



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

# **Efectos del genotipo y alimentación neonatal en la población folicular pilosa en Merino Australiano Ultrafino (MAU) y Merino Dohne (MD)**

Adriana Mayder VALLEJO TRAVIESO

Posgrado en Ciencias Agrarias  
opción Ciencias Animales

10 de Agosto de 2021

**Efectos del genotipo y alimentación  
neonatal en la población folicular pilosa  
en Merino Australiano Ultrafino (MAU) y  
Merino Dohne (MD)**

Adriana Mayder VALLEJO TRAVIESO

Posgrado en Ciencias Agrarias  
opción Ciencias Animales

10 de Agosto de 2021

Tesis aprobada por:

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Ing. Agr. (Ph.D.) Ignacio De Barbieri, Ing. Agr. (Dra.) Marcela Cueto y DMV (Dr.) Víctor Medina, el 10 de agosto de 2021. Autora: Ing. Agr. Adriana Vallejo. Director Ing. Agr. (Ph.D.) Daniel Fernández Abella.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por su apoyo constante en todo.

A Daniel Fernández Abella, en especial, por lograr poder realizar la tesis en el INIA y compartir sus conocimientos conmigo.

A Fabio Montossi, Zully Ramos e Ignacio De Barbieri que siempre estuvieron con la mejor disposición para facilitarme todo lo necesario para llevar adelante este trabajo.

A Ricardo Rodríguez Palma, quien ha compartido sus conocimientos conmigo y los largos viajes en ruta a Glencoe.

Al personal de campo de la Unidad Experimental Glencoe de INIA Tacuarembó que me ayudó con el trabajo de extracción de biopsias de piel en los animales.

A los amigos y compañeros que estuvieron formando parte en esta etapa de mi vida.

## TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	VII
SUMMARY.....	VIII
<b>1. <u>INTRODUCCIÓN</u></b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. HIPÓTESIS</b> .....	<b>6</b>
<b>1.2. OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
<b>1.2.1. <u>Objetivo general</u></b> .....	<b>7</b>
<b>1.2.2. <u>Objetivos específicos</u></b> .....	<b>7</b>
<b>1.3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3.1. <u>Estructura de la piel ovina</u></b> .....	<b>12</b>
<b>1.3.2. <u>Estructura del folículo piloso</u></b> .....	<b>15</b>
<b>1.3.2.1. Estructuras accesorias del folículo, características             y funciones</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3.2.2. Irrigación sanguínea al folículo</b> .....	<b>20</b>
<b>1.3.2.3. Desarrollo folicular</b> .....	<b>21</b>
<b>1.3.2.4. Desarrollo de la población folicular</b> .....	<b>26</b>
<b>1.3.2.5. Relación entre los folículos</b> .....	<b>30</b>
<b>1.3.2.6. Competencia folicular</b> .....	<b>35</b>
<b>1.3.2.7. Densidad folicular</b> .....	<b>36</b>
<b>1.3.3. <u>La fibra de lana</u></b> .....	<b>38</b>
<b>1.3.3.1. Composición química de la lana</b> .....	<b>43</b>
<b>1.3.3.2. Propiedades químicas de la lana</b> .....	<b>44</b>
<b>1.3.3.3. Propiedades biológicas de la lana</b> .....	<b>45</b>
<b>1.3.3.4. Propiedades físicas de la lana</b> .....	<b>45</b>
<b>1.3.4. <u>Características de la lana</u></b> .....	<b>47</b>
<b>1.3.5. <u>Mediciones de la lana</u></b> .....	<b>48</b>
<b>1.3.5.1. Mediciones objetivas</b> .....	<b>48</b>

1.3.5.2. Mediciones subjetivas .....	56
1.3.6. <u>Factores que afectan la producción de lana</u> .....	58
1.3.6.1. Factores genéticos que afectan la producción de lana.....	58
1.3.6.2. Factores no genéticos que afectan la producción de lana.....	59
2. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	76
2.1. MATERIALES.....	76
2.1.1. <u>Experimento 1</u> .....	76
2.1.2. <u>Experimento 2</u> .....	78
2.2. MÉTODOS.....	79
2.2.1. <u>Muestreo de piel</u> .....	79
2.2.1.1. Protocolo a campo .....	79
2.2.1.2. Protocolo en laboratorio.....	80
2.2.1.3. Lectura de muestras para la determinación de la población folicular y relación S/P .....	82
2.2.1.4. Obtención de datos para medición de lana.....	85
2.2.1.5. Obtención de datos para peso vivo (PV).....	85
2.2.2. <u>Diseño Experimental</u> .....	85
2.2.2.1. Experimento 1.....	85
2.2.2.2. Experimento 2.....	87
3. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	88
3.1. CORDEROS MAU.....	89
3.1.1. <u>Descripción general de los corderos en relación a población         folicular</u> .....	89
3.1.2. <u>Coefficientes de correlación de Pearson</u> .....	90
3.2. CORDEROS MD.....	92
3.2.1. <u>Descripción general de los corderos en relación a población         folicular</u> .....	92
3.2.2. <u>Coefficiente de correlación de Pearson</u> .....	93
3.3. COMPARACIÓN ENTRE LOS BIOTIPOS (MAU-MD).....	95

<b>3.3.1. <u>Resultados obtenidos en la comparación de población</u></b>	
<b><u>Folicular a los 2 y 9 meses entre biotipos</u></b> .....	95
<b>3.3.2. <u>Resultados obtenidos en la comparación entre biotipos</u></b>	
<b><u>con relación a la variables de producción de lana</u></b> .....	97
3.4. <b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL</b>	
<b>PROYECTO MERINO FINO</b> .....	100
3.4.1. <b><u>Correlaciones fenotípicas</u></b> .....	102
3.5. <b>PLANO NUTRICIONAL</b> .....	104
3.5.1. <b><u>Resultado para población folicular en relación al plano</u></b>	
<b><u>alimenticio</u></b> .....	104
3.5.2. <b><u>Resultado para peso al destete en relación al plano</u></b>	
<b><u>alimenticio</u></b> .....	105
4. <b><u>CONCLUSIONES</u></b> .....	108
5. <b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b> .....	111
6. <b><u>ANEXOS</u></b> .....	126

## RESUMEN

Este estudio evaluó: en el experimento 1, la asociación entre la población folicular pilosa y los rasgos económicos más relevantes de la lana. Se llevó a cabo en animales Merino Australiano Ultrafino (MAU) CRILU y en animales Merino Dohne (MD) pertenecientes a INIA Glencoe (corderos y carneros). Las correlaciones fenotípicas entre la relación de folículos secundarios/primarios (S/P) y otros rasgos de la lana (diámetro de la fibra (DF), largo de mecha LM, peso de vellón limpio (PVL), rendimiento al lavado (RL), coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVD) y parámetro del factor de confort (%F>30micras), se realizaron mediante cortes histológicos de la piel. Se extrajeron dos muestras de piel de cada cordero a los dos y nueve meses de edad y una a los carneros. Estas biopsias fueron procesadas en el laboratorio de histología de piel para obtener una preparación histológica para su posterior diferenciación de las estructuras a evaluar. Los resultados mostraron que en el grupo MAU, la relación S/P en los corderos de nueve meses fue mayor que en los de dos meses (31,08 vs 23,12  $p < 0,05$ ). En el grupo MD, no hubo diferencias en la relación S/P entre los grupos de edad. En la densidad folicular entre los 2 y 9 meses de edad en el genotipo MD se encontraron diferencias significativas (146,2 vs 125,6  $p < 0,05$ ). Los resultados de las correlaciones obtenidas fueron de baja a media o nula magnitud en ambos genotipos. En el experimento 2, el objetivo fue evaluar en los corderos si se induce un incremento en la población folicular en el MAU al ser sometidas las madres a dos planos nutricionales diferentes con suplementación energético-proteica (alto y bajo) desde el nacimiento y hasta el destete (2 meses de edad). En dicho experimento en los parámetros estudiados no se encontraron diferencias significativas. Se concluye de forma general, que sería posible clasificar animales tempranamente en función de su población folicular pilosa asociada a la producción y calidad de lana en los genotipos MAU Y MD.

**Palabras clave:** lanas finas, lanas superfinas, folículos pilosos, relación S/P, biopsias de piel

## SUMMARY

### **Effects of genotype and neonatal feeding on hair follicle population in Ultrafine Australian Merino (UAM) and Dohne Merino (DM).**

This study evaluates: in experiment 1, the association between wool follicle population and the most relevant economical wool traits. This work was carried out on Ultrafine Australian Merino (UAM) CRILU animals and Dohne Merino (DM) animals belonging to INIA Glencoe (lambs and rams). Phenotypic correlations between the secondary/primary follicles (S/P) and other wool traits (fiber diameter (FD), staple length (SL), clean fleece weight (CFY), scoured yield (SY), coefficient of variation of fiber diameter (CVD) and comfort factor parameter (%F>30 $\mu$ m), were performed using histological skin cuts. Two skin samples were extracted from each lamb at two and nine months of age and once to rams. These were processed at the skin histology laboratory to obtain a histological preparation for further biopsy, being able to differentiate the structures obtained to be evaluated. The results showed in the UAM group, S/P ratio in nine-month-old lambs was greater than two-month-old lambs (31.08 vs 23.12 P< 0.05). For DM group, there were no differences in the S/P ratio between age groups. In follicular density between 2 and 9 months of age in the DM genotype significant differences were found (146.2 vs 125.6 P<0.05). The results for the correlations obtained were of low to medium or null magnitude in both genotypes. In experiment 2, the objective was to evaluate in the lambs if an increase in the follicular population in the UAM is induced when the dams are subjected to two different nutritional plans with energy-protein supplementation (high and low) from birth to weaning (2 months of age). In this experiment, no significant differences were found in the parameters studied. It is concluded that it would be possible to classify animals early according to their hair follicle population, associated to wool production and quality in UAM and DM genotypes.

