



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**ASOCIACIÓN ENTRE LA RELACIÓN FOLÍCULO SECUNDARIO/PRIMARIO
CON LA DENSIDAD FOLICULAR Y CON CARACTERÍSTICAS DE LA LANA
DEL PRIMER VELLÓN DE BORREGOS/AS MERINO AUSTRALIANO**

Por

**CAITANO TABELLA, Mauricio
CUEBAS GONZALEZ, Facundo Andrés
MÉNDEZ MARTÍN, Darío Nicolás**

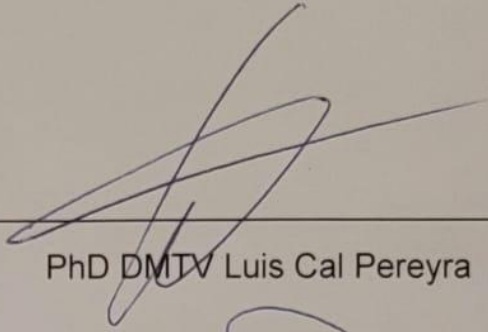
TESIS DE GRADO presentada como
uno de los requisitos para obtener el
título de Doctor en Ciencias Veterinarias
Orientación: Producción Animal
MODALIDAD: Estudio poblacional

MONTEVIDEO URUGUAY 2024

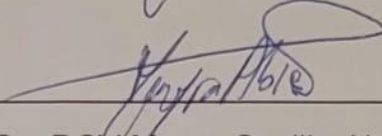
PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

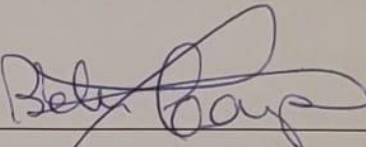
Presidente:


PhD DMTV Luis Cal Pereyra

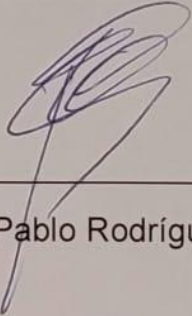
Segundo miembro:


MSc. DCV Mayra Cecilia Abreu Palermo

Tercer miembro:

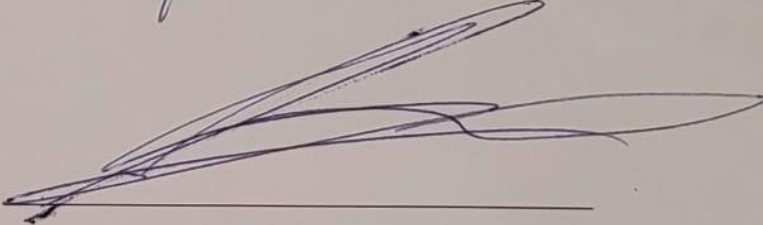

DCV Belén Campos

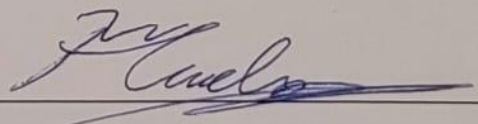
Cuarto miembro:

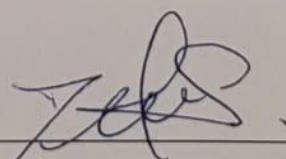

DMTV Pablo Rodríguez Gamarra

Fecha de aprobación:

Autores:


CAITANO TABELIRA, Mauricio


CUEBAS GONZALEZ, Facundo Andrés


MÉNDEZ MARTÍN, Darío Nicolás

AGRADECIMIENTOS

A nuestra tutora, la Dra. Cecilia Abreu Palermo, por guiarnos, acompañarnos y apoyarnos durante el transcurso de todo el trabajo.

A la Dra. Karina Neimaur y a la cátedra de ovinos, por permitirnos formar parte de este experimento, brindarnos las herramientas y posibilidades de trabajo.

Al personal de biblioteca, quienes colaboraron y orientaron en la búsqueda y procesamiento de bibliografía.

A nuestra casa de estudios, Facultad de Veterinaria UDELAR, la cual fue nuestro segundo hogar y nos permitió formarnos como profesionales.

Finalmente, a nuestras familias, amigos y compañeros de facultad. Agradecerles y dedicarles este trabajo, ya que sin su apoyo no hubiera sido posible cumplir nuestro objetivo, y quienes siempre fueron un soporte invaluable para nosotros durante toda la carrera.

Tabla de contenido

PÁGINA DE APROBACIÓN	Error! Bookmark not defined.
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE TABLAS	6
1- RESUMEN	7
2- SUMMARY	8
3- INTRODUCCIÓN.....	9
4- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
4.3 Estructura folicular.....	22
4.3.1 Estructuras asociadas.	23
4.3.2 Desarrollo del folículo primario.	24
4.3.3 Desarrollo del folículo secundario.....	26
4.3.4 Relación folículo secundario / primario.	28
4.4 Raza Merino Australiano.	29
4.4.1 Lana Merino Australiano.....	30
5. OBJETIVOS	31
5.1 Objetivo general	31
5.2 Objetivos específicos	31
6- MATERIALES Y MÉTODOS	32
7- RESULTADOS	34
8- DISCUSIÓN	38
9- CONCLUSIONES.....	42
10- BIBLIOGRAFÍA.....	43

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura I: Stock de ovinos por categoría	14
Figura II: Exportaciones e importaciones del mercado uruguayo de lana	15
Figura III: Corte transversal de la fibra de lana	17
Figura IV: Distintos puntos de ruptura de la mecha	20
Figura V: Distintas coloraciones de la lana sucia	22
Figura VI: Esquema de un folículo primario, sus estructuras y regiones	23
Figura VII: Etapas del desarrollo del grupo folicular	25
Figura VIII: Muestra de piel obtenida en el experimento	33

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Resultado promedio de laboratorio para distintas razas, zafra 2020	19
Tabla 2: Largo de mecha promedio en base a la finura de la lana	20
Tabla 3: Efecto de la nutrición durante el último tercio de la gestación sobre la maduración folicular en Merino.	27
Tabla 4: Densidad folicular y relación S/P de principales razas ovinas.	28
Tabla 5: Características objetivas de la lana según la raza ovina.	29
Tabla 6: Características objetivas de la lana y variables foliculares según sexo y padre de los borregos	33
Tabla 7: Características subjetivas de la lana según sexo y padre de los borregos.	34
Tabla 8: Correlación de Pearson entre parámetros foliculares y características objetivas de la lana.	36
Tabla 9: Correlación de Spearman entre parámetros foliculares y características subjetivas de la lana.	37

1- RESUMEN

La raza Merino Australiano, representa el 26% de las razas ovinas en Uruguay, siendo la principal raza lanera de calidad, conduciendo al sector lanero como exportador de productos de excelente calidad a nivel internacional, teniendo el precio promedio de exportación más alto de la región. Diversas características objetivas de la lana como el diámetro, color, largo de mecha y rendimiento al lavado, son las que determinan la calidad de la lana. El diámetro medio de la fibra, y el rendimiento al lavado son las principales características en cuanto a fijación de precios ya que determina cuál será el destino final de esa lana. Algunas características se determinan de forma subjetiva, e integran el llamado “estilo” de la lana y la conforman el toque, y el color, entre otras. Las características de la lana evaluadas objetivamente y subjetivamente provienen de la conformación de la piel de los ovinos, que está formada por dos capas, la epidermis, y la dermis, donde yacen los folículos que producen la fibra de lana. Se reconocen dos tipos de folículos: primarios y secundarios -quienes presentan ramificaciones-, y se contabilizan en la piel como densidad folicular, y relación folículo primario/secundario (S/P). Este trabajo tiene como objetivo evaluar la asociación entre la relación S/P sobre las características de la lana de primer vellón en borregos Merino Australiano de la majada del Campo Experimental N°1 de Facultad de Veterinaria. Se utilizaron 30 borregos de dicha raza alimentados sobre pasturas naturales y sembradas, y con sanidad controlada. Previo a la esquila del primer vellón de los animales, estos se evaluaron de forma subjetiva visual y táctil. En el momento de la esquila del primer vellón se registró el peso de vellón sucio y se extrajo una muestra de lana de zona de costilla para la determinación objetiva. Se determinó el rendimiento al lavado, diámetro promedio, coeficiente de variación del diámetro, % de fibras $>30\text{ }\mu\text{m}$, entre otros. Luego de la esquila del primer vellón, se extrajo una muestra de piel de la zona media de costilla con antisepsia y anestesia local, utilizando una trefina circular; luego dicha muestra fue colocada en un frasco con formol bufferado al 10%, las cuales se procesaron con técnicas de rutina de histología. Se obtuvieron imágenes a 5x por medio de un escáner de láminas histológicas y se realizó el conteo manual de folículos primarios y secundarios en una superficie de 6.08 mm^2 . Luego se determinó la relación S/P, la densidad de folículos total, de primarios y secundarios por mm^2 . Se observó una correlación baja y negativa (-0.34) entre la densidad de folículos secundarios contabilizados en las biopsias de piel y el diámetro de la lana ($p=0.0717$) y entre el diámetro de la lana y la densidad folicular total (-0.35), con una tendencia estadística ($p=0.0639$). Se concluye que los animales de la majada Merino Australiano del campo experimental N°1 de la Facultad de Veterinaria, se encuentran dentro de la categoría Merino Fino considerando el diámetro promedio de la fibra de lana, densidad folicular total, relación S/P, el bajo porcentaje de fibras de $30\mu\text{m}$ y el alto rendimiento al lavado, provocando que su lana sea considerada de muy buena calidad para la industria textil. Se encontró una correlación entre la densidad folicular de la piel con el diámetro de la fibra de lana, tanto con la densidad de folículos secundarios, como con la densidad total (la misma fue baja y con sentido negativo). Asimismo, no se apreciaron asociaciones entre las demás características objetivas de la lana, con los parámetros estudiados en las biopsias de piel. Este estudio permitió obtener una base de datos sobre los borregos y borregas de una majada Merino, lo cual enriquece los registros en nuestro país.

2- SUMMARY

The Australian Merino breed represents 26% of sheep breeds in Uruguay, being the main quality wool breed, leading the wool sector as an exporter of excellent quality products at the international level, having the highest average export price in the region. Various objective characteristics of wool, such as diameter, color, staple length, and washing yield, determine the quality of the wool. The average fiber diameter and washing yield are the main characteristics in terms of price setting as they determine the final destination of that wool. Some characteristics are determined subjectively and form part of the so-called 'style' of the wool, including handle and color, among others. The objective and subjective evaluation of wool characteristics derive from the skin structure of the sheep, which is composed of two layers: the epidermis and the dermis, where the follicles that produce the wool fiber lie. Two types of follicles are recognized: primary and secondary, which have branches and are counted in the skin as follicle density and primary/secondary follicle ratio (S/P). This work evaluates the association between the S/P ratio and the characteristics of the first fleece wool in Australian Merino lambs from Experimental Field No. 1 of the Faculty of Veterinary. Thirty lambs of this breed, fed on natural and sown pastures and with controlled health, were used. Before the shearing of the first fleece, the animals were subjectively evaluated visually and tactically. At the time of the first fleece shearing, the weight of the dirty fleece was recorded, and a wool sample was taken from the rib area for objective determination. Washing yield, average diameter, diameter coefficient of variation, % of fibers $>30\text{ }\mu\text{m}$, among others, were determined. After the shearing of the first fleece, a skin sample from the middle rib area was taken with antisepsis and local anesthesia, using a trephine, which was placed in a jar with 10% buffered formalin and processed with routine histology techniques. Images were obtained at 5x magnification using a histological slide scanner, and a manual count of primary and secondary follicles in an area of 6.08 mm^2 was performed. The S/P ratio, total follicle density, and primary and secondary follicle density per mm^2 were then determined. A low and negative correlation (-0.34) was observed between the secondary follicle density counted in skin biopsies and wool diameter ($p=0.0717$) and between wool diameter and total follicle density (-0.35), with a statistical trend ($p=0.0639$). It is concluded that the animals of the Australian Merino flock from the Experimental Field No. 1 of the Faculty of Veterinary are within the Fine Merino category considering the average fiber diameter, total follicle density, S/P ratio, the low percentage of fibers $>30\text{ }\mu\text{m}$, and the high washing yield, making their wool be considered of outstanding quality for the textile industry. A correlation was found between the follicle density of the skin and wool fiber diameter, both with secondary follicle density and total density. Moreover, no associations were appreciated between the other objective wool characteristics and the parameters studied in the skin biopsies. This study created a database on the lambs of a Merino flock, enriching the records in our country.

3- INTRODUCCIÓN

Uruguay posee una superficie total de 17,5 millones de hectáreas, de las cuales 15,2 millones son destinadas a la actividad ganadera y agrícola-ganadera (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca [MGAP], 2023a).

