/S43_12.pdf

- Nativa Precious Fiber. (s.f.). *Certification*. Recuperado de <https://www.nativapreciousfiber.com/certification>
- Naylor, G.R.S. (2010). Fabric-evoked prickle in worsted spun single jersey fabrics Part 4: Extension from wool to optimfine fiber. *Textile Research Journal*, 80(6), 537-547.
- Naylor, G.R.S., Phillips, D.G., y Veitch, C.J. (1995). The relative importance of mean diameter and coefficient of variation of sale lots in determining the potential skin comfort of wool fabrics. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 43, 69-82.
- Neimaur, K., Urioste, J., Naya, H., Sanchez, A.L., Sienna, I., y Kremer, R. (2021). Climatic and genetic effects in seasonal measurements of colour in Corriedale wool. *Small Ruminant Research*, 201(1).
- Nolan, E. (2014). *The economic value of wool attributes phase 2*. (Report prepared for Australian Wool Innovation Limited). Sydney: The University of Sydney School of Economics.
- Nolan, E., Farrell, T., Ryan, M., Gibbon, C., y Ahmadi-Esfahani, F.Z. (2014). Valuing quality attributes of Australian merino wool. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 58, 314-335.
- Perez, V., Bonner, M., Montossi, F., Ramos, Z., Sacchero, D., y De Barbieri, I. (2017). Estudio de características vinculadas al procesamiento textil en lanas del Consorcio Regional de Innovación en Lanas Ultrafinas. *INNOTEC*, (13), 58-65.
- Plan Estratégico Nacional del Rubro Ovino. (2016). *Guía para la producción ética de ovinos en Uruguay*. Recuperado de <http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2017/WEB%20Gu%C3%ADa%20de%20Recomendaciones%20Ovinas%20URUGUAY%202016.pdf>
- Platero Clavier, M. (2013). *Caracterización de lanas finas producidas en Uruguay* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica, Montevideo.
- Prins, M.W., y Pierlot, A.P. (2010). Effect of staple strength on spinning performance and yarn quality of superfine wools. *Textile Research Journal*, 80(11), 1103-1117.
- Ramos, Z., Blair, H. T., De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Montossi, F., y Kenyon, P. R. (2021). Phenotypic responses to selection for ultrafine wool in uruguayan yearling lambs. *Agriculture*, 11(2), 179.

- Ramos, Z., Garrick, D.J., Blair, H.T., De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Montossi, F., y Kenyon, P.R. (2023). Genetic and phenotypic relationships between ewe reproductive performance and wool and growth traits in Uruguayan Ultrafine Merino sheep. *Journal of Animal Science*, 101, 1-11.
- Reis, P.J. (1992). Variations in the strength of wool fibres – A review. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43, 1337-1351.
- Reid, T.C. (1998). Wool yellowing. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 46(4), 318-337.
- Rocanova, M. (2022). El rubro ovino en Uruguay: tradición, innovación y oportunidades. *Ovinos SUL*, (190), 23-27.
- Rogan, I.M. (1988). Genetic variation and covariation in wool characteristics related to processing performance and their economic significance. *Wool technology and Sheep Breeding*, 36, 126-35.
- Rogers, G.E., y Schlink, A.C. (2010). Wool growth and production. En D.J. Cottle (Ed.), *International sheep and wool handbook* (pp.373-394). Nottingham: Nottingham University Press.
- Rottenbury, R. A., Bow, M. R., Kavanagh, W. J., y Caffin, R. N. (1981). Staple strength variation in Merino flocks. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 29(4), 143-148.
- Rowe, J.B. (2010). The Australian sheep industry - undergoing transformation. *Animal Production Science*, 50(12), 991-997.
- Ryder, M.L., y Stephenson, S.K. (1968). *Wool Growth*. London: Academic Press.
- Sacchero, D., y Mueller, J. (2005). *Método de determinación de rinde de down y peso de vellón limpio en animales con doble cobertura de fibras*. Recuperado de https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_de_camelidos/camelidos_general/09-metodo_rinde_vellon.pdf
- Secretariado Uruguayo de la Lana. (2008). *Lotes de lana con mediciones objetivas*. Recuperado de https://www.sul.org.uy/descargas/des/Mediciones_objetivas_de_lana.pdf
- Secretariado Uruguayo de la Lana. (2018a). *Oportunidades de exportación, Tops de Lana*. Recuperado de

https://www.sul.org.uy/descargas/des/Informe_sectorial_Versi%C3%B3n_esp_a%C3%B1o.pdf

Secretariado Uruguayo de la Lana. (2018b). *Manual Práctico de Producción Ovina*. Recuperado de https://www.sul.org.uy/descargas/lib/Manual_Pr%C3%A1ctico_de_Producci%C3%B3n_Ovina-2018.pdf

Secretariado Uruguayo de la Lana. (2019). *Normas para acondicionamiento de Lanasy Uruguayas*. Recuperado de https://www.sul.org.uy/descargas/lib/Normas_para_acond_de_lanas_web.pdf