**Keywords:** fine wools, superfine wools, hair follicles, S/P ratio, skin biopsies

## **1. INTRODUCCIÓN**

La lana ha sido y lo sigue siendo, la producción más característica de muchas razas ovinas, para algunas de ellas la gran virtud, la base de la diferenciación racial (extensión del vellón, longitud de las mechas, densidad folicular, finura de la fibra, entre otras). Constituyó la base fundamental para la producción de tejidos desde la antigüedad. Su alto valor favoreció la selección de ovinos hacia una cualificada producción de lanas finas, como el Merino. Sin embargo a finales del siglo pasado disminuyó su importancia debido a varias razones, como ser: otras fibras (la gran competencia comercial de las fibras naturales vegetales como; algodón y lino, de las sintéticas derivadas del plástico como; poliuretano, acrílicos y poliamidas ), menor demanda, menor precio, otros rubros alternativos, crisis mundiales entre otras. Por ello, salvo en algunos países del Hemisferio Sur como: Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Argentina, Uruguay y China, que poseen ideales para la producción extensiva del ganado, la producción de lana ha recibido en los últimos tiempos poca atención en el resto del mundo (Anexo 6.1)<sup>1</sup>.

A pesar de esto, en los últimos 30 años el rubro ovino ha sufrido una fuerte reducción de su stock en estos principales países productores mencionados anteriormente, pero la mayor reducción fue en la década de los 90, hasta el año 2010 año en el cual el stock ovino detuvo su descenso y hasta el momento parece permanecer medianamente estable. Las causas de dicho descenso son variadas existiendo patrones en común, como son el precio de la lana ya que siempre es un factor fundamental del análisis. La evolución del precio de la lana desde 1990 a la fecha, la tendencia es positiva, a pesar de los grandes niveles de volatilidad. Si bien existen diferencias entre países, esta reducción del stock ovino se debió en gran medida a un

---

<sup>1</sup> **GSC Biological and Pharmaceutical Sciences**

e-ISSN: 2581-3250, CODEN (USA): GBP SC2.

Impact Factor: 4.25 IC Value: 78.23

Journal homepage: <https://www.gsconlinepress.com/journals/gscbps>

Journal DOI URL: <https://dx.doi.org/10.30574/gscbps>

factor en común que fue la existencia de otros rubros de producción alternativos, que generaron rentabilidades mayores para el productor o significaron una solución a otro tipo de restricciones presentes. Los ovinos por estas razones pasaron a ocupar suelos de menor aptitud pastoril del país, los más pobres y en consecuencia a recibir mala alimentación (Anexo 6.2). El stock ovino en Uruguay en el año 2020 fue de 6.263.642 cabezas según datos publicados por el Sistema Nacional de Información Ganadera (MGAP-SNIG, 2020).

Australia produce el 90% de la lana destinada para vestimenta en el mundo, desde la década de 1990 a la actualidad ha realizado profundos cambios en el perfil de diámetro de la fibra de su zafrá lanera (AWTA, 2016), con un crecimiento tanto en volumen como en porcentaje de las lanas menores a 19,5 micras, en un contexto de disminución de la producción de lana del país. Las propiedades textiles de la fibra de lana influyen o determinan el precio de comercialización, la utilización posterior y la performance textil de la lana (Botha y Hunter, 2010). Dentro de las propiedades más relevantes de la lana se destacan el diámetro de la fibra, el rendimiento y el contenido vegetal, seguidos en relevancia por el largo y la resistencia de mecha, el punto de ruptura bajo tensión y el color. El estudio de cinco zafras laneras en Australia (2008 a 2013), en el que se incluyeron como variables las propiedades textiles y también las de mercado, indica que el diámetro de la fibra es la variable más importante y la que explica el 64 % en la variación del precio de la lana vellón (Nolan, 2014). Dentro de las propiedades textiles de la fibra, otras variables que influyeron significativamente en la variación de precio fueron la resistencia y largo de mecha, el contenido vegetal y el estilo<sup>2</sup> (De Barbieri et. al., 2018).

Entonces, Australia tiene menos de la mitad de los ovinos que tenía en 1990, este escenario hizo que este país y también los otros países productores lo imitaran y dejaran

---

<sup>2</sup> En Australia las lanas se clasifican subjetivamente en grados de estilo basándose en aspectos como la definición del rizo y su frecuencia, punta de mecha, color, tacto, penetración de tierra, otros. Aunque el valor de la lana tiene relación con el grado de estilo, se trata de un rasgo con pocas categorías y al ser determinado subjetivamente es difícil saber cuál de sus componentes influye en el precio (Mueller, 2000).

de considerar a la lana como un “commodity” pasando a un aumento de la calidad. Es decir a lanas finas y superfinas para ser usadas en prendas de alto valor comercial, donde Uruguay aunque de un manera más lenta también tomó este camino (Anexo 6. 3).

En Uruguay durante los últimos 16 años se han desarrollado tres proyectos de alcance nacional (Montossi et al., 2013) que contemplaron y favorecieron cambios en la producción y calidad de las lanas finas en el sector primario de la cadena agroindustrial. En particular, en el marco del Proyecto Merino Fino del Uruguay (PMF) y del Consorcio Regional de Innovación de Lanass Ultrafinas (CRILU), se ha realizado una fuerte producción y difusión de animales que genéticamente producen lanas menores a 19 micras en el sector comercial (De Barbieri et al., 2015a). Paralelamente, algunos trabajos experimentales indican la posibilidad de producir sustentablemente lanas finas de excelente calidad en pasturas naturales del Uruguay, de acuerdo a los estándares industriales más exigentes (De Barbieri et al., 2015b). Sin embargo, la información objetiva sobre la calidad de las lanas producidas a nivel comercial en las majadas que han participado de estos proyectos es muy escasa. A nivel experimental ha sido posible producir en Uruguay lanas finas que se adecuan a los estándares de calidad industriales (Pérez et al., 2017).

Las lanas de diámetro promedio menor a 24,5 tienen como principal destino el sector vestimenta, el cual utiliza el 60% de las lanas producidas a nivel mundial (Cottle, 2010). Particularmente, este segmento del mercado de lujo, de prestigio y alto valor, conformado principalmente por lanas con diámetros de fibra menores a las 19 micras (Rowe, 2010), donde se encuentran las prendas livianas, suaves al tacto, que se pueden utilizar todo el año, directamente sobre la piel, y disponibles en estilos informales (Swan, 2010). Estas lanas finas, menores a 19 micras son las que mejor se adaptan a las exigencias de la industria textil a nivel mundial, influenciadas por la disminución del diámetro promedio de la fibra de algodón y el desarrollo de fibras sintéticas derivadas del plástico, que muestran la necesidad de producir lana cada vez más finas para competir en mercados importantes de alto valor adquisitivo dispuestos a pagar más por ello.

La reducción del diámetro de la fibra aumenta el ingreso del productor y el impacto es mayor a medida que se avanza en el "afinamiento" de la majada, particularmente al pasar de producir de 19 a 17 micras. Independientemente de la orientación del sistema productivo lanero estudiado, entre el 50 y 60% del ingreso proviene del componente lana. En general, la producción de lanas finas y la producción de lanas superfinas en particular, son una excelente alternativa de valorización de la producción e ingreso de los productores laneros de la región de Basalto que desarrollan su producción sobre suelos superficiales a medios (Ramos et al., 2015).

Según Cardellino (2020) "la calidad de las lanas merino producidas en el país ha tenido un cambio positivo muy importante, en particular el descenso de la finura (de 22,5 mic a 18-19 mic). En 1997 se estimaba que la producción de lanas con < de 22,5 micras apenas superaba los 3 millones de kilos base sucia, y significaba un 3,75% del total de lanas producidas", mientras que en la actualidad "las lanas de < de 22,5 micras se estima en 7.5 millones de kgs y representa un 32% de la producción total".

Los productores de Merino se encuentran principalmente localizados en los suelos más marginales de la región de Basalto y otros de problemática similar. Estos suelos representan más del 20% del territorio nacional. La alta proporción de suelos superficiales, con alto riesgo de sequía, limita las posibilidades de incrementar la oferta forrajera a través de la inclusión de pasturas mejoradas, siendo éste, entre otros factores importantes, determinante de los bajos niveles de productividad logrados por los productores ovinos de la región. Los sistemas productivos predominantes, de pequeña y mediana escala, orientados al proceso de cría, con un bajo porcentaje del área mejorada, se caracterizan por un mayor énfasis hacia la producción de lana, con escasa oportunidad de diversificación de la producción hacia otros rubros alternativos (Montossi et al., 2007).