Dentro de esta superficie, la actividad ovejera representó a principios del siglo XX el 37% de las divisas ingresadas en nuestro territorio (Secretariado Uruguayo de la Lana [SUL], s.f.). Actualmente se cuenta con un stock ovino de 5.851.177, siendo la mayoría ovejas encarneradas con un número total de 3.093.445, principalmente ubicadas en el norte del país, representando una evolución interanual 2022-2023 con una disminución de 4,6% del stock total (MGAP, 2023b).

A pesar de los distintos desafíos y problemáticas que enfrenta la producción ovina, el stock se sigue manteniendo en torno a los 6 millones de cabezas (Riani, 2022).

La raza mayoritaria en nuestro país es la Corriedale, que representa el 41% del stock y es seguida de la raza Merino Australiano (26%). Dentro del rubro ovino, el sector lanero se sitúa como uno exportador de productos con valor agregado y de excelente calidad a nivel internacional (Riani, 2022), teniendo el precio promedio de exportación más alto de la región. Además, es el tercer exportador de lana en estado natural y el primero de la región, medido en dólares. Ocupa, dentro del grupo exportador, el cuarto lugar de lana lavada, el quinto de lana sucia y el sexto de tops a nivel mundial. Consideraciones realizadas por industriales laneros uruguayos indican que la brecha de precios entre diferentes calidades está creciendo y que las posibilidades de venta y los clientes aumentan a mayor calidad de lanas (Capurro, 2004, citado por Abella, 2011). En 2021, las exportaciones del sector alcanzaron una cifra de 169 millones de dólares, los principales mercados fueron la Unión Europea, con un 46%, y China con un 26% (Uruguay XXI, 2022).

El sector lanero emplea aproximadamente 2974 personas en el sector de cría y 631 personas en la industria, perteneciendo la amplia mayoría al interior del país. Además, trabajan alrededor de 3000 esquiladores zafrales (Uruguay XXI, 2022).

Diversas características como el diámetro, color, resistencia a la tracción, largo de mecha, rendimiento al lavado, entre otras, son los que determinan la calidad de la lana (Elvira, 2009). El diámetro medio de la fibra, que se determina en forma objetiva, es la principal característica en cuanto a fijación de precios ya que determina cuál será el destino final de esa lana (Sanjurjo, 2005). El diámetro depende de la raza, individuo, edad, estado nutricional, estado sanitario, y del estado fisiológico. La frecuencia de rizos se utiliza como una medida indirecta del diámetro promedio de las fibras. En Merino la frecuencia varía desde muy fina (22 a 30 rizos/pulgada), fina (14 a 22 rizos/pulgada) y media (10 a 14 rizos/pulgada) (García, 1986 citado por Abella et al, 2003).

El rendimiento al lavado es otra de las características de relevancia mayor, ya que determina el porcentaje de lana limpia (libre de tierra, materia vegetal, sudor y suarda). Este es importante en la fijación del precio, ya que la materia prima para

la industria es la fibra limpia (Cardellino y Trifoglio, 2003). Las lanas Merino Australiano uruguayas presentaron en la zafra 2020 un promedio de rendimiento al lavado de 76,9% (Abella y Goldaraz, 2021).

La resistencia y largo de la mecha son otras de las características de vital importancia ya que permiten determinar si las lanas son aptas para el hilado, o para el cardado. El largo de mecha crítico es de 9 a 9,5 cm (dependiendo del diámetro). Lanitas finas muy largas también pueden tener pequeños descuentos (Mueller, 2000).

Algunas características de la lana se determinan en forma subjetiva, e integran el llamado “estilo” de la lana. Estas características son:

El toque, que es el grado de suavidad o aspereza que presentan los vellones. Se mide a través del tacto, utilizando una escala del 1 al 5 (AWI, 2019), donde el 1 es muy áspero y el 5 muy suave. Tiene relación con el diámetro promedio de las fibras (menor diámetro, mayor suavidad), es una característica que se busca en la lana sucia y sus productos finales. Otras características que integran el estilo de la lana son: el color que es una propiedad textil que afecta la gama de colores para el teñido, el carácter que está relacionado con la definición, uniformidad y formación del rizo en la mecha, la penetración de tierra y la estructura de la mecha (forma y punta).

Las características de la lana evaluadas objetivamente y apreciadas en forma subjetiva provienen de la conformación de la piel de los ovinos, teniendo la lana la función protectora contra agresores externos, tanto físicos, químicos como biológicos. La piel está formada por dos capas, una más externa, la epidermis, de origen ectodérmico, y otra más profunda, la dermis, de origen mesodérmico donde yacen los folículos que producen la fibra de lana (Calhoun & Stinson, 1982; Ham, 1983, citado por Costa, 2006).

Se pueden reconocer dos tipos de folículos: primarios y secundarios (Elvira, 2009). La población folicular está definida principalmente por señales químicas bajo la gobernanza de factores genéticos, a los 60 días de formación fetal los folículos primarios ya han determinado su tamaño y posición. Entre los días 86 y 90, ocurre un proceso similar para determinar y controlar a los folículos secundarios. A partir del día 100 y hasta el momento del nacimiento, nuevamente entran en funcionamiento factores genéticos para definir la ramificación de los folículos secundarios ya formados. Esta ramificación es crucial para ciertas características influyentes en la calidad de la lana, tales como densidad folicular, correlación folículo primario/secundario, diámetro y largo de fibra, etc. (Hynd et al., 1996).

Al momento del nacimiento del cordero, los folículos primarios ya se encuentran produciendo fibras de lana, y también es pertinente remarcar que su población está definida y es constante en toda la vida del animal. Estos folículos poseen un mayor tamaño que los secundarios, y por tanto son propensos a producir fibras de lana gruesas, en algunos casos con canales de aire interno (fibra medulada). También poseen 3 estructuras principales asociadas a ellos, una glándula sebácea, una sudorípara, y un músculo erector (Elvira, 2009).

Por otra parte, el folículo secundario posee únicamente una glándula sebácea, se presentan en mayor número y menor tamaño que los primarios. Al

momento del nacimiento, no todos los folículos secundarios se encuentran produciendo lana, una parte de ellos culminarán su desarrollo y comenzarán a producir fibras de lana posterior al nacimiento. Este no es un factor menor, ya que el entorno al que se enfrente el cordero en las primeras semanas de vida determinará en gran medida la población de folículos secundarios, y, por tanto, la producción de lana futura. Existe una asociación entre el número de folículos secundarios y la finura de la lana, donde a mayor cantidad de folículos secundarios, más fina será la lana (Elvira, 2009). Los distintos folículos se disponen formando grupos foliculares, siendo estos de 3 folículos primarios, asociados a entre 12 y 60 folículos secundarios. Esta relación S/P en la raza Merino Australiano es de aproximadamente 20 folículos secundarios por cada primario. Para cada raza esta relación difiere, donde el número de folículos primarios generalmente es constante, mientras que los secundarios varían en gran medida, y serán, quienes dando una alta proporción de S/P, indiquen que un ovino produzca lana fina (Elvira, 2009).

En este trabajo se evaluó la asociación entre la relación folículos secundarios/primarios sobre características del vellón de borregos merino australiano de la majada del campo experimental N° 1 de la Facultad de Veterinaria en Migués, Canelones, Uruguay.

4- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Producción ovina en Uruguay.

4.1.1 Historia de la producción ovina uruguaya.

Durante toda la historia del Uruguay, la producción ovina ha tenido un rol protagónico dentro de nuestra sociedad, siendo no solo uno de los principales rubros generadores de ingreso de divisas al país, sino también una de las principales fuentes alimenticias en el ámbito rural, permitiendo su desarrollo (SUL, s.f.).

“Aunque discutido, es muy probable que los primeros ovinos ingresados a la Banda Oriental fueran anteriores a los primeros vacunos y equinos traídos por Hernandarias en el año 1611. Según Mena Segarra las primeras introducciones de cabezas ovinas se remontan a 1608 cuando los portugueses construyeron la “Nova Colonia do Sacramento”; fueron ovejas de las llamadas “churras” de poca lana, sin rizo y de muy baja calidad y que darían origen luego a la oveja criolla. A partir de entonces la presencia del ovino en la generación de riqueza de nuestro país fue cada vez más importante.” (Salgado y Rocanova, 2016).

Ya a fines del siglo XVIII aparecen reportes de exportación de lana, mientras comenzaba la introducción de ovinos con el fin de aumentar la producción ovina, tanto lanera como carnicera. Se relata que entre 1792 y 1796 fueron exportadas 31 toneladas de lana en base sucia, y a su vez comenzó la introducción de animales Merino provenientes de Cádiz, traídos por Manuel José Lubarden (SUL, s.f.).

Luego de finalizada la Guerra Grande en nuestro país, se registraban 800 mil lanares, siendo cerca de un 80% de estos criollos, y el resto animales mestizos.

Durante esos años, primera mitad del siglo XIX, hubo un fuerte ingreso de razas ovinas con el fin de mejorar las líneas genéticas. Ejemplares traídos desde Inglaterra y Francia por Juan Jackson y Francisco Aguilar, entre otros, permitieron formar una base en la cual se sustentaría el aumento de la producción ovina de la segunda mitad del siglo. Razas tales como Merinos del tipo francés de Naz, raza sajona Negrette, South Down, Romney Marsh, etc. produjeron el comienzo de una época de fuerte impulso de la producción ovina.

Para el año 1872 el rubro contaba con un total de 20 millones de cabezas, aprovechando el aumento de la demanda de lana debido a la ausencia de algodón norteamericano. Tal es así, que entre los años 1896 y 1900 hubo un promedio de exportación anual de 40,3 mil toneladas de lana sucia (SUL, s.f.).

Con el cambio de siglo, el ovino se mantuvo como un gran generador de divisas para Uruguay. Entre 1916 y 1920 la lana representó el 37% total de exportaciones a nivel monetario.

En 1935 la Comisión Honoraria de Mejoramiento Ovino comienza con actividades destinadas a la mejora de la calidad de la lana. De este modo, en la

década de 1950 la lana alcanzó a representar el 50% del total de divisas exportadas.

Años más tarde, con la aparición de fibras sintéticas alternativas, hubo un fuerte cambio en el comercio internacional. En nuestro país, se debió cambiar la estructura del sector lanero, donde las exportaciones de lana sucia fueron suplidas por tops de lana peinadas. También hubo un cambio en los mercados objetivos, donde China y Europa comenzaron a tener un papel de mayor relevancia. Hasta ese entonces, antes de la década de 1990, el ovino llegó a triplicar a la población ovina, y la lana tenía un valor hasta seis veces mayor a la carne vacuna (SUL, s.f.).

Fue a partir de 1990 que la población ovina comenzó a mermar sostenidamente. Diferentes contextos políticos internacionales, sumado a un gran stock de lana australiana, presionaron a la baja del valor de la lana, con la consecuente disminución del stock ovino internacional. Uruguay, no ajeno a esto, tuvo una disminución de 1.3 millones de ovinos por año, mientras otros rubros fueron ocupando el vacío (SUL, s.f.).

Actualmente, la producción lanera dentro de la ovinocultura ha perdido peso. Las fibras naturales vegetales (tales como algodón o lino) y las sintéticas derivadas del plástico (poliuretano, poliamídicas, acrílicas, por nombrar algunas), han determinado la disminución en su demanda y precio (Buxadé y Daza, 1996).

Buxadé también describe que, si bien en países como España la ovinocultura lanera puede llegar al extremo de generar pérdidas al productor, algunas regiones (Uruguay entre ellas), por presentar ciertas condiciones ambientales, se vuelve un ambiente idóneo para el desarrollo de modelos extensivos de producción ovina (Buxadé y Daza, 1996).

4.1.2 Producción ovina actual.

A día de hoy, el territorio total ocupado por la actividad agrícola-ganadera en Uruguay es de 15,2 millones de hectáreas, representando un 87% del total de la superficie territorial (MGAP, 2023a).

Según los datos preliminares basados en la declaración jurada de existencias DICOSE - SNIG 2023, el stock actual se ubica en 5.851.177. En su mayoría son ovejas encarneradas con un total de 3.093.445, seguido por 750.647 corderas diente de leche, corderos diente de leche (595.021), y 309.454 capones (MGAP, 2023b). Se observa una disminución interanual del 4,6%, siendo mayor que en el período 2021-2022, donde la disminución fue de 1,5% (Riani, 2022). El stock se sigue manteniendo en torno a los 6 millones de cabezas.