Secretariado Uruguayo de la Lana. (2022). *Razas ovinas en el Uruguay*. Recuperado de https://www.sul.org.uy/descargas/lib/Razas_ovinas_en_Uruguay_2022_.pdf

Secretariado Uruguayo de la Lana. (2023). *Boletín de exportaciones*. Recuperado de https://www.sul.org.uy/descargas/bero/informe?_mrMailingList=869&_mrSubscribe

SGS. (2014a). *Typical CVD and Comfort Factors for NZ Merino Wools*. Recuperado de https://www.sgs.com/en/-/media/sgscorp/documents/corporate/technical-documents/wool-testing-info-bulletins/SGSAGRI_Typical-CvD-and-CF-for-NZ-merino-wool_310aA4EN1403.cdn.en.pdf

SGS. (2014b). *Fibre Curvature*. Recuperado de https://www.sgs.com/en/-/media/sgscorp/documents/corporate/technical-documents/wool-testing-info-bulletins/SGSAGRI_Fibre-curvature_55bA4EN1403.cdn.en.pdf

SGS. (2014c). *What does staple length and strength data mean?* Recuperado de https://www.sgs.com/en/-/media/sgscorp/documents/corporate/technical-documents/wool-testing-info-bulletins/SGSAGRI_What-does-staple-length-and-strength-mean_14bA4EN1403.cdn.en.pdf

Sherlock, R., Lopez-Villalobos, N., y Garrick, D. (2003). Genetic parameters for wool traits in ultra-fine New Zealand Merinos. *Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 15, 277-280.

Snowder, G.D. (1992). Economics of wool production. En M.R. Dally, J.M. Harper, y P.J. Tinnin (Ed.), *Wool Production School* (pp. 36-44). Los Angeles: University of California.

StataCorp. (2014). *Stata Statistical Software (Release 6.0.) [Software]*. Miami: College Station, TX, Stata Corporation.

- Swan, P. (2010). The future of wool as an apparel fibre. En D.J. Cottle (Ed.), *International sheep and wool handbook* (pp. 647-660). Nottingham: Nottingham University Press.
- Swan, A.A., Lax, J., y Purvis, I.W. (1995). Genetic variation in objectively measured wool traits in CSIRO's fine wool flock. *Australian Association of Animal Breeding and Genetics*, 11, 516-520.
- Swan, A.A., y Purvis, I.W. (2000). Opportunities for genetic improvement of fine wool Merinos. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 13, 13-16.
- Tardaguila. (2022). *Producción de lana subió 5,3% en 2021-2022 en Australia y llego a los 335 millones de kilos*. Recuperado de <https://tardaguila.uy/ovinos/produccion-de-lana-subio-5-3-en-2021-22-en-australia-y-llego-a-los-335-millones-de-kilos>
- Tester, D.H. (2010). Relationship between Comfort Meter values and the prickle rating of garments in wearer trials. *Animal Production Science*, 50(12), 1077-1081.
- Tester, D.H. (2014). Wools of 18 microns and finer provide next-to-skin comfort. En D. Maxwell (Ed.), *Concept to impact: a compilation of sheep CRC outcomes 2007-2014* (pp. 84–85). Adelaide: Sheep CRC.
- Uruguay XXI. (2023). *Sistema de Información Estadística*. Recuperado de https://herramientas.uruguayxxi.gub.uy/sistema_de_estadistica/filtros.php?t=ncm&pr=&e=&a=2022&pa=&cat=22&ncm=5105
- Whiteley, K. J. (1987). Some observations on the classing of fleeces for fineness. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 35(1), 51-52.
- Whiteley, K.J. (1994). The influence of wool fibre characteristics on processing and garment performance. *Proceedings of the World Merino Conference*, 4, 209-227.
- Whiteley, K.J. (2003). Características de importancia en lanas finas y superfinas. *Lanas Merino Finas y Superfinas: producción y perspectivas*. En *Seminario Internacional*. INIA, SUL, SCMAU y CLU, Salto.
- Winston, C. (1989). Objective measurement and processing consequences of style and type. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 37, 27-30.
- Wood, E.J. (2003). Textile properties of wool and other fibres. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 51(3), 272-290.

- Wood, E.J. (2010). Wool processing. En D.J. Cottle (Ed.), *International Sheep and Wool Handbook* (pp. 619-646). Nottingham: Nottingham University Press.
- Woods, A. (2020). *Staple strength discounts – 10 year percentiles. Mecardo Market Analysis*. Recuperado de: <https://mecardo.com.au/staple-strength-discounts-10-year-percentiles/>
- Wood, E.J., y Mahar, T.J. (2014). Fibre Diameter. Wool biology and measurement. En *The Australian Wool Education Trust licensee for educational activities University of New England*. Recuperado de <https://www.woolwise.com/wp-content/uploads/2017/07/WOOL-472-572-14-T-07.pdf>
- 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. *Animal Science*, 72(2), 241–250.