El campo natural es la base nutricional para la producción de lana en Uruguay y la región. En este sentido, el manejo del campo natural es un factor clave para optimizar la utilización del recurso forrajero y alimentación de los animales en la

producción de lana superfina en campos de Basalto. En los sistemas de producción sobre pasturas naturales en Basalto, la variabilidad en la producción de forraje y su tasa de crecimiento, está explicada fundamentalmente por el régimen de lluvias (Berretta y Bemhaja, 1998). Resultados de la investigación han indicado la viabilidad productiva de la producción de lana fina sobre campo natural en Basalto y los resultados logrados en sistemas reales confirman esta viabilidad. Esta confirmación fue incluso en un contexto de sistemas diferentes en magnitud y funcionamiento, indicando la relevancia de la adecuación de las opciones productivas a las situaciones particulares de cada empresa (Abella et al., 2018).

El diámetro y el crecimiento de la lana dependen en gran medida de la cantidad y calidad de los nutrientes disponibles para el folículo (Brown y Crook, 2005). Es decir, las variaciones de alimentación de los animales en pastoreo han sido vinculadas a cambios en la producción de lana vellón, diámetro, largo de la fibra y resistencia de la mecha (McGregor et al., 2016).

Los estudios de las características histológicas y de calidad de la piel indican que la densidad, el largo de mecha, el arreglo folicular y la relación entre folículos primarios y secundarios (S/P) son los principales factores que controlan la cantidad y calidad de lana producida por el ovino (González y Alba, 1978; Hynd et al., 1996).

Desde fines del siglo pasado se sabe, que los folículos pilosos de todos los mamíferos, se distribuyen en la piel formando grupos de tres (trío), los cuales varían mucho en tamaño y distribución (Helman, 1965). También existe la misma característica en los ovinos, los folículos en la piel de estos se presentan en grupos, a los que se les refiere colectivamente como población folicular.

Las diferencias genéticas en la producción de lana son predominantemente el resultado de diferencias en la cantidad de lana producida por unidad de área de la piel (Williams, 1987). La lana por unidad de área de la piel refleja las diferencias en atributos funcionales de la población de folículos de lana, tales como la densidad

folicular, el diámetro medio de fibra de área de sección transversal, gravedad específica de la tasa de crecimiento de la lana y la longitud de fibra (Nancarrow et al., 1998). Los folículos secundarios derivados tienden a ser más comunes en la piel de ovejas con altas relaciones entre folículos secundarios y primarios, como por ejemplo en la raza Merino, y son comparativamente más raros en animales con bajas relaciones S/P (Chapman, 1980).

En la literatura internacional no existe suficiente información que relacione la población folicular pilosa ovina y la relación S/P a edades tempranas y la calidad del vellón cuando adulto. La densidad folicular y la relación folículos secundarios/folículos primarios (S/P), asociados a la producción y calidad de lana, están genéticamente preestablecidos al nacimiento del ovino. El conocimiento de estas características, permitiría realizar una selección anticipada para reducir la población de animales a testear al primer vellón.

Entonces, con el estudio de la forma estructural, disposición, tamaño y número de folículos a través del análisis histológico de la piel ovina, es posible cuantificar el componente genético de estos animales y con ello predecir anticipadamente las características de la lana que producirá el animal. Esto permitiría favorecer la selección temprana de los genotipos más finos y alcanzar descendencias de bajo micronaje de fibra en menor tiempo.

## **1.1 HIPÓTESIS**

- Existen correlaciones medias a altas entre la relación de folículos secundarios/primarios (S/P) con las principales características productivas de la lana en los corderos de los genotipos Merino Australiano Ultrafino (MAU) y Merino Dohne (MD).
- De acuerdo a la relación existente entre población folicular y tipo de vellón de cada genotipo, se espera que el porcentaje de folículos secundarios (FS) formando fibra a los dos meses de edad sea superior en el genotipo Ultrafino (MAU).

- La maduración de los FS en el período de dos a nueve meses de edad será creciente en el siguiente orden MAU > MD
- La suplementación Proteico-Energética desde el nacimiento y hasta el destete incrementa la maduración del número de folículos secundarios derivados en corderos del genotipo MAU.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

Caracterizar dos núcleos genéticos: MAU y MD ajustado por tipo y fecha de parto y por sexo, analizando las características más relevantes en producción de lana como lo son el Diámetro de Fibra (DF) y Peso de Vellón (PVL) en relación con la densidad folicular y relación folículos secundarios sobre primarios (relación S/P).

### **1.2.2 Objetivos específicos**

*Objetivo 1:* Evaluar dos núcleos genéticos: MAU y MD en igualdad de condiciones alimenticias, sus características en estructura y evolución del desarrollo de la población folicular de estos genotipos de Merino durante el período de dos hasta nueve meses de edad, asociado a características productivas como; DF, Peso de Vellón Sucio (PVS), Peso de Vellón Limpio (PVL), Coeficiente de Variación del Diámetro (CVD), Rendimiento al Lavado (RL), Factor de Confort (% Fibras > 30µm) y Largo de Mecha (LM).

*Objetivo 2:* Comprobar si se induce un incremento en la población folicular en el MAU al ser sometido a dos planos nutricionales diferentes (alto y bajo) desde el nacimiento y hasta el destete.

### 1.3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Las características de las prendas generadas con lanas de 19 micras o menores, permiten adecuarse a los requerimientos actuales de los mercados más exigentes en cuanto a liviandad y aislamiento térmico, uso a lo largo de todo el año, facilidad de lavado en máquinas automáticas, mantenimiento de su forma y elasticidad. A nivel industrial, las lanas finas permiten aumentar la eficiencia, flexibilidad y rentabilidad del proceso textil y ampliar el espectro de mercados consumidores, ya sea para la fabricación de productos textiles de lana pura o en mezcla con otras fibras (sintéticas, algodón u otras) (Whiteley, 1994). Cuanto más fina la fibra de lana mayor es la suavidad que percibe el consumidor de la prenda, resultando en un mayor confort. Prendas que contienen cantidades importantes de fibras (más de 5%) con diámetros mayores a 30 micras estimulan los receptores del dolor a nivel piel y provocan irritación y molestias al usuario (Montossi et al., 1998a).

Según datos publicados en el Anuario de la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (MGAP-OPYPA, 2019), sobre la producción de lana a nivel global indican una pequeña suba de 2,6% alcanzando un volumen de 2.154 miles de toneladas en base sucia. La mayoría de los países productores de lana registraron subas por debajo del 1%. Los principales países, China y Australia, tuvieron subas de 0,1% y 0,9% respectivamente. Tanto Argentina como Mongolia y Reino Unido mostraron subas del 2,5%, mientras que la producción de Uruguay aumentó 2,8%. Por otra parte entre los países que registraron bajas en su producción de lana se encuentran Nueva Zelanda con un descenso de 0,9% y Sudáfrica con una baja del 7,2%. La lana fina registró una baja en su producción (0,4%) mientras que la lana utilizada en la producción de textiles para interiores, de mayor micronaje, registró una leve suba del 0,6%. La brecha de producción entre ambos tipos de lana se fue ampliando desde el año 2007.

De acuerdo con Montossi et al. (2007), en los últimos 25 años la proporción de raza Merino dentro del stock ovino nacional ha aumentado, en 1998 representó un 10 %

(1.8 millones de cabezas) de la población ovina nacional, con una producción anual en torno a los 7 millones de kilos de lana sucia. Los resultados de la Oficina de Estadísticas Agropecuarias (MGAP-DIEA, 2002), elevan la proporción al 18,8% (2,17 millones de cabezas) y se estima una producción cercana a los 8 millones de kilos de lana sucia, donde se predice que la producción de lanas por debajo de las 19,5 micras será aproximadamente entre un 10 y 1% de la misma. La producción lanera se encuentra principalmente localizada en los suelos más marginales de la región de Basalto y otros de problemática similar, donde la misma representa al menos el 33% de las cabezas ovinas manejadas por los productores laneros de la región. Esta producción por las características de la región donde se encuentra, posee escasa oportunidad de diversificación hacia otros rubros alternativos.

Debido a los diferentes rendimientos al lavado que posee cada país, la comparación en base limpia es la mejor manera de analizar la evolución de la producción de lana. Por ejemplo mientras que Australia posee un rendimiento del 76%, China tiene un rendimiento del 40%.

En Uruguay, más del 70 % de la producción ovina genera un tipo de fibra textil, que en el corto y mediano plazo, presentará limitantes para su comercialización (adicional al bajo valor relativo del producto), dentro de este porcentaje se encuentran los genotipos doble propósito de amplia difusión, los cuales están orientados tradicionalmente a la producción de lana. En este sentido, Cardellino (2007) señala que las amenazas en el mercado internacional para las lanas medias serían: a) demanda no tan fuerte, b) mayor competencia en performance y precios de otras fibras y c) dificultad en mantener un sobreprecio. Este mismo autor concluye “bajo cualquier circunstancia, los productores de lanas medias deberían mantener sus esfuerzos por incrementar la productividad y calidad de sus lanas (color y fibras pigmentadas). Dentro del amplio rango que abarca este tipo de fibras (25 a 32 micras), los productores deberán orientar sus esfuerzos claramente a la producción de lana hacia el sector más fino.