Hay aproximadamente 21.434 tenedores de ovejas (MGAP, 2023b) de los cuales el 60% posee más de 50 animales con fin productivo y comercial (SUL, 2018). Y el ingreso proveniente de los ovinos es sólo una proporción menor del ingreso total. Los niveles de productividad promedio son de medios a bajos: porcentaje de señalada entre 60 y 70%, y producción de lana total entre 3,5 y 3,7 kg de lana total/animal esquilado (Cardellino et al., 2018).

Uruguay se maneja con 2 razas principales, Corriedale, que representa el 41% del stock, y Merino Australiano que es el 26%; en segundo plano se encuentran razas como Ideal (9%), Merilín (4%), Texel, Romney Marsh y Merino Dohne (3% cada una) (Uruguay XXI, 2022).

Categoría	2019	2020	2021	Variación 2020/19(%)	Variación 2021/20(%)
Carneros	143	144	144	1%	0%
Ovejas	3.708	3.684	3.572	-1%	-3%
Capones	502	487	383	-3%	-21%
Borregas sin encarnerar	401	443	428	10%	-3%
Corderos	1.801	1.579	1.654	-12%	5%
Total	6.555	6.337	6.181	-3%	-2%

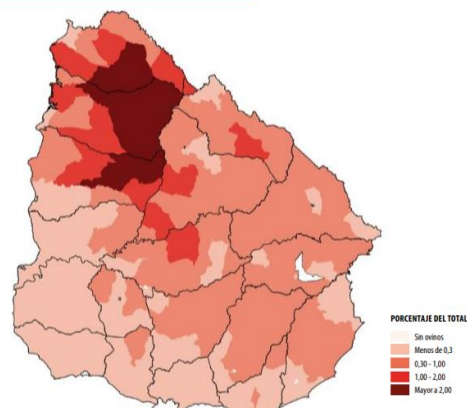


Figura 1: Stock de ovinos por categoría¹.

4.1.3 Exportaciones del sector.

En el ejercicio 2022, según Aduanas, las exportaciones de lana (entiéndase lana sucia, lavada y en tops, así como subproductos) alcanzaron los US\$177,4 millones, existiendo un alza en la evolución interanual del 25%, explicado principalmente por un aumento en la exportación de lana peinada en tops. Los tops de lana representaron un 56% del total, con un aumento del 48% en comparación con el ejercicio anterior, siendo Alemania e Italia los principales destinos (Riani, 2022).

Por otra parte, tanto la lana sucia como la lana lavada presentaron una merma en su exportación, medida en valor. La lana sucia explicó el 18% del total exportado, con una disminución interanual del 7%, y un ingreso cercano a US\$32 millones; mientras que la lana lavada disminuyó un 4%, con un valor de 25 millones de dólares exportados. Para ambos productos, la menor actividad del mercado chino fue de gran importancia (Riani, 2022).

Es importante remarcar que el aumento en las exportaciones se vio principalmente influenciados por el valor de la lana, y no tanto por su volumen, que, si bien ha aumentado, no lo hizo de igual manera que los valores. Los mercados internacionales se siguen centrando en la búsqueda de lanas finas y superfinas (Riani, 2022).

En comparación con otros sectores, en la zafra 2021 la lana se posicionó en el puesto número 15 de la matriz exportadora y representó un 1,5% del total exportado medido en valor (Uruguay XXI, 2022).

¹ Uruguay XXI (2022)

El mercado uruguayo ocupa el cuarto lugar como exportador de lana lavada, y el quinto de lana sucia. A nivel mundial y medido en valor, Uruguay ocupa el tercer puesto exportador de lana en estado natural, y el primero de la región (Uruguay XXI, 2022).

La lana uruguaya tiene como destino más de 35 mercados (Uruguay XXI, 2022).

Además de exportar, nuestra industria también importa lana en estado natural para ser procesada por la industria y posteriormente exportada con un valor agregado. En el período 2022, ingresó lana por un valor correspondiente a US\$39 millones, provenientes de 18 mercados, principalmente de Brasil (32% del total) (Riani, 2022).

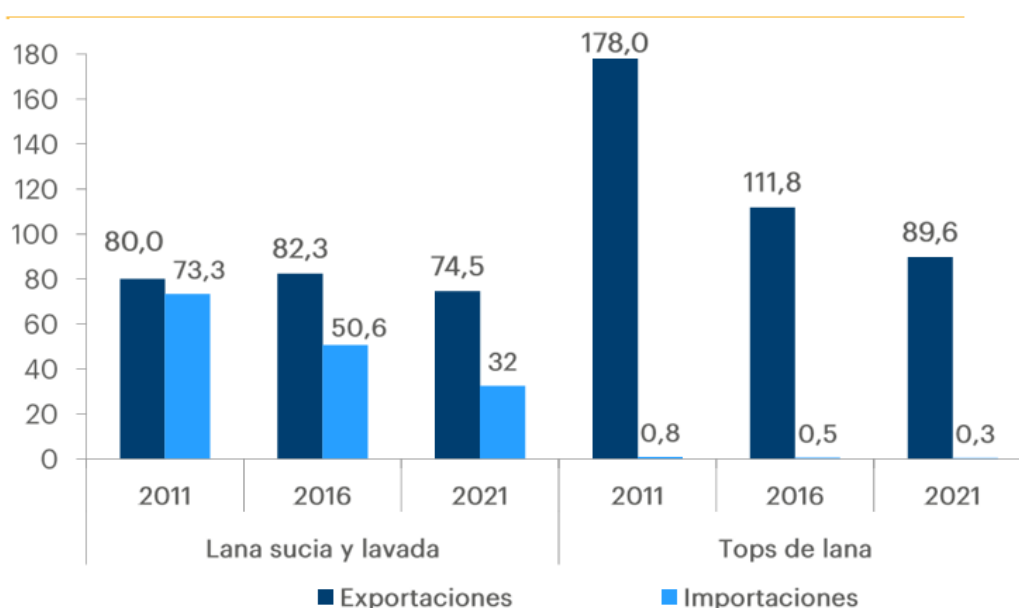


Figura 2: Exportaciones e importaciones del mercado uruguayo de lana (millones US\$)²

4.2 Piel ovina.

La lana de la oveja está compuesta por millones de fibras producidas en diferentes tipos de invaginaciones de la epidermis, conocidas como folículos (De Gea, 2007). Los folículos son órganos que actúan como fábricas dentro de la piel donde células profundas de la misma, tras sufrir modificaciones físico-químicas, son empujadas hacia la superficie. Se pueden reconocer dos tipos de folículos: primarios y secundarios (Elvira, 2009).

² Uruguay XXI (2022)

Debido a que el folículo piloso es un órgano inmerso en la piel, es relevante conocer las principales características de la misma.

La piel en los mamíferos representa una barrera natural entre el organismo y el medio externo, protegiendo al animal de los agentes físicos, químicos y microbiológicos. Está formada por dos capas superpuestas: la externa, de origen ectodérmico, es un tejido epitelial de revestimiento, pavimentoso, estratificado y queratinizado, denominado **epidermis**, mientras que la interna, más gruesa, está formada por un tejido conjuntivo, denominado **dermis o corion**, que tiene su génesis en el mesodermo (Calhoun et al., Ham, citados por Costa et al., 2006).

Debajo de la dermis, en la mayoría de los animales domésticos existe una capa adiposa, carente o muy poco desarrollada en la oveja. Por debajo de esta capa se encuentra el músculo cutáneo, existente y funcional en la especie, permitiendo la contracción de la piel de los flancos (Ryder y Stephenson, 1968).

La epidermis en el ovino representa apenas el 5% del grosor total de la piel; es un tejido del tipo epitelial poliestratificado, pudiendo identificar 5 capas (Pérez Álvarez et al., 1992):

- a) Estrato córneo,
- b) estrato lúcido,
- c) capa granulosa,
- d) estrato espinoso,
- e) capa basal o germinativa.

El grosor de la epidermis en los ovinos varía según las regiones del cuerpo, siendo más gruesa donde se localizan los pelos y más delgada en los lugares cubiertos por lana (Lyne et al., citados por Costa et al., 2006). Además, también se sabe que ovinos con pieles más gruesas tienden a producir lanas con mayor diámetro, longitud y resistencia, y un menor peso de vellón limpio (Hynd et al., 1996).

Por otra parte, la dermis se conforma de tejido conjuntivo denso y presenta 2 capas: la dermis propiamente dicha, que está por debajo y en contacto con la epidermis; y la hipodermis, por debajo de la dermis (Pérez Álvarez et al., 1992). Dentro de la dermis se reconoce la capa papilar, que contiene o envuelve a los folículos y, además, está provista de numerosos capilares sanguíneos y fibras nerviosas, que en conjunto ayudan con la homeostasis. La fibra de lana se forma dentro del folículo, por la constante multiplicación celular que ocurre en la zona del bulbo, donde se encuentra la raíz de la fibra. Estas células en rápida división van empujando a las células ya formadas por mitosis, y así sucesivamente, creando un flujo celular constante por el canal del folículo. Estas células se encuentran fuertemente unidas por puentes disulfuro entre los aminoácidos de las mismas, ocasionando un endurecimiento y cementándose entre sí. Una vez ocurrida esta fuerte unión, las células comienzan a morir a medida que van saliendo a la superficie, por lo que la composición de la fibra de lana es de células muertas; la porción que se mantiene viva de la fibra es la papila dérmica (Buxadé y Daza, 1996).

Su estructura química denota un conjunto de macromoléculas de queratina estabilizadas por enlaces disulfuro (los de mayor relevancia), salinos y de hidrógeno. Si se realiza un análisis químico elemental de la fibra, podemos notar entre un 3% y un 5% de azufre, debido a la gran cantidad de aminoácidos azufrados que la componen. Esto es un dato a tener en cuenta en la alimentación de la majada.

Este proceso de constante multiplicación y queratinización de la fibra requieren un aporte de nutrientes constante, por lo que el folículo toma de la sangre lo necesario para cumplir con su función, por medio de una vena y arteria apareadas (que a su vez forman una red de vasos sanguíneos).

Es posible reconocer 3 capas de la fibra:

1) **Cuticular:** es la capa externa. Se compone por células planas poligonales superpuestas incompletamente con bordes libres. A su vez, esta capa se puede dividir en 3 capas más (epicuticular, exocuticular y endocuticular).

2) **Cortical:** es la capa de mayor grosor de la fibra, representando el 90%. Son células alargadas fusiformes que contienen queratina, conservando el núcleo residual de cuando la célula estaba viva. Esta capa se compone por macrofibrillas, que a su vez está compuesta por microfibrillas. Estas microfibrillas se forman por 11 protofibrillas, 2 internas y 9 externas. Esta protofibrilla se integra por 3 cadenas polipeptídicas enrolladas.

3) **Médula:** Esta última capa no siempre está presente. Aparece en las lanas gruesas y no en las finas. Su presencia no es deseable (Buxadé y Daza, 1996).

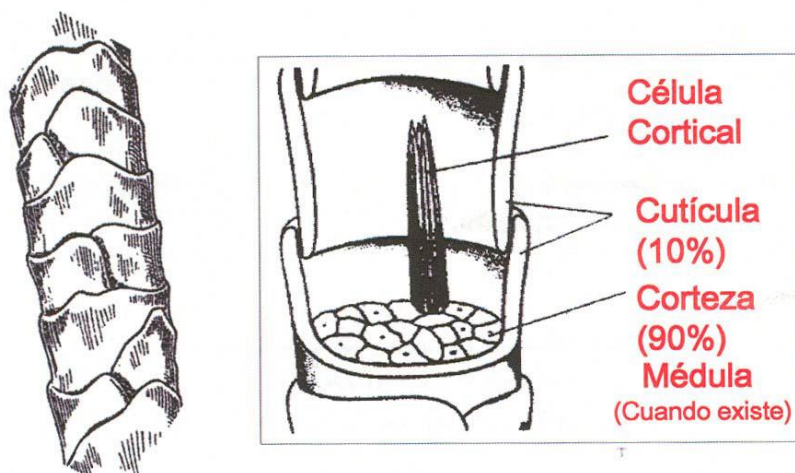


Figura 3: Corte transversal de la fibra de lana³.

³ SUL (2005)

4.2.2 Propiedades físicas de la lana.

Las propiedades físicas de la lana poseen interés ya que son determinantes en su calidad, rendimiento y por tanto del precio que recibe por ella el ovinocultor (Buxadé y Daza, 1996).

En cuanto a las características de la lana, se mencionan las más relevantes en cuanto al punto de vista textil y productivo, ya que estas características son las que van a determinar el producto final, sus propiedades, el costo del proceso textil y, por lo tanto, el valor comercial de esa lana.

Estos caracteres serán: Diámetro promedio de la fibra, rendimiento al lavado, largo de mecha, resistencia de mecha y color (Ponzoni et al., 1992).