Datos más recientes obtenidos de la Encuesta Ganadera Nacional del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP-EGN, 2016) indican que la proporción de la raza Merino Australiano en el total del país es de un 27%, representando la segunda raza de importancia y según ubicación geográfica esta raza en la zona norte ocupa un 52%. La finura de la lana de la población Merino del Uruguay posee un promedio histórico de 21,8 micras (rango de 20,4 a 24 micras y es considerada en el ámbito internacional, con altos rendimientos al lavado, aceptable largo y resistencia de mecha, color y brillo de la fibra insatisfactorios (Montossi et al., 2006ab) (Anexo 6.4). En 22 años el merino paso a producir 7,5 millones de kilos por debajo de las 22,5 micras donde la mayoría de estas categorías de lanas (86%) se ubica entre 17,1 y 20 micras, indicando la mayor parte de estas lanas en la categorías de lanas superfinas, rango de micronaje con mayor posibilidad de colocación en el mercado (Cardellino, 2020).

El Merino Dohne (MD) ha demostrado ser una raza de doble propósito y que produce lana fina de calidad, extremadamente adaptable, con propiedades de fácil cuidado y capacidad de prosperar bajo condiciones ampliamente divergentes. Esto se ha traducido en un crecimiento sostenido en los números, y la expansión a otras zonas de Sudáfrica. Un número creciente de Merinos Dohne también se han exportado a otros países productores de ovejas (Montossi et al., 2007b).

Esta raza sintética fue generada en Sudáfrica en la década del 30, por el Sr. Koot Kortzé del Departamento de Agricultura de este país en la Estación Experimental de Dohne. La selección de cruzamientos entre Merino Peppin (lana) y Merino Mutton (ó Merino Alemán o SAM) (carne) culminaron después de 15 años en la generación del MD. El objetivo de selección de su creador, sobre la base de uso de herramientas objetivas disponibles en ese momento, fue la generación de una raza sintética de doble propósito adaptada a sistemas ganaderos extensivos como intensivos, siendo está una de las mayores razones de éxito. Esta raza constituye aproximadamente el 70% del total del stock ovinos sudafricanos (Montossi et al., 2007b).

En el Uruguay, en el año 2002, la cabaña “Tres Árboles” fue la primera en introducir la raza al país. Este genotipo de Merino es importante en los sistemas ganaderos semi-extensivos, donde es posible la implantación de pasturas mejoradas (20 a 30% del total del establecimiento), como una opción de producción de carne ovina viable desde el punto de vista económico, particularmente asumiendo que el proceso de engorde de corderos pesados se realizará sobre pasturas mejoradas. Teniendo presente que la producción de lana en este rubro siempre tiene su lugar en lo productivo, económico y social, donde las ovejas de cría pasan gran parte de su ciclo productivo sobre el campo natural, ya que la priorización de los mejoramientos se orienta hacia su utilización para la producción (engorde) de carne bovina y ovina. Es esta la razón de la introducción de nuevos genotipos que afinen las lanas medias y que con ello permitirían generar un nuevo “doble propósito”, más adecuado a los requerimientos de los mercados, teniendo buenos niveles reproductivos, estado sanitario y de crecimiento, y además generando lanas finas y superfinas de alta demanda y mejor valor (Montossi et al., 2007b).

Estudios en la población de MD indican que las correlaciones genéticas son relativamente bajas entre el peso corporal, el peso del vellón limpio y diámetro de las fibras, lo cual podría ser una predicción acerca de que la calidad y cantidad de la lana, no podrían verse comprometidas a una respuesta correlacionada a la selección de las características de producción de carne en este Merino (van Wyk et al., 2008).

Las características de la lana como: diámetro de fibra (DF), peso de vellón sucio (PVS), peso de vellón limpio (PVL), rendimiento al lavado (RL), largo de mecha (LM), factor de confort (% de fibras > 30 micras) y su relación con el tipo de piel (correlación existente con el score folicular), son características que se evalúan en los animales cuando alcanzan su condición de adulto. Es por dicho motivo que se comprende la importancia de poder distinguir individuos con características superiores a temprana edad, tales como las características histológicas (folículos secundarios, relación entre folículos secundarios y primarios) en el cordero, lo que permitiría avanzar más rápido en la selección genética de la majada.

Las mediciones cuantitativas de folículos y las propiedades perceptibles de la calidad de la piel, fueron investigadas para su posible uso en la selección de índices de mejora en el vellón Merino (Hynd 1995, Hynd et al., 1996).

### **1.3.1 Estructura de la piel ovina**

La piel de los ovinos se compone de la epidermis y de la dermis. 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, 1961). La estructura de la piel (Figura 1) consta de la dermis que está formada por dos capas no muy delimitadas: la papilar o termostática, que incluye los folículos pilosos, las glándulas sebáceas y sudoríparas (Waites et al., citados por Costa et al., 2006) y el músculo erector del pelo (músculo Pili-erector) y la capa subyacente, denominada reticular por estar formada de haces de fibras de colágeno en disposición tridimensional recordando a una red.

La epidermis comprende las siguientes capas, partiendo desde la superficie de la piel (Helman, 1965):

1. Estrato córneo
2. Estrato lúcido
3. Capa granulosa
4. Estrato espinoso
5. Capa basal o germinativa

1. Estrato córneo: está constituido por varias capas de células muertas que contienen queratina. En la superficie, esta capa va descamándose y las células son sustituidas por otras formadas en la capa basal. Esta pérdida es un estímulo para la actividad mitótica, existiendo un equilibrio entre ambos procesos.

2. Estrato lúcido: está formado por varias capas de células aplanadas muy compactadas, dándole un aspecto muy homogéneo, puede estar ausente especialmente en las partes donde la piel es más fina.

3. Capa granulosa: consta de una sola capa de células y en algunas zonas del cuerpo no existe. En su citoplasma se encuentra un material granular e irregular denominado queratohialina.
4. Estrato espinoso: compuesto por una capa variable de células, que siempre está presente en la epidermis. Es en la zona de la epidermis donde se encuentra la mayor cantidad de granos pigmentarios de melanina, disminuyendo su número en dirección distal. Los gránulos de melanina son producidos por células formadas en la capa basal, denominadas melanocitos. Estas se oxidan transformándose en melanina (se oxida el aminoácido tirosina por medio de la enzima tirosinasa). En el folículo los melanocitos se forman a partir del bulbo y la vaina interna de la raíz. La falta de pigmento en la fibra de lana se atribuye a una incapacidad de los melanocitos para sintetizar tirosinasa. Dentro de la fibra, el cortex es la parte más pigmentada. Esta presencia de pigmentos se asocia a la actividad folicular. La falta en vitamina A y D por el consumo de dietas pobres producen la decoloración de la fibra. Es importante tener presente que la pigmentación de la piel es independiente de la pigmentación de la lana.
5. Estrato germinativo o capa basal: consta de una sola capa de células cilíndricas o cúbicas de núcleos grandes, que se reproducen constantemente para reponer las que se pierden en las capas epidérmicas más externas. Está separado de la dermis por la membrana basal.

La dermis o corión es el tejido conjuntivo de la piel, que presenta dos partes:

1. Dermis propiamente dicha, en contacto con la epidermis.
2. Hipodermis (es la capa más profunda).

1. Dermis: representa entre un 40-50% del espesor de la piel. La dermis está formada por dos capas no muy delimitadas: la papilar o termostática, que incluye los folículos pilosos, las glándulas sebáceas y sudoríparas.

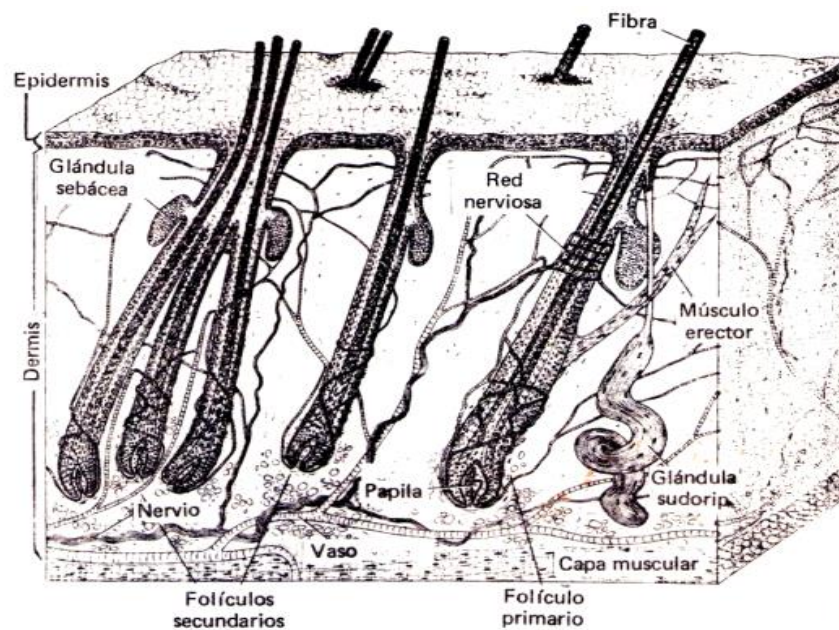
*Zona o estrato papilar:* compuesto de tejido conjuntivo elástico y colágeno. Este estrato es rico en capilares sanguíneos y nerviosos encargados de nutrir a la epidermis, además contribuyen a la regulación de la temperatura corporal, siendo

este estrato el que le da las propiedades características al cuero (Ryder y Stephenson, 1968). Existen cuatro redes capilares: la que irriga el tejido conjuntivo por debajo de la epidermis, la que rodea la matriz de los folículos, la que constituye la papila de los folículos y la que rodea las glándulas sebáceas y sudoríparas.