Diámetro promedio de la fibra

El diámetro es la medida objetiva en micras, de su sección transversal, utilizando la región del costillar como el lugar para extraer una muestra que sea representativa y promedio del diámetro de las distintas regiones del cuerpo (Minola y Elisondo, 1990).

El diámetro es considerado la característica más importante para determinar el precio de la lana en sucia, ya que del mismo depende el uso, la calidad y el tipo de producto que se obtendrá (Elvira, 2005).

Es por esto que el precio de la lana crece exponencialmente con la finura, alcanzando los valores más altos en lanas ultrafinas (Mueller, 2000).

Posteriormente a la segunda guerra mundial ha continuado la tendencia a la demanda creciente por telas livianas, debido al tipo de vida y desarrollo entre otras cosas, del aire acondicionado. El peso de las telas ha disminuido más del 50% (de 350 g/m² a 150 g/m²). Esto explica el porqué de la creciente demanda por lanas finas ya que son las que permiten la confección de este tipo de telas más livianas (Whiteley, 2003).

La influencia de esta característica sobre el grosor mínimo de hilado que se puede fabricar es la razón principal de su importancia. Se considera que se precisa de al menos 40-50 fibras en la sección transversal del hilado para hacer un producto de buena calidad, cuanto más finas sea la fibras, más finos pueden ser los hilados producidos con ellas, lo cual le da a la industria textil una mayor flexibilidad y gama de productos textiles (Cardellino y Rovira, 1987).

Dentro del diámetro de fibra, una característica que se calcula, es el porcentaje de fibras con diámetro superior a 30 micras. Esto se debe a que el mismo tiene una alta incidencia en el uso final que la industria puede hacer de la materia prima. Por lo tanto, cuanto menor sea este porcentaje, mayor será el confort de las prendas que se pueden confeccionar con esta materia prima (Montossi y De Barbieri, 2007).

Actualmente, se busca el uso de prendas de lana más livianas y suaves, es por esto que el menor diámetro y su uniformidad son de gran relevancia. Se ha determinado que el efecto de picazón cuando se usan prendas de lana es debido principalmente a la presencia de fibras con diámetro mayor a 30 micras, en una proporción mayor a 5% de las mismas (Larrosa et al. 1997).

Rendimiento al lavado

El rendimiento al lavado es el cociente entre el peso de la lana lavada, secada y acondicionada y el peso de la lana sucia multiplicado por cien (Sanjurjo, 2005). Determina el porcentaje de lana limpia (libre de tierra, materia vegetal, sudor y suarda). Este es importante en la fijación del precio, ya que la materia prima para la industria es la fibra limpia (Cardellino y Trifoglio, 2003).

Este rendimiento del vellón está condicionado por la cantidad de impurezas que existan en el mismo. Estas se pueden dividir en 3 grandes grupos:

1) Naturales: compuesta por la suarda (secreción de las glándulas sudoríparas y sebáceas) y escamas de piel.

2) Adquiridas: tierras, restos vegetales, parásitos y sus productos, tal como el excremento.

3) Aplicadas: pinturas de marcas, alquitranes, medicamentos, etc. (Buxadé y Daza, 1996).

Se ha demostrado que en lanas provenientes de machos, ovejas vacías y ovejas adultas tienen un menor rendimiento al lavado. Esto es debido a que machos y ovejas vacías tienen una mayor actividad en las glándulas de la piel, por lo que producen una mayor cantidad de suarda; también los corderos tienden a tener menor cantidad de impurezas en su lana (Buxadé y Daza, 1996).

Tabla 1: Resultado promedio de laboratorio para distintas razas zafra 2020 (DPF: diámetro promedio de fibra, RL: rendimiento al lavado) (Abella y Goldaraz, 2021)

Raza	Volumen (kg)	DPF (μm)	RL (%)
Merino	2.559.870	19,3	76,9
Dohne	251.684	21,6	77,1
Ideal	762.009	22,5	80,0
Merilin	132.105	23,5	75,0
Corriedale	785.921	27,1	79,3
Total	4.491.589	21,5	77,8

Largo de la mecha

El largo de mecha incide directamente en el largo medio de fibras en lanas peinadas y por lo tanto en el proceso de hilatura y la calidad del hilado (Elvira, 2005)

Las lanas de mayor longitud se destinan al proceso de peinado, en donde se logra un paralelismo casi perfecto de las fibras. Se obtiene de esa manera el top, que es una cinta de lana lavada, cardada y peinada (Cardellino y Trifoglio, 2003). Por otro lado, las lanas más cortas son hiladas bajo el sistema de cardado, donde no se puede lograr un paralelismo total, y el hilo obtenido presenta una superficie con puntas. Esto se debe a que las fibras cortas no son eliminadas, y presentan una disposición irregular en el hilado (Cardellino y Trifoglio, 2003).

Por lo tanto, el diámetro y largo están relacionados, ya que las lanas más finas son más cortas que las gruesas. Debido al hecho de que la longitud de la fibra individual es difícil de medir, normalmente se utiliza el largo de mecha como predictor del largo de la fibra.

Tabla 2: Largo de mecha promedio en base a la finura de la lana (SUL, 2019)

Largo de mecha	Lanas Finas	Lanas Medias	Lanas Gruesas
Excelente a Bueno para la finura	+ de 7 cm	+ de 10 cm	+ de 12 cm
Corto para la finura	5-7 cm	8-10 cm	9-12 cm
Excesivamente corto para la finura	- de 5 cm	- de 8 cm	- de 9 cm

Resistencia de la mecha

La resistencia de la mecha es una característica de gran importancia, la cual permite que la fibra no se rompa en el proceso industrial. Es importante la posición donde quiebran, ya que si son rupturas cercanas a la base o en la punta de la mecha se genera un aumento en el subproducto del peinado, en cambio se rompen en su parte media, no se ve afectado el aumento del subproducto, pero afecta la longitud media final de la lana peinada (Elvira y Jacob, 2004).

Tradicionalmente se ha clasificado subjetivamente en lanas que rompen y son consideradas lanas de baja calidad. Actualmente es posible medir la resistencia de la mecha objetivamente mediante el uso de un dinamómetro y se expresa en Newton/Ktex. Se establece un límite de entre 20 y 30 Newton/Ktex, por debajo del cual se considera que rompe (Giorello et al., 2006).



Figura 4: Distintos puntos de ruptura de la mecha ⁴

Color

El color de la lana limpia puede limitar su potencial de tintura. Mientras que el color de la lana sucia está determinado por el color de la fibra, además del sudor, materia vegetal, polvo, cera y sudor (Ponzini et al.,1992).

El color de la lana está dado por: amarillamientos o coloraciones negras o marrones. Estas son producidas por factores genéticos (5-15%) y ambientales (80-95%).

Los factores ambientales que producen coloraciones son ocasionados por altas temperaturas y humedades constantes, contaminaciones con heces y orina, manchas de pintura, contaminación durante la esquila y el pastoreo conjunto de animales de vellón blanco y negro además de las causadas por microorganismos (hongos, bacterias, levaduras, etc.) (Giorello et al, 2006).

Los factores genéticos que causan coloración son: fenotipos negro o marrón, presencia de lunares al nacimiento, fibras pigmentadas en la capa del cordero, presencia de lunares no congénitos, fibras pigmentadas aisladas en el vellón (Rodríguez Palma y Surraco, 2003). Estos son un carácter indeseable que se busca eliminar, refugando los animales que lo presentan.

⁴ SUL (2019)



Figura 5: Distintas coloraciones de la lana sucia ⁵

4.3 Estructura folicular.

La lana y el pelo se originan en pequeñas estructuras epidérmicas, los folículos. Tanto los folículos como sus glándulas asociadas derivan de la misma división celular que, en el adulto, reemplaza constantemente a la epidermis desgastada. El estrato córneo está constantemente en recambio y es reemplazado por células de capas inferiores, que son producto de la división de la capa más profunda de la epidermis, la capa basal (Ryder y Stephenson, 1968).

Los folículos son órganos de la piel, que se podrían entender como pequeñas bolsas sumergidas en ella a 0,5 a 1 mm de profundidad, capaces de producir lana y pelo y, por tanto, determinar la cantidad y calidad del vellón que producirá el animal (Vallejo, 2011).

Se distinguen 2 tipos de folículos, primarios y secundarios. Los primarios se forman en el feto y al momento del nacimiento ya están produciendo fibras de lana; mientras que los secundarios, si bien casi todos se forman en la etapa pre-nacimiento, la mayoría no producirá fibras ni madurará hasta al menos 1 mes de vida del cordero (Ryder y Stephenson, 1968).

El folículo primario es más grande que el secundario, midiendo aproximadamente 1 mm de longitud, por lo que tienden a producir fibras más largas y gruesas, además de ser las responsables de producir fibras con canales de aire interno llamadas “meduladas”. Al momento del nacimiento su desarrollo está completo, y el número de estos se mantiene constante para toda la vida del animal. En razas de lana finas tienden a ser más cortos, mientras que en razas gruesas ocurre lo contrario (Elvira, 2009).

Estos folículos primarios están asociados a 3 estructuras principales: una glándula sudorípara, una sebácea y un músculo piloerector. En la siguiente imagen se puede observar un esquema representativo de un corte longitudinal de las partes que lo conforman y sus estructuras asociadas.

⁵ SUL (2019)

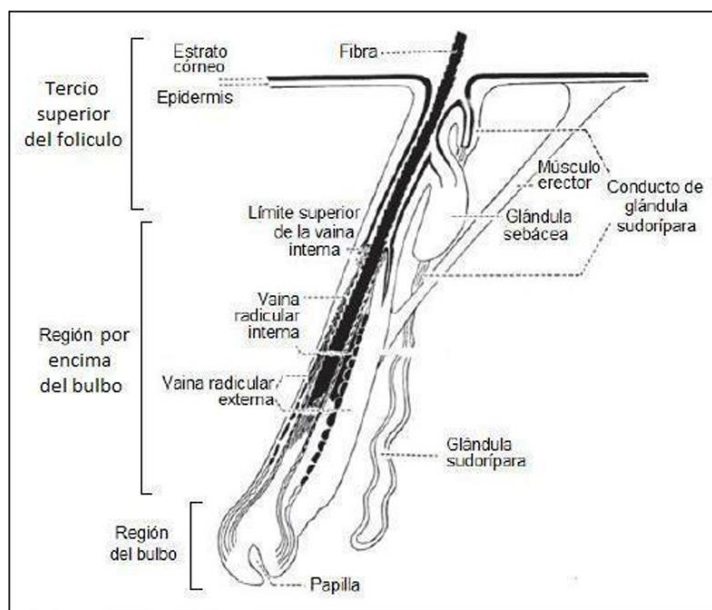


Figura 6: Esquema de un folículo primario, sus estructuras y regiones⁶.

Por otra parte, el folículo secundario es más pequeño, se encuentra en mayor número y poseen únicamente una glándula sebácea (no tienen asociado ni músculo piloerector ni glándula sudorípara). Como fue descripto *ut supra*, gran parte de estos folículos madurarán durante las primeras semanas de vida, por lo que las condiciones a las que se enfrente el cordero durante esta etapa determinarán en gran parte la producción de los mismos (Elvira, 2009).

Estos también se diferencian por su capacidad de formar agrupaciones como “ramilletes”. Estas agrupaciones de folículos secundarios permiten que varias fibras de lana crezcan y salgan a la superficie por un mismo poro de la piel. A modo de ejemplo, en la raza Merino un ramillete puede tener asociado hasta 10 folículos secundarios, por lo que hay 10 fibras de lana saliendo por un único poro de la piel (Elvira, 2009).

Se sabe que el número de folículos secundarios es mayor en razas de lana fina, pudiendo llegar a existir 80 millones en raza Merino, mientras que en Romney Marsh (raza de lana gruesa) 15 a 20 millones (Elvira, 2009).

4.3.1 Estructuras asociadas.

Como fue mencionado, los folículos primarios poseen 3 tipos de estructuras asociadas a ellos, mientras que los secundarios tan solo 1. Estas estructuras son una glándula sebácea, una sudorípara y un músculo piloerector; y se encuentran sobre el lado inclinado de la fibra de lana.

La glándula sebácea es de tipo holócrina, o sea que su secreción se compone por la desintegración celular de la misma, con la continua proliferación de la capa basal alrededor. Su secreción está compuesta mayoritariamente por

⁶ Rogers (2006)

ésteres de colesterol y otros alcoholes superiores. La función principal de esta glándula es la de mantener a la piel flexible y prevenir la desecación de la misma; su secreción grasa también ayuda a la permeabilidad al agua de la piel (Ryder y Stephenson, 1968). Esta glándula se encuentra tanto en los folículos primarios como en los secundarios.