*Zona o estrato reticular:* se encuentra por debajo del estrato papilar, las fibras de colágeno se engrosan y se entrelazan formando una red abierta. Es menos celular y tiene menos cantidad de vasos que la zona anterior. Esta capa de la dermis garantiza la elasticidad, flexibilidad y capacidad de deformación de la piel.

**2. Hipodermis:** es un tejido conjuntivo laxo, que une el corión a las partes adyacentes del organismo. Está constituida por fibras de colágeno, elásticas, vasos sanguíneos y terminales nerviosas (Mendoza Amaral, 1968). En sus partes más complejas, comprende varias capas: el panículo adiposo donde muchos animales por ejemplo bovinos, poseen una capa de grasa, la cual no debe ser confundida con la capa de grasa superficial sobre los músculos; este estrato adiposo está por lo general poco desarrollado o ausente en el ovino. Una capa de vainas de tejido conjuntivo compuestas por haces de fibras elásticas, denominadas fascias superficiales; en dicha capa existen animales capaces de desarrollar en determinada zona del cuerpo una fina capa de músculo denominada músculo cutáneo (matambre). Por último existe una capa denominada tejido celular o conjuntivo subcutáneo el cual sirve como depósito de grasa, es un tejido conjuntivo laxo con una zona clara de separación (Ryder y Stephenson, 1968).

Figura 1. Corte de piel ovina



Fuente: Lyne, citado por Williams (1976).

La interacción entre estos tejidos que forman la piel del ovino, es esencial no sólo en la formación y desarrollo de los folículos de la lana en la vida fetal, sino también en el mantenimiento de la producción de fibra en los animales adultos (Moule 1966, Moore 1984). Lo más importante en la interacción celular para el desarrollo folicular, es que la dermis aparenta controlar no sólo las características de los folículos sino también su forma de distribución (Moore, 1984). Según Lyne (1961), el promedio de la piel de ovejas Merino es de 1,83 mm y para ovejas cruce es de 2,15 mm, sin observar cambios importantes con la edad.

### **1.3.2 Estructura del folículo piloso**

La lana se origina a partir de los folículos. Los folículos son órganos que se forman en las células epidérmicas luego que éstas reciben ciertos estímulos de las células mesenquimáticas (fibroblastos) que yacen debajo, por lo pronto los químicos explican la formación de la lana por controles genéticos (Hynd et al., 1996).

El folículo es el nombre dado a las pequeñas “bolsitas” que aparecen en la piel, y que producen fibras tales como el pelo y la lana. Los folículos determinan la cantidad y calidad de la lana que el animal produce, es un órgano de la piel, que se introduce 0,5 a 1 mm por debajo de ella.

Básicamente se distinguen dos tipos de folículos: Primarios y Secundarios. Estos se diferencian por las estructuras accesorias y el momento de iniciación en la piel. La iniciación folicular comienza aproximadamente a los 50-65 días de edad fetal, en el caso de los folículos primarios, y alrededor de los 90 días en los secundarios.

Los folículos primarios se inician primero en la piel y poseen varias estructuras accesorias:

- a-** Glándula sebácea bilobulada
- b-** Glándula sudorípara
- c-** Músculo Pili-erector

Los folículos secundarios se inician y desarrollan más tarde que los primarios y como única estructura accesoria cuentan con una glándula sebácea unilobulada. Algunos de estos pueden ramificarse y formar una especie de ramillete de varios folículos, que tienen una abertura común hacia la superficie de la piel.

En dirección longitudinal, el folículo puede dividirse en las siguientes regiones:

#### *Región del bulbo*

Dentro de ésta se encuentra la papila, que comprende un grupo de células de la dermis que se proyectan dentro del extremo invaginado del folículo. Estas células están rodeadas de capilares sanguíneos. El bulbo contiene las células germinativas, las cuales se multiplican para proveer las células de la fibra. Aquí se dan nuevas divisiones celulares, provocando que las células ya formadas sean expulsadas del bulbo por las nuevas, dando una corriente de células saliendo continuamente del folículo. Las células mueren, al darse dentro de ellas ciertas reacciones químicas, que las endurecen y cementan entre sí y son expulsadas del folículo como fibra de lana.

Este proceso de endurecimiento de las células se llama queratinización, debido a que se forma una proteína insoluble, la queratina, mediante la unión de moléculas de aminoácidos por medio de átomos de azufre.

#### *Región por encima del bulbo*

Esta región tiene una forma ligeramente en espiral, y además es más gruesa de un lado que del otro, ya que el folículo tiene una especie de “hinchazón” en uno de sus lados. Las células de la fibra están diferenciadas, y la propia fibra se queratiniza a medida que es rodeada por las capas ya queratinizadas de la vaina interna de la raíz.

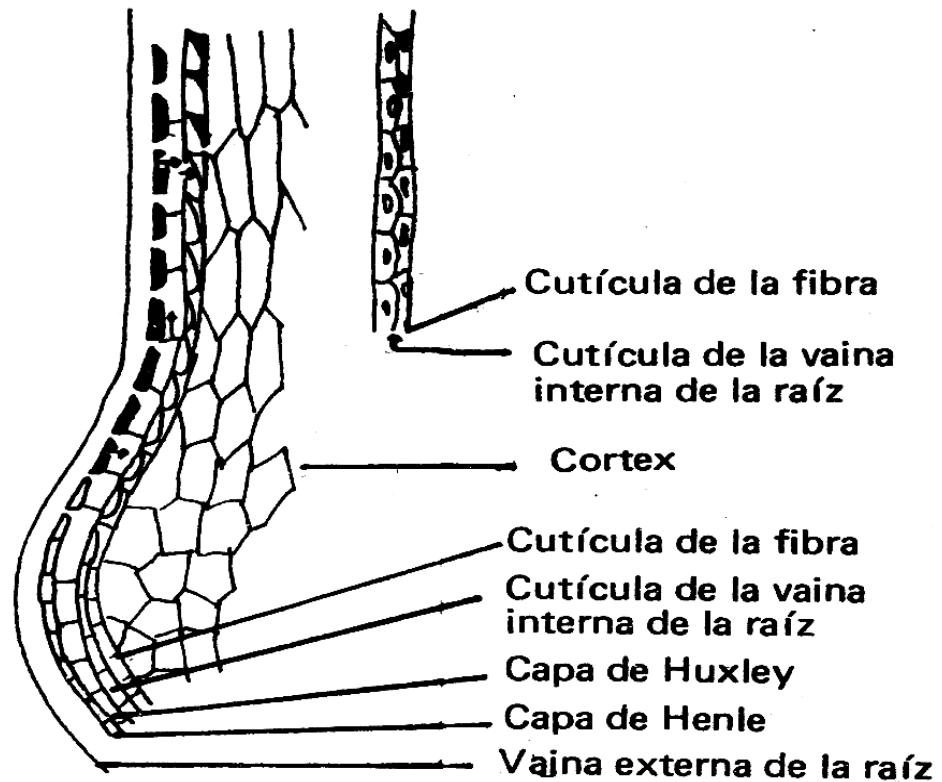
#### *Tercio superior del folículo*

En esta región, la vaina externa de la raíz tiene una estructura similar a la epidermis con la cual se continúa. La membrana del folículo y la parte superior de los conductos de las glándulas sudoríparas y sebáceas, están alineadas con varias capas de células cornificadas. En esta región las fibras están completamente queratinizadas (Anexo 6.5).

Mediante un corte transversal se pueden observar las siguientes capas en el folículo (Figura 2), partiendo de la más exterior:

- a.** Vaina externa de la raíz
- b.** Vaina interna de la raíz (capas en orden perifero-axial):
  - Capa de Henle
  - Capa de Huxley
  - Cutícula de la vaina interna
- c.** Cutícula de la fibra
- d.** Corteza o corte

**Figura 2.** Corte transversal del folículo.



Fuente: adaptado de Ryder y Stephenson (1968).