Las glándulas sudoríparas se encuentran únicamente en los folículos primarios y están distribuidas por casi todo el cuerpo. Son las encargadas de producir el sudor, que es una mezcla higroscópica formada por sales de potasio de ácidos orgánicos (oleico y esteárico), y sales inorgánicas varias, a través del cual el organismo regula la temperatura y elimina toxinas. Son glándulas apócrifas, o sea que únicamente la superficie celular se desintegra durante la secreción. A diferencia de otros mamíferos, su secreción es menos acuosa, ya que no está especializada en la regulación de la temperatura. También, su elemento principal es el potasio (Perez Alvarez et al., 1992; Ryder y Stephenson, 1968).

El sudor y la grasa forman en conjunto la suarda, responsable del color amarillento normal. Esta suarda por tanto posee una porción higroscópica (el sudor) y otra hidrofóbica (la grasa o cera). Su función es la de lubricar la fibra de lana, protegiéndola de agentes externos. Su producción varía según la región anatómica del animal: la región del tronco es la que contiene mayor cantidad, siendo menor en la región ventral, ancas, cuello y parte superior del lomo (Ryder y Stephenson, 1968).

Por último, el músculo piloerector es un músculo liso que se extiende del tallo del folículo hasta la capa papilar. Sin embargo, en los folículos productores de lana no parecen tener ninguna función específica, aunque hay investigadores que argumentan que colabora con la termorregulación de la superficie de la piel (Pérez Álvarez et al., 1992).

4.3.2 Desarrollo del folículo primario.

El desarrollo para el folículo primario inicia, aproximadamente, a los 50-65 días de vida fetal; y demora entre 35 y 40 días entre el inicio del desarrollo del folículo y la aparición de la fibra de lana producida por el mismo (Pérez Álvarez et al., 1992).

Los folículos no se encuentran aislados, sino que se organizan en forma de grupos en la piel, grupos de 3 folículos primarios llamados “tríos”, y un número variable de folículos secundarios asociados a este trío. El comienzo de este se da por 1 folículo primario que se inicia aislado del resto (como fue mencionado, a los 50-65 días de preñez). Este será el **folículo central**, y asociado a él se iniciará una glándula sudorípara, lo que se conoce como primera fase o fase pre-trío. Luego, se desarrollarán los 2 folículos primarios restantes, llamados **folículos laterales**; esto ocurre a los 75 días de vida fetal, y se reconoce como la etapa trío (Pérez Álvarez et al., 1992).

A los 90 días de preñez comienza la última fase, llamada post-trío, la cual se caracteriza por la iniciación de los folículos secundarios. Estos serán en número

variable, y la cantidad dependerá de varios factores, entre ellos la raza (Pérez Álvarez et al., 1992).

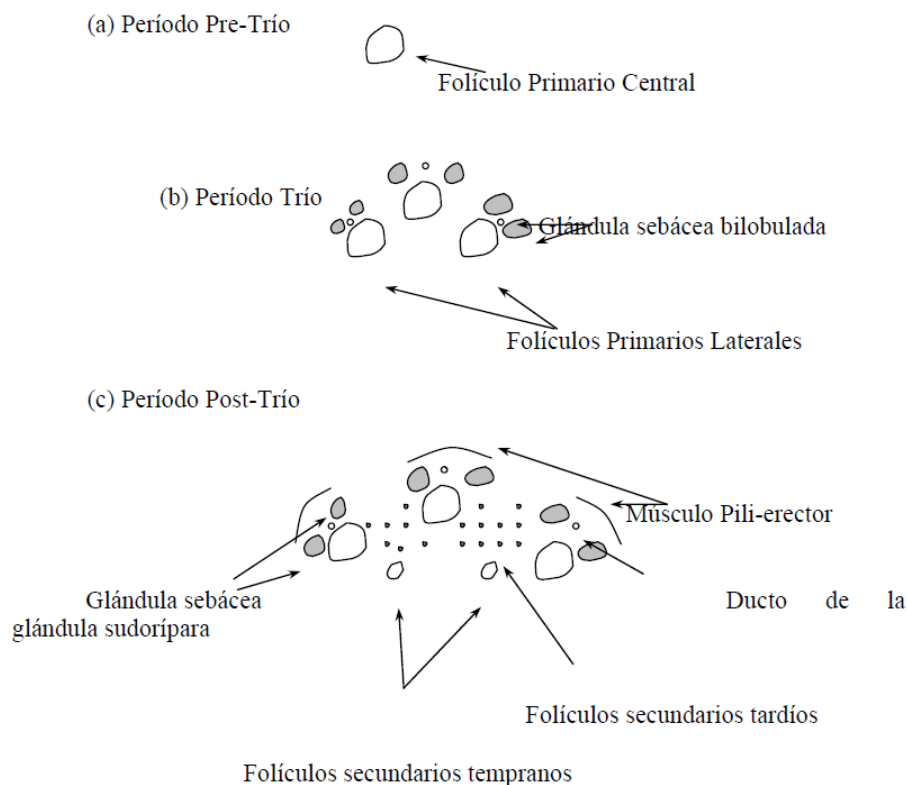


Figura 7: Etapas del desarrollo del grupo folicular ⁷

Los autores Ryder y Stephenson (1968) reconocen 8 etapas en el desarrollo del folículo primario, denominando a las mismas de F1 a F8:

F1: El primer paso para la formación de un folículo es una multiplicación celular en un punto de la epidermis (más precisamente de la capa basal), para formar un “botón” celular. Al mismo tiempo, debajo de este botón hay una aglutinación de células dermales. Con la continua multiplicación celular, el botón epidermal se invagina en la dermis, formando un ángulo vertical agudo. Hasta este momento aún no existe una irrigación sanguínea especial para el folículo, pero se puede reconocer un crecimiento en forma de malla a partir de los capilares sanguíneos por debajo de los folículos. Esta es la fase de **tapón folicular**.

F2: esta etapa, conocida como **pre-papila**, la base del tapón folicular se aplanan previo a que su longitud haya alcanzado el doble del ancho. Luego, a uno de los lados, ocurre una extensión de la multiplicación celular, la cual pasará a formar la glándula sudorípara. Después, por debajo de esta nueva extensión, otro brote emerge, siendo esta la glándula sebácea bilobulada, pudiendo identificar ambas glándulas.

⁷ Ryder y Stephenson (1968)

F3: la base del tapón folicular se tornea en una estructura con forma de cúpula llamada papila (**etapa de papila**), la cual es de hecho parte de la dermis. También aquí se forma el músculo piloerector del mismo lado que ambas glándulas, y se extiende desde la parte inferior del folículo hasta la epidermis. Para este momento del desarrollo, aproximadamente al día 90 de vida fetal, el folículo alcanzó el nivel de los capilares medio-dermales, y estos, al pasar cerca del mismo, en ocasiones lo rodean. En este momento a nivel de la epidermis se comienza a formar el canal piloso a partir de la queratinización celular (endurecimiento y muerte) y de la aparición de mayores espacios intercelulares.

F4: en esta etapa aparece el cono de la fibra, el cual se forma a partir de células elongadas ya queratinizadas de la parte inferior del folículo. Ellas luego formarán la capa externa de la funda interior de la fibra de lana, la capa de Henle, la base de la glándula sudorípara comienza a formar un lumen.

F5: el cono de la fibra avanza y se prolonga hasta alcanzar el nivel de la base de la glándula sebácea. Dentro del cono, durante el desarrollo de la fibra puede reconocerse las células que van a dar origen a la capa de Huxley, a la cutícula interna de la raíz y al córtex de la fibra.

F6: en esta etapa ocurre la **formación de la fibra de lana**. Esta fibra (y su vaina interna) se genera tras la multiplicación de células epidermales alrededor de la papila. La fibra comienza a ser empujada hacia arriba por la presión ejercida por las células en división en la base del bulbo; para esta etapa (F6) la punta de la fibra en crecimiento está queratinizada y endurecida, y ha alcanzado la altura de la glándula sebácea. Al día 100 de vida fetal, la papila aún no contiene vasos sanguíneos, sin embargo, si existe una red de capilares sanguíneos rodeando el folículo.

F7: la punta de la fibra de lana emerge a través de la vaina interna del cono, e ingresando al canal de la fibra alcanza el nivel de la superficie de la piel. Wildman (1932) consideró que la grasa de la lana ingresa al canal para facilitar el pasaje de la fibra en esta etapa. La continua presión ejercida por la multiplicación celular que ocurre debajo, ocasiona que la fibra se arquee con el canal, y se forma un pequeño bulto en la epidermis (visible a simple vista si se analiza un feto en esta etapa de desarrollo).

F8: finalmente, debido a la creciente presión ejercida sobre la epidermis, esta se rompe y **emerge la punta de la fibra** por la superficie de la piel. A esta altura del desarrollo, los vasos sanguíneos comienzan a ingresar en la papila, formando un simple bucle en la misma, sin expandirse por la totalidad del volumen de ella.

4.3.3 Desarrollo del folículo secundario.

Los folículos secundarios inician su desarrollo en la última etapa de la vida fetal, aumentando en número muy lentamente, diferenciándose durante el tercio final del periodo de gestación hasta producido el nacimiento, y dando origen, únicamente, a fibras típicas de lana, no meduladas (Helman, 1965 citado por

Vallejo, 2011). Por tanto, se puede deducir que los folículos secundarios forman fibras de lana más finas, y los primarios más gruesos.

Los folículos secundarios se desarrollan con un patrón similar al de los folículos primarios, pero con algunas diferencias remarcables.

Pérez Álvarez (1992) remarca básicamente 3 diferencias: en primer lugar, el momento en el que ocurre. Como ya se explicó anteriormente, el folículo primario se desarrolla a partir del día 50-65 de vida fetal, mientras que los folículos secundarios inician su desarrollo a partir del día 90, en el período post-trío, previamente mencionado.

Otra diferencia que este indica, y que parece bastante obvia, pero vale mencionar, es que durante su desarrollo no se forma ni la glándula sudorípara ni el músculo piloerector, por el simple hecho de carecer de ambos.

El último punto al que hace mención es sobre la ramificación de estos. Como se expresó, los folículos secundarios son capaces de formar ramificaciones a partir de un primer folículo secundario. Para la aparición de los folículos ramificados, se sabe que es necesario que esté formada la glándula sebácea del folículo original. Vallejo (2011), describe que estos folículos ramificados presentan etapas similares al folículo original, con la excepción de no ser formados por la epidermis. Por otra parte, Hardy y Line (1956), citados por Ryder y Stephenson (1968) descubrieron que de hecho, la mayoría de los folículos secundarios que presenta la piel del animal adulto son ramificaciones de algunos folículos secundarios originales.

Como se ha mencionado, al momento del nacimiento del cordero todos los folículos secundarios se encuentran iniciados, pero hay una cierta cantidad, entre 50-75%, que no estarán produciendo fibras. Es por esto que la nutrición durante el último tercio de gestación y primeras semanas de vida impactan directamente en el número de folículos funcionales que tendrá en la vida el animal.

Según Pérez Álvarez (1992) existen 2 factores principales que definen el número de folículos secundarios en un ovino. El primero es la **información genética**; se conoce que el número de folículos primarios no varía mucho entre razas y líneas genéticas, por lo que la mayor diferencia entre estas se da por la densidad de folículos secundarios en la piel. El segundo factor es el mencionado previamente, la nutrición de la madre al final de la gestación y del cordero durante el inicio de su vida.

Tabla 3: Efecto de la nutrición durante el último tercio de la gestación sobre la maduración folicular en Merino. Schinkel y Short (1961), citado por Minola y Goyenechea (1969).

Plano nutritivo	Relación S/P al nacer	Relación S/P produciendo fibra
Alto	20.4	3.86
Bajo	18.6	2.05

Una deficiencia nutricional prenatal indicaría un menor número de folículos secundarios, al restringir su formación; mientras que una mala alimentación postnatal retarda la maduración de estos, provocando que algunos nunca lleguen a madurar, y se pueda afectar hasta en un 12% la producción de lana final (Pérez Álvarez, 1992).

4.3.4 Relación folículo secundario / primario.

Como se presentó anteriormente, los folículos tienen un orden y están dispuestos en la piel de cierta forma ordenada. Cada grupo folicular se compone por 3 folículos primarios (1 central y 2 laterales), y un número variable de folículos secundarios asociados a estos. La relación folicular se expresa como S/P, donde se divide el número de folículos secundarios sobre el número de folículos primarios.