### 1.3.2.1 Estructuras accesorias del folículo, características y funciones

#### Glándula sebácea

Es una glándula que se encuentra al costado del folículo y su conducto desemboca en el interior de éste. En los folículos primarios es bilobulada y en los folículos secundarios es unilobulada y además generalmente más pequeña. Esta glándula segrega una cera, formada por ésteres y ácidos grasos, la cual es insoluble en agua y soluble en solventes orgánicos, cuya finalidad es la de proteger a la fibra de los elementos climáticos. Esta cera recubre a la fibra e impide el afieltramiento, preserva de daños mecánicos y actúa como repelente del agua (Pérez Álvarez et al., 1992).

### Glándula sudorípara

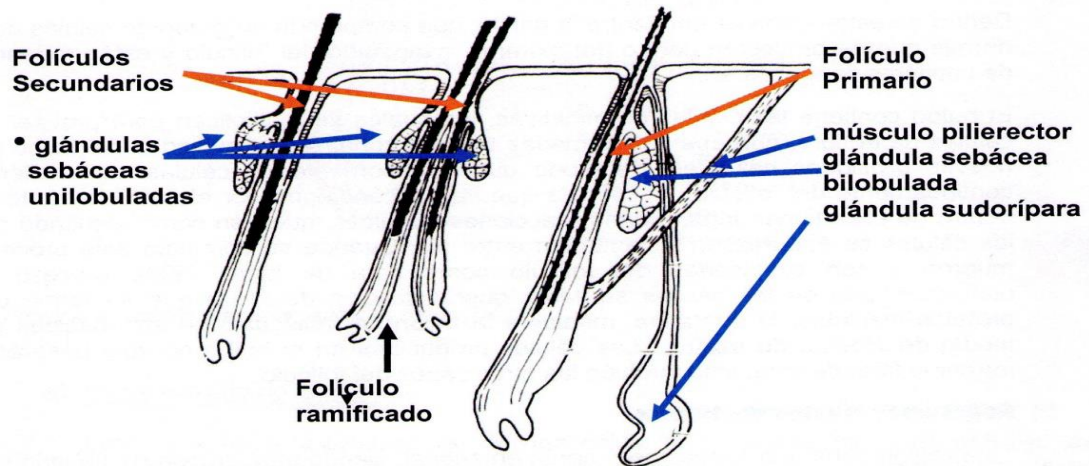
Se encuentra distribuida en casi todo el cuerpo, segregan el sudor o suitina que está formado por sales de potasio solubles en agua, a través del cual el organismo regula la temperatura y elimina toxinas. La glándula es un tubo que se enrolla en forma de ovillo. El sudor protege a la fibra de los rayos ultravioletas de la luz solar (Pérez Álvarez et al., 1992).

La cera y el sudor forman la suarda de la lana, la cual contiene 44% de ácidos grasos y 56% de fracción insaponificable, que lubrica la fibra, protegiéndola de los agentes exteriores. La proporción de suarda varía según la raza y también es diferente en las distintas zonas del cuerpo. La suarda aumenta con la finura del vellón, la región del tronco es la que contiene mayor cantidad, siendo menor en la región ventral, ancas, cuello y parte superior del lomo. La producción de suarda es constante a lo largo del año. Existe la creencia de que en los meses de mayor temperatura la producción aumenta, lo que realmente ocurre es que la suarda se encuentra menos solidificada. El contenido de suarda es un factor importante en la determinación del toque, característica utilizada para determinar la finura del vellón en lanas cruda fina y Merino (Ryder y Stephenson, 1968).

### Músculo Pili-erector

Está formado por unas pequeñas fibras musculares lisas que se encuentran ubicadas a un lado del folículo. Sus extremos están unidos al folículo por un lado y a la epidermis por el otro. No tiene ninguna función específica en el folículo productor de lana, aunque algunos investigadores sostienen que ayuda al mecanismo termorregulador de la superficie de la piel (Moule 1962, Von Bergen 1963).

**Figura 3.** Diagrama de folículo primario, folículo secundario simple y secundario ramificado, con sus glándulas accesorias.



Fuente: adaptado de Ryder y Stephenson (1968).

A modo de resumen (Figura 3), los folículos se diferencian por sus estructuras accesorias, estando los folículos primarios conformados por glándula sudorípara, glándula sebácea bilobulada y músculo Pili-erector, mientras que los secundarios sólo contienen glándula sebácea uni-lobulada (Black, 1987).

### 1.3.2.2 Irrigación sanguínea al folículo

La fibra en crecimiento es alimentada por vasos sanguíneos en casi un tercio del folículo y en la papila. El tamaño y forma de la papila se asocia con el diámetro de la fibra en crecimiento. Cuanto más grande sea el volumen de la papila, más grande será el diámetro de la fibra en el nivel de queratinización. Como las papilas más grandes usualmente contienen más vasos sanguíneos, las variaciones del diámetro estarían asociadas con el número de vasos sanguíneos en la papila (Ryder y Stephenson, 1968).

El tipo de crecimiento de la fibra es proporcional a la relación del volumen de papila con el área de la superficie de ésta. El abastecimiento de sangre al folículo consiste

en una red de vasos capilares que rodean el tercio inferior del folículo y por otro lado, capilares que entran en la papila. De esta forma llegan los nutrientes necesarios para la división celular (Ryder y Stephenson, 1968).

Ferguson, citado por Ryder y Stephenson (1968), fue capaz de demostrar experimentalmente que un aumento en la circulación sanguínea a causa de una vasodilatación, resulta en un aumento en la producción de lana.

Una razón para la reducción del crecimiento de lana luego de una restricción de nutrientes, parece ser, una disminución del promedio de división celular del bulbo (Short et al., 1958, Hynd et al., 1986) (Anexo 6.6 y Anexo 6.7).

### **1.3.2.3 Desarrollo folicular**

La iniciación folicular comienza sobre el cráneo del feto cerca de los sesenta días de gestación y luego se expande en forma de olas por todo el cuerpo para el caso de los folículos primarios, y alrededor de los noventa días en los secundarios, y continúa con una serie sucesiva de cambios, hasta que los folículos son totalmente funcionales (Black 1987, Pérez Álvarez et al., 1992) (Cuadro 1).

#### *Folículos Primarios (FP)*

El folículo primario comienza a desarrollarse a partir de una pequeña capa de células de la epidermis, llamada basal, que crece hacia la capa papilar de la dermis. Este folículo empieza su desarrollo alrededor de los 45 o 50 días de vida fetal, llegando al estado de "papila", potencialmente funcional, a los 70-75 días aproximadamente. Antes que alcance el doble de su ancho comienza a aplanarse en la base y las células de la dermis a concentrarse en la base. En el costado del folículo inmaduro empieza a formarse la glándula sebácea, y al final de este estadio, a su lado se forma una glándula sudorípara bilobulada. En última instancia, sobre el mismo lado donde están ubicadas las glándulas sudorípara y sebácea, se forma el músculo Pili erector. En el estado de "papila", comienza a formarse el canal piloso por queratinización de las

células epidérmicas. Todo este proceso concluye alrededor de los 90 días de vida fetal. La lana es producida por multiplicación de las células epidérmicas que rodean a la papila. La fibra formada es luego impulsada hacia arriba por la presión de la división celular. Al final de este estadio, aproximadamente a los 100 días de vida fetal, la punta de la fibra se queratiniza y cuando el crecimiento sobrepasa el nivel de la glándula sebácea, se considera que el folículo está maduro (Cuadro 1 y Anexo 6.8).

Cambios sucesivos que pueden ser descriptos para un folículo primario (Ryder y Stephenson, 1968):

*Fase 1 - Tapón folicular:* La primera etapa en la formación de un folículo es la multiplicación celular en un punto de la epidermis formando un tapón de células. Al mismo tiempo existe una aglomeración de células dermales por debajo del tapón. Como consecuencia de la continua división celular en este tapón, el folículo se invagina en la dermis, usualmente en un ángulo agudo con respecto a la vertical. En esta etapa (75 días de gestación), el folículo no tiene suministro de sangre y puede ser visto invaginándose sin el contacto de la red de capilares sanguíneos que se encuentran inmediatamente por debajo de la epidermis.

*Fase 2 - Pre papila:* La base del tapón folicular se aplasta antes de que el largo del tapón haya alcanzado el doble de su ancho. Durante esta fase aparece la glándula sudorípara como un sólido brote en un lado del folículo. Posteriormente se forma el brote de la glándula sebácea por debajo del brote de la glándula sudorípara y las glándulas pueden ser reconocidas.

*Fase 3 - Papila:* La base del tapón se vuelve cóncava y se forma una papila del casquete de células dermales las cuales aparecen en la fase 1 (feto 90 días). Además se forma el músculo Pili-erector en la dermis del mismo lado que las glándulas anexas y se extiende desde la parte inferior del folículo hasta la epidermis. En esta etapa del desarrollo los folículos se han invaginado hasta el nivel de los vasos sanguíneos, y ocasionalmente los capilares sanguíneos pasan cerca del folículo y lo rodean. Alrededor de esta etapa una estructura conocida como el canal piloso

comienza a formarse en la epidermis, éste se forma por la queratinización de células y la aparición de espacios intercelulares.

*Fase 4 - Cono de la fibra:* Las células de la parte inferior del folículo en desarrollo forman un cono, con un extremo sólido dirigido hacia la superficie de la piel, el cual posteriormente dará origen a la capa de Henle. En esta etapa la glándula sudorípara comienza a formar un lumen. El músculo Pili-erector está presente como dos hebras extendidas debajo de la epidermis a los lados del folículo a nivel profundo.

*Fase 5 - Cono de la fibra adelantada:* La punta del cono fibroso alcanza el nivel de la base de la glándula sebácea. Dentro del cono, durante el desarrollo de la fibra pueden reconocerse las células que van a dar origen a la capa de Huxley, a la cutícula interna de la raíz y al cortex de la fibra.

*Fase 6 - Formación de la fibra:* La punta de la fibra de lana endurecida, queratinizada, aparece dentro del cono, y alcanza el nivel de la glándula sebácea (feto 100 días). La fibra y la vaina interna alrededor de ella son producidas por la multiplicación de las células de la epidermis que rodean la papila. Solamente estas células se mantienen muy activas por lo que la fibra es empujada hacia arriba por la presión ejercida por la división celular en el bulbo. La parte restante de la columna de células que crece a partir de la epidermis origina la vaina externa de la fibra. En esta etapa a pesar de que la papila está bien desarrollada, aún no contiene ningún vaso sanguíneo, aunque algunas redes capilares comienzan a formarse alrededor del folículo.

*Fase 7 - Fibra en la epidermis:* La punta de la fibra emerge a través de la punta del cono y descansa en la epidermis en un canal formado el cual comenzó su desarrollo en la fase 3. Wildman en 1932, adaptado por Ryder y Stephenson (1968), consideró que la cera de la lana entra al canal desde la glándula sebácea facilitando el pasaje de la fibra. La presión ejercida desde abajo causa que la fibra se arquee dentro del canal, y a su vez esto levante la epidermis ocasionando una pequeña protuberancia.

*Fase 8 - Emerge la fibra:* Finalmente la presión ejercida por la fibra es tan grande que la capa exterior de la epidermis rompe, permitiendo a la punta de la fibra emerger por encima de la superficie de la piel (102 días). Los vasos sanguíneos solamente están comenzando a entrar en la papila, y aquí forman sólo un lazo

alrededor de ella, sin haberse expandido como para llenar el volumen total de la papila.

#### *Folículos Secundarios (FS)*

El proceso de desarrollo de folículos secundarios presenta ciertas diferencias respecto al de los primarios. La más importante es que la mayoría de estos folículos forman nuevos folículos a partir de los originales. Los folículos secundarios tienden a alcanzar un mayor largo que los primarios, antes que la base comience a achatarse. Las ramificaciones de estos folículos aparecen una vez formada la glándula sebácea rudimentaria que los acompaña. La formación del canal piloso es un poco más tardía que en los primarios y éste no se dobla por debajo de las capas más exteriores de la epidermis, como ocurre con los primarios. Los folículos secundarios derivados, presentan los mismos estadios de desarrollo que los originales y a excepción de estos, no son formados por la epidermis. Su glándula sebácea se desarrolla más tarde, mientras el canal piloso por donde pasa la fibra es similar al que se desarrolla en el folículo original.

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). El desarrollo de estos ocurre probablemente más rápido por carecer de algunas estructuras accesorias. Interesa el modo en que los folículos adicionales se derivan por ramificación, ya sea del folículo original o de otros folículos derivados (Ryder y Stephenson, 1968). De manera general podría decirse que los folículos primarios forman las fibras más gruesas y los secundarios las más finas. Carter (1959) citado por Helman (1965), indica que la relación numérica final (post-natal) entre ambos tipos de folículos depende, principalmente, de factores hereditarios, pero sujeta a algún grado de modificación por influencia del medio ambiente durante el periodo de crecimiento de los ovinos, agregando que la variación de esta relación numérica puede tener una profunda

influencia sobre el conjunto de características del vellón del Merino, sobre todo, respecto a la densidad (Anexo 6.9).

**Cuadro 1:** Resumen con los principales estadios del desarrollo folicular.

<b>EDAD FETAL (días)</b>	<b>INICIACION FOLICULAR</b>	<b>INICIACION DE GLANDULAS</b>	<b>FIBRA DE LANA</b>
<b>35-40</b>	Primario central en cabeza y cara		
<b>55-65</b>	Primario central en todo el cuerpo		
<b>75-90</b>	Primarios laterales	Sudorípara en primario central	
<b>80-95</b>		Sebácea en primario central y sudorípara en primarios laterales	
<b>90-110</b>	Secundarios originales	Sebáceas en primeros laterales	Iniciación en primario central
<b>100-120</b>		Sebáceas en secundarios originales	Iniciación en primarios laterales y emergencia en primario central
<b>115 en adelante</b>	Secundarios derivados		
<b>115-120</b>			Emergencia en primarios laterales
<b>120 en adelante</b>		Sebáceas en secundarios derivados	Iniciación en secundarios originales
<b>130 en adelante</b>			Emergencia en secundarios originales
<b>135-145</b>			Iniciación en secundarios derivados
<b>140-150</b>			Formación en secundarios derivados de primera ola
<b>Post-natal</b>			Formación en secundarios derivados de segunda ola

↓  
Rápida expansión de la piel

Fuente: adaptado de Hardy y Lyne por Rodríguez Palma y Surraco (2003).

#### 1.3.2.4 Desarrollo de la población folicular

Los folículos pilosos de todos los mamíferos se distribuyen en la piel formando grupos de tres (trío), los cuales varían mucho en tamaño y distribución (Helman, 1965). También existe la misma característica en los ovinos, los folículos en la piel de estos se presentan en grupos, a los que se les refiere colectivamente como población folicular. Para el momento en que nace el animal, los folículos de lana están ordenados como “grupos foliculares” en la piel, cada uno entre 0,5 y 1,5 mm de superficie. Hay solo tres folículos primarios por grupo (Ryder y Stephenson, 1968).

Entonces, la organización de los folículos pilosos en ovinos, consiste en un grupo básico de tres folículos primarios (P) y un número variable de folículos secundarios (S), los primarios preceden en la ontogenia a los secundarios. Es decir que el grupo folicular se puede expresar como:  $3P + S$ .

La formación del grupo folicular se divide en tres períodos bien definidos, los cuales se pasan a describir a continuación:

*Período Pre-Trío:* iniciación de un folículo primario, aislado de otros folículos primarios, todos destinados a ser miembros fundadores de sus respectivos grupos. Estos son los llamados primarios centrales, y su formación comienza aproximadamente entre 50 y 65 días de preñez. La iniciación de los folículos centrales primarios comienza en la cara y la nuca del feto, y en todas las razas esto ocurre entre los días 45 y 54 de gestación. Posteriormente aparecen en el cuello, extremidades y flancos. Por último entre los días 54 a 63 aparecen en el resto del cuerpo (Ryder y Stephenson, 1968).

*Período Trío:* Luego de la aparición de la glándula sudorípara en el folículo primario central, la segunda fase comienza con la iniciación casi simultánea de dos folículos, uno a cada lado de los centrales. Estos nuevos folículos son los llamados primarios laterales y su formación comienza aproximadamente a los 75 días de gestación. La

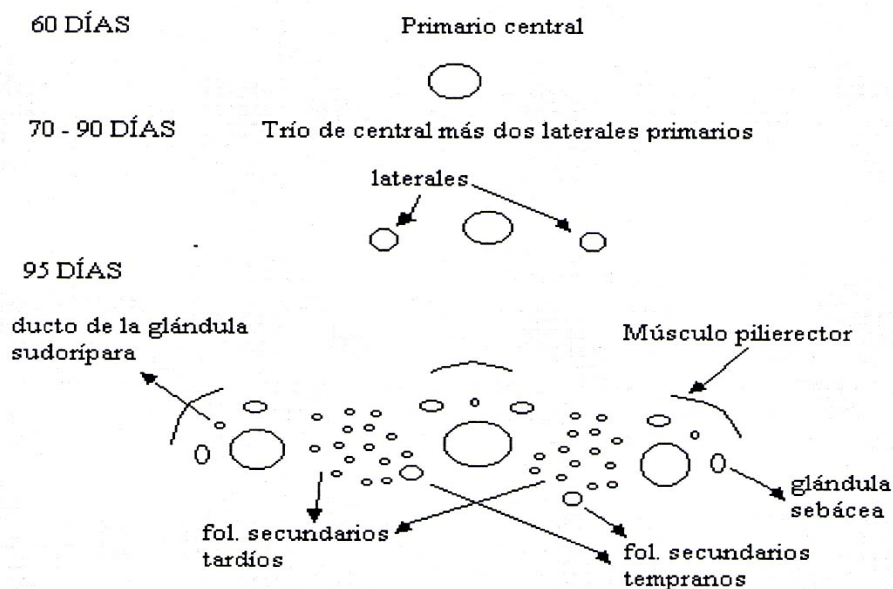
duración del período Trío es de 15 días, hasta ese momento sólo los folículos primarios se han desarrollado, no hay presencia de folículos secundarios. En la raza Romney de Nueva Zelanda este período trío comienza a los 63 días y se completa en todas las regiones del cuerpo en el día 95 de gestación. Carter (1943) y Hardy y Lyne en 1955 mostraron relaciones similares entre las etapas de desarrollo del grupo folicular en el Merino Australiano, entonces parece correcto pensar que existe un patrón de desarrollo del Trío, que lo hace medianamente constante entre razas.