La relación S/P se obtiene mediante la división entre el número total de secundarios y el número total de primarios en un área específica de la piel. El número de primarios no se modifica luego del nacimiento, por lo tanto, cualquier modificación en la relación es debida a cambios en el número de folículos secundarios (Ryder y Stephenson 1968).

El conocimiento de la estructura folicular es importante en la determinación de la estructura del vellón, influyendo en el tipo y cantidad de lana producida por las diferentes razas. Valores elevados en la relación de folículos secundarios/primarios (S/P) indican ovino con fibras de lana finas, como la raza Merino, y reducidos valores en esta relación corresponden a un ovino con fibras gruesas y de baja calidad, como ocurre en la raza Lincoln (Carter et al., 1957).

Tabla 4. Densidad folicular y relación S/P de principales razas ovinas (Carter, 1955), citado por Vallejo (2011).

Raza	Densidad (Folículos / mm ²)	Relación S/P
Merino Australiano	64	21-22
Ideal	44	15
Merilín	40	12-13
Corriedale	28	10
Romney Marsh	22	6
Lincoln	14	5

Como se puede apreciar en la tabla 4, razas caracterizadas como “laneras” o de “lana fina” tienen un valor mayor de Relación S/P, o sea, un mayor número de folículos secundarios por cada folículo primario.

Este valor es factible que varíe a lo largo de la vida del animal; esto se va a deber únicamente al número de folículos secundarios, ya que como hemos visto anteriormente, la cantidad de folículos primarios en la epidermis del ovino se define previo al nacimiento, sin cambios a posterior.

4.4 Raza Merino Australiano.

La raza Merino Australiano representa el 26% del total del stock ovino, o sea aproximadamente 1.5 millones de ejemplares (MGAP, 2023b). Su origen data de la era pre-Cristiana; y si bien aún no está bien dilucidado el tema, parecería tener su punto de partida en España.

Son animales de tamaño medio, con pesos corporales que varían entre 80 y 100 kilogramos en los machos, y 45 a 60 kilogramos para las hembras (agregar cita).

Su cabeza posee un perfil convexo y es ancha, de tamaño medio y proporcionada con respecto al resto del cuerpo. En los machos, su hocico presenta varias arrugas transversales bien pronunciadas. Sus orejas son cortas y cubiertas de pelo blanco y fino. Su cara está cubierta de pelo blanco y blanco-cremoso en los machos, fino y brillante. Es deseable la ausencia o la mínima proporción de manchas negras o marrones en labios, nariz, párpados, orejas y paladar. Las zonas sin pelo ni lana deben ser de color rosado claro, denotando su despigmentación (Sociedad de Criadores de Merino Australiano del Uruguay [SCMAU], s.f.). Los machos poseen cuernos medianos, gruesos y en espiral. Son corrugados, lo que se relaciona con el grosor de la fibra de la lana, de color ámbar y sin estrías de color negro o azul. Tanto la variedad POLL como las hembras son desprovistas de cuernos. Poseen lana hasta la línea de los ojos, formando un copete de gran calidad, dejando la visual despejada (SCMAU, s.f.).

Su espalda es ancha y recta, con costillares de buen arqueado y profundidad. Sus patas son finas y con pezuñas blancas (SCMAU, s.f.).

La piel es fina y de color rosado. Posee dos o tres pliegues profundos alrededor del pescuezo y se toleran algunas arrugas en forma de herradura en la base de la cola; aunque es deseable que no existan (SCMAU, s.f.).

En términos generales, son animales que poseen lana sedosa, brillante y de gran resistencia. Puntas parejas y rizo uniforme desde la raíz hasta la punta, con hebras de 20 micras de grueso. Su color es de preferencia blanco nieve o blanco, aunque en animales de primero vellón, alimentados en praderas artificiales o estabulados es amarillo claro. Como base, poseen una longitud de mecha de 7 centímetros en ovejas criadas a campo natural, y de ahí en adelante cuando son animales suplementados o cuyos progenitores lo fueron. Poseen un vellón denso y con suficiente suarda fluida (SCMAU, s.f.).

4.4.1 Lana Merino Australiano.

Desde su nacimiento, esta raza se caracterizó por presentar lana de alta calidad, siendo tejida y utilizada por los humanos desde la edad antigua, según historiadores romanos.

Tras años de selección se ha logrado que el Merino Australiano sea un animal con reconocimiento mundial, debido a su producción de lana de altísima calidad, de gran finura y toque suave, con un gran color blanco. También, es de importancia remarcar que esta raza suma otra gran característica, y es la facilidad con la que se adapta a condiciones agro-climáticas extremas, siendo la raza con mayor diversidad de cría (Azzarini y Ponzoni, 1971).

El Merino Australiano a nivel mundial es una raza productora de lana de alta calidad, utilizada para la confección de tejidos planos para la exportación; también, debido a su bajo diámetro, es que permite un mayor abanico de usos y altos rendimientos en hilado y procesado, percibiendo los mejores valores de mercado (Larrosa et al., 1997). Ya en 1997, Larrosa J.R. et al., describe que existía una escasez de lana de calidad merino en nuestro país, por lo que se optaba por importar la misma para ser procesada y posteriormente exportada, con el fin de poder abastecer completamente a la industria nacional topista; a día de hoy esta situación continúa, tal como fue mencionado *ut supra*.

En nuestro país, esta raza es buscada y seleccionada por caracteres referidos a calidad y producción total de lana, por lo que su uso en las majadas es principalmente lanero (Ramos et al., 2023). También sabemos que, al buscar un menor diámetro de fibra, estamos mejorando otros aspectos que hacen a la calidad de la lana, tal como una menor variabilidad de la fibra de lana y una mayor suavidad al tacto (Larrosa et al., 1997).

Tabla 5: Características objetivas de la lana según la raza ovina (Cottle, 1989)

Raza	Peso Corporal (Kg.)	Rango de Diámetro (μ)	PV. sucio en hembras (Kg.)	Largo de Mecha (mm.)	Relación S/P	Densidad folicular (mm.)
Merino Superfino	30-40	> 18	3-4	75-90	26	80
Merino Fino	30-40	19-20	3-5	80-100	25	71
Merino Medio	40-50	21-22	4-6	90-100	21	64
Merino Grueso	45-55	23-26	5-7	100-126	16	57
Corriedale	50-60	28	5-7	150-180	10,6	29
Ideal	45-55	24	4-5,5	100-140	13	49

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar la asociación entre la relación S/P (cociente entre número de folículos secundarios y primarios) sobre la densidad folicular y las características de la lana de primer vellón en borregos Merino Australiano de la majada del Campo Experimental N°1 de Facultad de Veterinaria.

5.2 Objetivos específicos

- 1) Contabilizar y determinar la relación S/P (folículos secundarios/primarios) en biopsias de piel de primer vellón de borregos Merino Australiano.
- 2) Calcular la densidad folicular en estas muestras de biopsia.
- 3) Determinar la asociación entre la relación de folículos secundarios/primarios de la piel con las características objetivas y subjetivas de la lana del primer vellón de estos borregos.
- 4) Determinar la asociación entre la densidad folicular y las características de la lana medidas objetivamente y apreciadas en forma subjetiva.

6- MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental Nº 1 (Migues, Canelones), bajo el protocolo CEUA CEUA-FVET-635, con fecha 5/12/2017 en 30 borregos de la raza Merino Australiano (de entre 30 a 35 Kg), de los cuales 13 eran machos y 17 hembras. Fueron utilizados 2 carneros como padres de los corderos en estudio, con las identificaciones 9001 y 8255. Los corderos fueron alimentados en un sistema de pastoreo continuo sobre pasturas naturales y sembradas con el objetivo de mantener cubiertos los requerimientos (NRC, 2007) según peso vivo de los animales, a lo largo de todo el estudio. Sanidad de majada de cría y progenie: Se realizó un monitoreo sistemático de la carga parasitaria por análisis coprológicos y se efectuaron dosificaciones estratégicas.

Determinaciones subjetivas en el vellón

Previo a la esquila del primer vellón de los animales (10 días antes) se evaluaron en los vellones en forma subjetiva y utilizando el “Visual Sheep Scores” (desarrollado por la Australian Wool Innovation Ltd.), los siguientes parámetros: carácter, color, fleece rot, penetración de tierra y estructura de la mecha, en una escala de 1 a 5, siendo 1 el valor asignado a las características mayormente deseadas (AWI, 2019). El toque se determinó también en una escala de 1 a 5 desarrollada por Crook (1994). Estas características fueron tomadas de forma visual y táctil previo a la esquila, y son las que le dan el toque y el estilo a la lana.

Determinaciones objetivas en el vellón

En el momento de la esquila del primer vellón en el mes de octubre se registró el Peso de Vellón Sucio y se extrajo una muestra de lana de zona de costilla de 200g para la determinación objetiva de características de la lana. En el Laboratorio de Lanas de la Unidad Académica de Ovinos, Lanas y Caprinos, se realizaron las siguientes mediciones objetivas de la lana: rendimiento al lavado y cálculo de peso de vellón limpio y largo de mecha (IWTO 30). En el Laboratorio de lanas del Secretariado Uruguayo de la Lana se determinaron diámetro promedio, coeficiente de variación del diámetro, % de fibras >30 µm mediante el equipo Sirolan Laserscan (IWTO 12) y color de la lana limpia con colorímetro (IWTO 56).

Extracción de muestra de piel y procesamiento

Luego de la esquila del primer vellón, se extrajo una muestra de piel de la zona media de la costilla. Para ello se realizó la antisepsia de la zona utilizando un yodóforo y se realizó una anestesia local con Lidocaína 2% en el subcutáneo de la zona. Al cabo de 3 minutos, se tomó la muestra de piel utilizando una trefina circular de diámetro conocido (1cm) y fue colocada en un frasco etiquetado debidamente identificado con el número del animal correspondiente, conteniendo formol bufferado al 10%. En el Laboratorio de Patología (FVET) las muestras de piel fueron colocadas en parafina y cortadas en secciones de 5µ de grosor en forma transversal al plano del folículo, se fijaron los cortes histológicos y posteriormente se procedió a su tinción. La coloración se realizó con los siguientes colorantes: Hematoxilina de Harris y eosina (Auber, 1952; Ryder y Stephenson, 1968). Aquellas

secciones de piel realizadas a nivel de la glándula sebácea que contenían los folículos primarios y secundarios fueron examinadas utilizando un microscopio OLYMPUS SERIE BX 41. Las imágenes se seleccionaron mediante la utilización de un escáner para láminas histológicas (Motic EasyScan One), con su visualización a partir de un Visor "DSAssistant" y un software de Escaneo "EasyScanner", donde se contabilizaron manualmente. Todas las láminas presentaron una cuadrícula de 200 μm con un aumento de 5x. Se contabilizaron 19 x 8 cuadrículas (152 cuadrículas en total correspondiendo a una superficie de 6.08 mm^2 y luego se corrigió el valor a 1 mm^2). Se efectuaron conteos foliculares, determinando la densidad folicular y la relación S/P (Secundario/Primario).



Figura 8: Muestra de piel obtenida en el experimento. Folículos primarios con glándula sebácea bilobulada y músculo piloerector (círculo negro) y folículos secundarios (círculo rojo).

Análisis estadístico

Se realizó una estadística descriptiva (promedios, desvíos, cuartiles) de todas las variables determinadas. Para determinar si las variables analizadas se distribuyen dentro de una curva normal se aplicó el test de Kolmorov-Smirnov. Las asociaciones entre las variables determinadas objetivamente se realizaron por correlaciones de Pearson, mientras que con aquellas variables medidas en forma subjetiva se realizó utilizando correlaciones de Spearman.

Los datos que presentaron comportamiento normal, que fueron las medidas objetivas de la lana y parámetros foliculares (relación S/P, densidad de folículos primarios, secundarios y total) se presentaron como promedios $\pm$ desvío estándar. Las variables subjetivas de la lana tuvieron comportamiento no paramétrico y se expresaron en mediana (p5-p95). El nivel de significación fue $P < 0.05$ y los valores de P comprendidos entre 0.05 y 0.10 se consideraron como tendencia. Se utilizó para el análisis el paquete estadístico STATA (StataCorp., 2015).

7- RESULTADOS

En las siguientes tablas se presentan los datos obtenidos de las biopsias de piel, las características objetivas y subjetivas de la lana de los mismos animales.

Tabla 6: Características objetivas de la lana y variables foliculares según sexo y padre de los borregos

	Padre 8255		Padre 9001		Total
Corderos	macho	hembra	macho	hembra	
Densidad folículos primarios (mm ²)	5.8 ± 1.3	5.7 ± 0.8	5.1 ± 1.1	6 ± 0.5	5.7 ± 0.9
Densidad folículos secundarios (mm ²)	133.9 ± 15.8	131.8 ± 16.4	128.1 ± 22.4	127.7 ± 22.9	130.2 ± 19.0
Densidad total (mm ²)	139.7 ± 16.8	137.5 ± 16.8	133.2 ± 22.3	133.6 ± 22.7	136.0 ± 19.6
Relación S/P	23.9 ± 3.5	23.25 ± 3.87	26.3 ± 7.7	21.6 ± 4.7	23.4 ± 5.0
Largo de mecha (cm)	6.2 ± 1.3	6.7 ± 0.9	6.6 ± 1.2	7.4 ± 0.4	6.7 ± 0.9
Diámetro (µm)	15.8 ± 0.7	16.1 ± 1.1	16.8 ± 0.9	16.2 ± 1.1	16.2 ± 0.9
Punta de la mecha	0.8 ± 0.2	1.1 ± 0.4	0.8 ± 0.2	1.1 ± 0.2	0.9 ± 0.2
Peso vellón sucio (kg)	2.3 ± 0.2	2.0 ± 0.2	2.6 ± 0.5	2.2 ± 0.2	2.3 ± 0.3
Rendimiento al lavado (%)	80.8 ± 2.1	78.6 ± 5.3	83.8 ± 6.0	80.3 ± 2.8	80.9 ± 4.0
Peso vellón limpio (kg)	2.0 ± 0.4	1.7 ± 0.2	1.9 ± 0.2	1.8 ± 0.3	1.8 ± 0.3
CV (%)	17.8 ± 2.2	18.7 ± 2.4	16.6 ± 1.2	17.3 ± 3.6	17.6 ± 2.3
> 30 µm (%)	0.2 ± 0.1	0.4 ± 0.3	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.2
Y	70.4 ± 0.6	70.2 ± 1.0	70.8 ± 0.2	71.0 ± 0.5	70.6 ± 0.6
Y-Z	-1.5 ± 0.4	-1.4 ± 0.4	-1.5 ± 0.5	-1.6 ± 0.6	-1.5 ± 0.5

Nota. Las variables se expresan en media ± desvío estándar

Y: Brillo o luminosidad.

Y-Z: Color de lana limpia o grado de amarillamiento

La columna "Total" refiere al promedio de los 4 valores obtenidos para cada característica.

En la tabla 6 no se observaron diferencias significativas entre los parámetros objetivos estudiados en las biopsias de piel y en la lana de los animales, al considerar el tipo de padre del que provienen. Nacer macho o hembra tampoco tuvo efecto en las variables objetivas estudiadas.

Tabla 7: *Características subjetivas de la lana según sexo y padre de los borregos.*

	Padre 8255		Padre 9001		Total
	macho	hembra	macho	hembra	
Cordero					
Carácter	2 (1-3)	1 (1-2)	2 (1-2)	2 (1-2)	2 (1-2)
Color	1 (1-3)	1 (1-3)	1 (1-2)	1 (1-2)	1 (1-3)
Grosor	2 (1-2)	1 (1-2)	2 (1-2)	1 (1-2)	2 (1-2)
Fleecerot	1 (1-3)	1 (1-5)	1 (1-2)	1 (1-2)	1 (1-3)
Toque	1 (1-1)	1 (1-2)	2 (1-2)	1 (1-2)	1 (1-2)
Entrecruzamiento	2 (1-3)	2 (1-3)	3 (2-3)	2 (1-3)	2 (1-3)

Nota. Las variables se expresan en mediana (p5-p95).

La columna "Total" refiere al promedio de los 4 valores obtenidos para cada característica.

Las características subjetivas de la lana no presentaron diferencias significativas al considerar el tipo de padre del cual provenían los corderos, ni la condición de ser macho o hembra.

Tabla 8: *Correlación de Pearson entre parámetros foliculares y características objetivas de la lana.*

	Densidad folículos primarios (mm ²)	Densidad folículos secundarios (mm ²)	Densidad total (mm ²)	Relaci ón S/P
	Rho	Rho	Rho	Rho
Largo de mecha	-0.11	0.04	0.04	0.11
Diámetro	-0.23	-0.34*	-0.35*	0.03
Peso vellón sucio	-0.13	-0.08	-0.08	0.12
Rendimiento al lavado	0.05	-0.11	-0.10	-0.09
Peso vellón limpio	-0.18	0.11	0.10	0.19
CV (%)	-0.06	0.28	0.28	0.20
> 30 µm (%)	-0.14	-0.25	-0.26	-0.04
Y	-0.22	-0.28	-0.29	0.03
Y-Z	-0.02	0.005	0.01	0.03

Nota. * = 0.05 < P < 0.1

Y: Brillo o luminosidad.

Y-Z: Color de lana limpia o grado de amarillamiento.

En la tabla 8 se observó una correlación baja y negativa (-0.34) entre la densidad de folículos secundarios contabilizados en las biopsias de piel y el diámetro de la lana ($p=0.0717$), es decir que el diámetro de la lana disminuye cuanto mayor es la densidad de folículos secundarios. Asimismo, se observó una correlación baja y negativa (-0.35) entre el diámetro de la lana y la densidad folicular total, con una tendencia estadística de $p=0.0639$.

Los demás parámetros objetivos estudiados como largo de mecha, peso de vellón sucio y limpio, rendimiento al lavado, coeficiente de variación, porcentaje de fibras mayores a 30 µm y parámetros de coloración, no se correlacionaron con los parámetros foliculares estudiados en las biopsias de piel.

Tabla 9: *Correlación de Spearman entre parámetros foliculares y características subjetivas de la lana.*

	Densidad folículos primarios (mm ²)	Densidad folículos secundarios (mm ²)	Densidad total (mm ²)	Relación S/P
	Rho	Rho	Rho	Rho
Color	-0.07	0.10	0.08	0.18
Grosor	-0.17	-0.19	-0.18	0.02
Fleecerot	0.40	0.60	0.60	0.11
Toque	0.05	-0.36	-0.34	-0.24
Entrecruza miento de las fibras	0.20	0.08	0.08	-0.10

No se presentaron correlaciones entre la densidad folicular total, densidad de folículos primarios y secundarios en la biopsia de piel con las características subjetivas de la lana, como color, grosor, fleecerot, toque y entrecruzamiento de las fibras.

8- DISCUSIÓN

En este estudio se determinó la densidad folicular de folículos primarios y secundarios obtenidos de biopsia de piel de borregos de raza Merino Australiano y se calculó la relación entre S/P, no encontrándose diferencias significativas al considerar el sexo de los borregos y el padre del cual provenían.

Además, se estudiaron las características objetivas y subjetivas de la lana de los mismos animales y se correlacionaron con los parámetros obtenidos en las biopsias de piel.

Características Objetivas.

1. Densidad de folículos primarios

Al analizar la densidad de folículos primarios por mm^2 , sin considerar el sexo ni el padre de los borregos, se determinó un valor de $5.7 \pm 0.9/\text{mm}^2$, siendo mayor que lo reportado por Render y Nay (1978), quienes obtuvieron una densidad de folículos primarios de $3.29 \pm 0.16/\text{mm}^2$ y de $2.46 \pm 0.01/\text{mm}^2$.

2. Densidad de folículos secundarios

En este estudio se obtuvo una densidad de folículos secundarios de $130.2 \pm 19.0/\text{mm}^2$, este valor concuerda con lo reportado por Sanjurjo (2005), quien estudió borregos y borregas en cabañas pertenecientes al Proyecto Merino Fino, y determinó una densidad folicular de $124.5/\text{mm}^2$ para Merino Fino y de $184.5/\text{mm}^2$, para merino superfino.

3. Relación S/P

En este trabajo se obtuvo una relación promedio de S/P de 23.4 ± 5.0 , este valor es coincidente con el obtenido por Carter (1955) quien determinó una relación de 21-22, sin embargo, Larrosa et al. (1997) reportaron en borregas Merino con edad de 15 a 16 meses, una relación S/P menor a la obtenida en este trabajo, siendo de 14.4 ± 2.27 . Según Cottle (1989) quien caracterizó al Merino Fino con una relación S/P de 25 y al Merino Medio de 21, la lana de la majada estudiada se encuentra entre Merino fino y medio.

4. Densidad total

La densidad obtenida fue de $136.0 \pm 19.6/\text{mm}^2$. En esta medida se pudo observar una diferencia bastante elevada con respecto a otros estudios, donde, por ejemplo, Larrosa et al. (1997), reporta una densidad folicular de $88.9 \pm 2.6/\text{mm}^2$. De la misma manera, en la clasificación realizada por Cottle (1989), la categoría Merino Superfino posee una densidad folicular de $80/\text{mm}^2$, demostrando nuevamente la elevada densidad obtenida en nuestro experimento.

5. Largo de mecha

Por otra parte, en cuanto al largo de mecha, se obtuvo un valor inferior (6.7 ± 0.9 cm) comparado al reportado por Larrosa et al. (1997), quienes obtuvieron un largo

de mecha de 11.1 ± 0.93 cm. Tomando como ejemplo las medidas promedio realizadas por el SUL (2019), el largo de mecha obtenido se encuentra en el límite entre las categorías de “Excelente a bueno para la finura” (más de 7 cm) y “Corto para la finura” (5-7 cm) para lanas finas.

6. Diámetro promedio de fibra

En este estudio, se obtuvo un diámetro promedio de 16.2 ± 0.9 μm . Tomando como referencia los datos obtenidos por Abella y Goldaraz (2021), quienes determinaron para la zafra del año 2020, un diámetro promedio de 19,3 μm en animales Merino, y más específicamente, 17.9 μm en borregos, podemos deducir que el diámetro presentado en el estudio fue de un muy buen valor, estando por debajo de este promedio. Para confirmar esto, si tomamos como referencia la clasificación realizada por Cardellino y Trifoglio (2003), se puede colocar el diámetro obtenido dentro de la categoría Extrafino (15.0 - 16.9 μm).

7. Peso del vellón sucio

Se obtuvo un valor del peso del vellón sucio de 2.3 ± 0.3 kg, el cual se encuentra por debajo de lo reportado por Larrosa et al. (1997), y Cottle (1989) quienes sugieren como peso de vellón sucio óptimo 3.91 ± 0.49 kg y mayor a 3 kg respectivamente.

8. Rendimiento al lavado

El rendimiento al lavado de la lana de estos animales fue de 80.9 ± 4.0 % rendimiento mayor al obtenido por otros autores quienes reportaron rendimientos al lavado de 73.1 ± 3.62 % (Larrosa et al., 1997), y 76.9 % (Abella y Goldaraz, 2021) quienes determinaron en 2020 que es un buen rendimiento al lavado en las lanas Merino Australiano uruguayas.

9. Peso del vellón limpio

El valor de peso del vellón limpio que se obtuvo fue de 2.0 ± 0.4 kg, el cual si se compara con Larrosa et al. (1997), estuvo por debajo al reportado por ellos quienes sugieren un peso promedio de 2.85 ± 0.39 kg. A su vez, al compararlo con el estudio realizado por Render y Nay (1978), donde obtuvieron valores de 2.39 ± 0.11 kg y 1.76 ± 0.11 kg, se puede establecer que se encuentra dentro del margen, o un poco por debajo. Sin embargo, esto es esperable, ya que al haber tenido un peso del vellón sucio bajo, en comparación con otros estudios, pero un rendimiento al lavado excelente, el valor del peso del vellón limpio es muy bueno en los animales de este experimento. Asimismo, considerando lo reportado por Buxadé y Daza (1996), quienes sugieren que los corderos tienden a tener menor cantidad de impurezas en su lana y por tanto mayor rendimiento al lavado.

10. Coeficiente de variación del diámetro (CV)

El coeficiente de variación de diámetro corresponde al grado de uniformidad de diámetro de la fibra dentro de la mecha, el cual en este estudio fue de $17.6 \pm 2.3\%$ y al considerar como referencia el obtenido por Larrosa et al. (1997) de 19.6 ± 2.37 %, se encontró dentro de lo esperado. Elvira, (2005), sugieren un CV de 23.4

y 22.5% para el lote de lana sucia y lote peinado (Top), confirmando el buen coeficiente de variación obtenido en este experimento.

11. Porcentaje de fibras mayores a 30 micras ($>30 \mu\text{m} \%$)

El porcentaje de fibras mayores a $30\mu\text{m}$ encontrado en este estudio fue de $0.3 \pm 0.2 \%$, representando un valor muy bajo al compararlo con el obtenido por Larrosa et al. (1997) quienes sugieren 2.59 ± 2.01 , esto confirma la muy buena calidad de la lana.

12. Brillo o luminosidad (Y)

El resultado obtenido fue de 70.6 ± 0.6 , el cual es un valor dentro del margen deseable por el SUL (65 y más) y también por encima de los valores presentados por Elvira (2005) en donde se determinó un brillo de 64 para lotes de lana sucia merino y 64.5 para lote peinado (Top).

13. Color de la lana limpia (Y-Z) o grado de amarillamiento

Por otra parte, el grado de amarillamiento o color de lana limpia obtenido fue de -1.5 ± 0.5 , siendo que los valores más bajos de Y-Z indican lanas más blancas (2 y menos, incluso valores negativos). Por lo tanto, este es un valor muy deseable para la lana, incluso si lo comparamos con el estudio realizado por Larrosa et al. (1997), donde se obtuvieron valores de Y-Z de 4.36 ± 1.51 . A su vez, Elvira, (2005) determinó un color (Y-Z) de 0.4 para el lote de lana sucia y de -0.2 para el lote peinado (Top), confirmando aún más el gran valor obtenido en este estudio.

Características Subjetivas

1. Carácter

Dentro de este estudio se obtuvo un valor de carácter total de 2. Se asignaron valores desde 1 (rizo bien marcado y visible) hasta 5 (rizo nada marcado).

2. Color

El color de la lana medido de forma subjetiva presentó una media de 1, siendo este el valor asignado a lanas blancas y brillantes.

3. Fleecerot

En cuanto al dato obtenido de fleecerot o grados de podredumbre del vellón, fue de 1, entendiendo por esto que las medias de las lanas estudiadas no tenían este tipo de afección.

4. Toque

En el presente trabajo se obtuvo una media de 1, siendo este el valor asignado a las lanas más suaves y confortables al tacto. Sanjurjo (2006) propone un valor de toque de 4,1 en borregos y borregas en los animales del proyecto Merino Fino. Es importante aclarar que, si bien la escala utilizada varió del 1 al 5, los valores asignados están invertidos, donde 5 son aquellas lanas más suaves. Por tanto, el valor obtenido en este trabajo se asocia con el anteriormente comparado.

5. Entrecruzamiento.

El grado de entrecruzamiento de las fibras de lana fue de 2, siendo 1 el menor grado de entrecruzamiento y 5 el de mayor.

Al momento de comparar los valores subjetivos obtenidos, en la bibliografía consultada se presentan agrupadas distintas características (carácter o definición de rizo, color, grosor) bajo el “estilo” de la lana, como lo propuesto por Sanjurjo (2006) quien reporta en promedio un valor de 3,8 de estilo (se debe considerar que la escala utilizada por dicho autor le asignaba un valor de 5 a aquellas lanas con un estilo superior).

Correlación de Pearson entre parámetros foliculares y características objetivas de la lana

En este experimento se pudo observar que la mayoría de las correlaciones estudiadas no presentaron significancia estadística. Las únicas variables que presentaron una correlación baja y negativa, fueron el diámetro de la fibra, con la densidad de folículos secundarios por mm^2 , y el diámetro, con la densidad total de folículos por mm^2 . En ambas, se pudo observar que a medida que aumentaba la densidad de folículos secundarios y por tanto, la densidad total, el diámetro de la lana disminuye ($Rho = -0.35$).

Este valor concuerda con lo reportado por Sanjurjo (2006) quien obtuvo una correlación de -0,40; con Nay y Hayman (1969), quienes encontraron una correlación de -0.34 y con Jackson et al. (1975) quienes presentaron una correlación de -0.39.

Correlación de Spearman entre parámetros foliculares y características subjetivas de la lana

En este estudio, no se encontraron correlaciones con significancia estadística entre las características subjetivas de la lana y los parámetros foliculares estudiados en las biopsias de piel de dichos animales.

9- CONCLUSIONES

Los borregos y borregas de la majada Merino Australiano del campo experimental N°1 de la Facultad de Veterinaria, se encuentran dentro de la categoría Merino Fino.

Se correlacionó la densidad folicular (de secundarios y total) de la piel con el diámetro de la fibra de lana. Esta correlación fue baja y con sentido negativo.

No se apreciaron asociaciones entre las demás características objetivas de la lana.

Finalmente, este estudio permitió obtener una base de datos sobre la lana de borregos y borregas de una majada Merino, lo cual enriquece los registros en nuestro país.

10- BIBLIOGRAFÍA

- Abella, I. (2011). Uruguay, productor de lanas de calidad. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), Jornadas Uruguayas de Buiatría, (Vol. XXXIX pp. 185-188). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú
- Abella, I., y Goldaraz, L. (2021). *Diámetro y rendimiento de la lana de zafra 2020*. Montevideo: Sul.
- Asociación Argentina Criadores de Merino (2006). *Raza Merino*. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/razas_ovinas/11-raza_merino.pdf
- Auber, L. (1952). VII. The Anatomy of follicles producing wool-fibres, with special reference to keratinization. Transactions of the Royal Society of Edinburgh 62 (1): 191-254. 4. AWI (2019). Visual sheep scores. Sydney, Australia: AWI Ltd & MLA Ltd. Disponible en: <https://www.wool.com/globalassets/wool/sheep/welfare/breech-flystrike/breeding-for-breech-strike-resistance/visual-sheep-scores-producer-version-2019.pdf>. Fecha de revisión: 23/04/2021.
- Azzarini, M., y Ponzoni, R. (1971). *Aspectos modernos de la producción ovina*. Montevideo: UdelaR.
- AWI (2019). Visual sheep scores. Sydney, Australia: AWI Ltd & MLA Ltd. Disponible en: <https://www.wool.com/globalassets/wool/sheep/welfare/breech-flystrike/breeding-for-breech-strike-resistance/visual-sheep-scores-producer-version-2019.pdf>. Fecha de revisión: 23/04/2021.
- Buxadé, C., y Daza, A. (1996). *La producción de lana*. En C. Buxadé (Ed.), *Zootecnia, bases de producción animal: T. VIII Producción Ovina* (pp. 145-166). Madrid: Muni-Prensa.
- Cardellino, R. A., y Rovira, J. (1987). *Mejoramiento genético animal*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Cardellino, R., Wilcox, C., y Trifoglio, J.L. (2018, mayo). El Mercado de la lana y su efecto en la producción ovina uruguaya. *El País. Agropecuario*, pp. 22-24.
- Cardellino, R., y Trifoglio, J. L. (2003). *El mercado de lanas merino finas y superfinas*. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/41-mercado_lanas.pdf
- Costa, R., Jacinto, M., Camacho, M., Medeiros, A., Olivera, R., y Rey, S. (2006). Aspectos estructurales de la piel ovina y su resistencia. *Pequeños rumiantes*, 7(2), 24-29.
- Cottle, D.J.(1989). Sheep breeds; australian sheep and wool hand book. Melbourne, Australia, Inkata. pp. 19-63.
- Crook B, Piper L, 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.
- De Gea, G. (2007). *El ganado lanar en la Argentina* (2ª ed.). Córdoba: Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Elvira, M. (2005). Características de lanas Merino e importancia en el procesamiento industrial. En *Memorias del VII Curso de Actualización Ovina*, INTA Bariloche.
- Elvira, M. G. (2009). *El ovino: la fábrica biológica de lana*. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado de https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/12-ovino.pdf
- Elvira, M. G., y Jacob, M. H. (2004). *Importancia de las mediciones objetivas en la comercialización e industrialización de la lana*. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/15-mediciones.pdf
- Fernández Abella, D., Surraco, L., Rodríguez, R., Villegas, N., Souto, J., Bonino, E., y Condon, R. (2003). Asociación entre la relación de folículos secundarios/primarios, la movilidad de la piel y otras características con el diámetro de fibra y peso del vellón en ovejas del núcleo fundacional y su descendencia. En *Proyecto merino fino del Uruguay – Fase I. Cuarta Entrega de Carneros del Núcleo fundacional U.E “Glencoe”*. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9786/1/SAD-343p7-12pdf.pdf>
- Giorello, D., Olivera, A., y Rusconi, B. (2006). *Correlaciones fenotípicas entre población folicular pilosa y características de calidad de lana de ovejas madre de cuatro cabañas del proyecto merino fino* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo.
- Hardy, M., y Lyne, A. (1956). The pre-natal development of wool follicles in Merino sheep. *Australian Journal of Biological Sciences*, 9(3), 423-441.
- Hynd, P. I., Ponzoni, R. W., Grimson, R., Jaensch, K. S., Smith, D., y Kenyon, R. (1996). Wool follicle and skin characters-their potential to improve wool production and quality in Merino sheep. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 44(3), 167-177.
- IWTO 12 (2010). Measurement of the Mean and Distribution of Fibre Diameter Using the Sirolan-Laserscan Fibre Diameter Analyser. Red Book, International Wool Textile Organisation. CD-ROM.
- IWTO 30 (2010). Determination of Staple Length and Staple Strength. International Wool Textile Organisation. CD-ROM.
- IWTO 56 (2010). Method for the measurement of colour of raw wool. International Wool Textile Organisation. CD-ROM.
- Larrosa, J.R., Siendra, I., de la Torre, B., Barbato, G., Orlando, D., Duga, L. y Pérez, V. (1997). Correlaciones fenotípicas de las características del vellón, con el peso corporal, la piel, los folículos y el color de la lana en borregas Merino.

Veterinaria, 33 (136), 5-9.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2023a). Producción. En *Anuario Estadístico Agropecuario 2023* (pp. 33- 175). Montevideo: DIEA, MGAP. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-agropecuario-2023>

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2023b). Producción. En *Declaración Jurada Anual de Existencias 2022-2023, Preliminares* (p. 4). Montevideo: SNIG, MGAP. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-preliminares-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig>

Minola, J., y Goyenechea, J. (1969). *Praderas y Lanares*. Montevideo: Hemisferio Sur.

Minola, J., y Elissondo, A. (1990). *Praderas y lanares: Tecnología ovina sudamericana*. Buenos Aires: Hemisferio Sur.

Montossi, F. y De Barbieri, I. (2007). *Proyecto Merino Fino del Uruguay: Una visión con perspectiva histórica*. Recuperado de <https://crlu.org.uy/docs/2016/INIA%20boBd%2090.pdf>

Mueller, J. (2000, febrero). Mejoramiento genético de la lana. En *Tercer Congreso Lanero Argentino*, INTA Bariloche, Trelew.

Pérez Álvarez, E., Methol, R., y Coronel, F. (1992). *Apuntes de lanares y lanas: la lana*. Montevideo: SUL.

Ponzoni, R., Rogan, I., y James, P. (1992). Mejoramiento genético de la producción de lana con especial énfasis en lana para vestimenta. En *2° Seminario sobre Mejoramiento Genético en Lanares* (pp. 63-82). Piriápolis.

Riani, A. (2022). Cadena ovina: situación y perspectivas. En *Anuario OPYPA 2022*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2022/analisis-sectorial-cadenas-productivas/cadena-ovina>

Rodríguez Palma, R., y Surraco, L. (2003). *Control de calidad en lana; importancia de cada característica y definición de la metodología de medición e instrumentos utilizados*. Salto: Facultad de Agronomía.

Rogers, G.E. (2006). *Biology of the wool follicle; an excursion into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered*. *Experimental Dermatology*. (15, 931-949).

Ryder, M. L., y Stephenson, S. K. (1968). *Wool growth*. London: Academic Press

Sanjurjo, P. E. (2005). *Correlaciones fenotípicas entre población folicular pilosa y características de calidad de lana de borregos y borregas de tres cabañas del proyecto merino fino* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo.

Secretariado Uruguayo de la Lana. (s.f.). *Corderos y producción ovina en Uruguay*. Recuperado de <https://www.sul.org.uy/noticias/416>

Secretariado Uruguayo de la Lana. (2005). *Curso de capacitación en lanas* (pp. 31-52). Montevideo.

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](https://www.sul.org.uy/descargas/lib/Normas_para_acond_de_lanas_web.pdf)

Sociedad de Criadores de Merino Australiano del Uruguay. (s.f.). *Características del Merino Australiano*. Recuperado de <https://www.merino.com.uy/raza/caracteristicas>

Uruguay XXI. (2022). *Sector Lanero en Uruguay, junio 2022*. Montevideo: MGAP. Recuperado de <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/centro-informacion/articulo/sector-lanero/>

Vallejo Travieso, A. M. (2011). *Estudio de la población folicular pilosa de la progenie de ovejas merino australiano con diferentes características en su piel y vellón inseminadas con carneros MPM (merino multipropósito)* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo.

Whiteley, K. (2003). Características de importancia en lanas finas y superfinas. Lanasy Merino Finas y Superfinas: producción y perspectivas. En *Seminario Internacional* (pp. 17-2). Salto: INIA, SUL, SCMAU y CLU.