*Período Post-Trío:* aproximadamente a los 90 días de edad fetal, comienza la última fase, con la iniciación de los folículos secundarios, en un número que dependerá de la raza del animal. Este es el período más largo de las etapas prenatales y ocupa el resto del tiempo hasta el nacimiento (Ryder y Stephenson, 1968). Culmina con el establecimiento del vellón natal (Birthcoat) del cordero, más o menos a los 150 días de gestación. Cuando los folículos primarios están completamente diferenciados se presentan asociados con estructuras accesorias como las glándulas sudoríparas, las sebáceas y el músculo erector del pelo. En cambio, el folículo secundario puede estar asociado a la glándula sebácea (a veces menor que la encontrada con el folículo primario) o estar independiente. Es decir, los folículos primarios, ubicados en la profundidad de la dermis, se encuentran alineados en grupos de tres, llamados estado de trío o tríada. Están capacitados para producir los cuatro tipos diferentes de fibra que se pueden encontrar en el vellón, a saber: Lana, Fibra heterotípica, Pelos y Kemps. Los folículos secundarios, en cambio, más numerosos y pequeños que los primarios, se encuentran rodeando a estos últimos y producen únicamente fibra lana. Dicha tríada, con los folículos secundarios anexos, constituyen la "unidad de producción de lana". La estructura del vellón, en consecuencia, está íntimamente relacionada con el número, distribución y comportamiento de estos folículos, fenómeno que se conoce como relación S/P. Se sabe que las lanas más finas se corresponden con una mayor densidad folicular, la que se expresa en producciones de fibras más cortas; por lo tanto, las lanas tipo Merino deben tener una relación S/P no inferior a 25/1; las cruza finas, una relación equivalente a 10/1, mientras que en las gruesas la relación S/P es de 2 a 3/1.

Otros autores describen el proceso de forma similar, ocurriendo la primera oleada de formación de folículos la cual genera los folículos primarios (Fenton et al., 2003). Así comienza la formación de un grupo folicular con la iniciación de un folículo primario, a estos folículos primarios se les llama centrales. Este es el período (Figura 4) de pre-trío y es generalmente establecido sobre toda la superficie de la piel del feto a los 55-60 días en el caso de los folículos primarios (Williams 1995, Fenton et al., 2003).

Posteriormente se forman dos nuevos folículos primarios uno a cada lado del folículo primario central (etapa de trío) en un período de aproximadamente 15 días (Williams, 1995). Según Ferguson y Watts (1999) a los 85 días aparecen los folículos secundarios contiguos a los primarios y a partir de los 105 días aparecen más folículos secundarios derivados como ramificaciones a partir de los secundarios originales.

**Figura 4.** Etapas de desarrollo folicular.



Fuente: adaptado de Ryder y Stephenson (1968).

La formación de folículos productores de lana ocurre durante la vida fetal y una vez ocurrido el parto, la producción de nuevos folículos se detiene completamente (Kelly et al., 2006). Los folículos primarios inician su desarrollo aproximadamente el día 40 de gestación, finalizando e iniciando la producción de fibras de lana el día 90 de preñez. Junto con este proceso (día 90) se inicia la formación de folículos secundarios que finaliza el día 126 de gestación, extendiendo su maduración hasta la semanas postparto (Hocking et al., 1996). La importancia de los folículos secundarios es que son los encargados de producir las fibras de menor diámetro (Kelly et al., 2006). Lo importante a destacar es que transcurren entre 35 y 40 días entre la iniciación del folículo y la aparición de la fibra de lana en la superficie de la piel (Chapman, 1980).

En base a los antecedentes descriptos, los atributos de la lana se determinan por el crecimiento de folículos que se desarrollan en el útero como consecuencia de las interacciones entre la epidermis y la dermis subyacente. Estos procesos comenzarán aproximadamente a los 60 días de gestación en ovejas (Moore et al., 1998). Es importante destacar que existen propiedades de la dermis que son predominantes en determinar el tipo de folículo formados (Sengel, 1990). En los embriones de vertebrados, la dermis dorsal, regiones ventral y de la cabeza se derivan de distintos orígenes (Dhouailly et al., 1998; Sengel, 1990). La dermis de la cabeza se diferencia principalmente de los nervios de las células de la cresta. La dermis ventral y lateral del tronco se origina de la somatopleura, mientras que la dermis dorso- lateral se deriva de las células dermamyotomal de los somitas. Por lo tanto, las grandes diferencias en el pelaje entre la cara, el lomo y vientre se deben a los distintos orígenes embrionarios de la dermis (Craven et al., 2007).

Al nacimiento, todos los folículos primarios estarán produciendo fibra, mientras que los secundarios estarán iniciados, aunque no todos estarán produciendo fibra. Sólo entre 25% y 50% de los folículos secundarios estarán produciendo fibra al momento del nacimiento (Chapman, 1980). También en dicho momento el grupo folicular posee todos los caracteres esenciales del arreglo adulto, otros madurarán

comenzando a producir fibra. En la vida post natal temprana ocurre la expansión en el área ocupada por cada grupo folicular, la emergencia bajo la superficie epidérmica de la fibra producida por los folículos secundarios y la sucesiva muda de fibra de folículos primarios. Estos tres procesos ocurren simultáneamente (Moule 1962, Ryder y Stephenson 1968).

La dermis de la raza Merino presenta capacidad de iniciación folicular hasta los dos años de edad, aunque las estructuras accesorias se determinan en los primeros 45-50 días de gestación (Marston, 1948). En cambio, Laxs y Brown en 1967, citados por Jackson et al. (1975), establece que la maduración puede retardarse en la raza Merino hasta edades tan avanzadas como los 16 meses de edad. Lo mismo indicaron Carter y Tibbits en 1959. Para Schinckel, Williams y Henderson, Fraser, citados por González et al., (1988), sostienen que el grueso de los folículos secundarios maduran entre el primer y sexto mes post-natal, dependiendo de las razas y de las condiciones ambientales (principalmente nutrición).

Entre razas, cuanto menores sean los valores de densidad, más temprana será la maduración de los folículos secundarios. La producción de lana es en función del tamaño, densidad y la eficiencia de los folículos de la piel de las ovejas de producir lana, pero la nutrición también afecta el potencial genético para el crecimiento de la lana (Williams 1982; Hynd 1995).

### **1.3.2.5 Relación entre los folículos**

#### *Relación Folículos Secundarios / Folículos Primarios (S/P)*

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 y Clarke, 1957).

La población de folículos secundarios se expresa habitualmente con referencia a la población de folículos primarios en un área específica de piel. Es así que se obtiene la llamada relación folículo Secundario/ folículo Primario es decir relación S/P. Una mayor relación S/P significa un mayor número de folículos secundarios por cada primario, o sea una mayor densidad. 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).

La relación de estos folículos es una buena medida del tamaño del grupo folicular, (de la proporción de secundarios) y la cual ha sido utilizada ampliamente para la comparación entre razas (Carter y Clarke, 1957, Ryder y Stephenson 1968).

Debido a que los criterios de selección exigen un límite máximo de diámetro de la fibra (Turner et al., 1968, Turner y Jackson, 1978), el aumento de la densidad de folículos bien podría ser una característica específica del Merino. Es decir, en el Merino, un aumento del peso de vellón sólo puede lograrse por el crecimiento de la longitud de fibra y los cambios de densidad folicular o incremento de la superficie productora de lana (animales más grandes). Sin embargo, un aumento de la densidad folicular podría no producirse igual si no hay ninguna restricción del diámetro de la fibra en las ovejas Romney de Nueva Zelanda (Holle et al., 1992).

La estrategia de selección en la majada Merino es seleccionar para aumentar el peso del vellón mientras se mantenga o disminuya el diámetro medio de la fibra. Tal estrategia debe dar lugar a un aumento del tejido folicular por área de la piel, ya que un bajo diámetro medio de fibra se relaciona con un aumento de la densidad de folículos y alto peso de vellón por un aumento total del volumen del bulbo (Gifford et al., 1990).

En la raza Merino, un gran número de folículos secundarios (secundarios derivados) iniciado por ramificación de algunos folículos secundarios originales, y se forman agrupaciones hasta de 9 folículos secundarios a partir de un secundario original. Es

razonable concluir que la mayor proporción del aumento de la relación S/P es resultado de la ramificación de los folículos secundarios originando folículos secundarios derivados (Hardy y Lyne, 1956).

Los folículos secundarios derivados tienden a ser más comunes en la piel de ovejas con altas relaciones entre folículos secundarios y primarios, como por ejemplo en la raza Merino (Cuadro 2) y son comparativamente más raros con bajas relaciones S/P (Chapman y Ward, citados por Gómez et al., 2004).

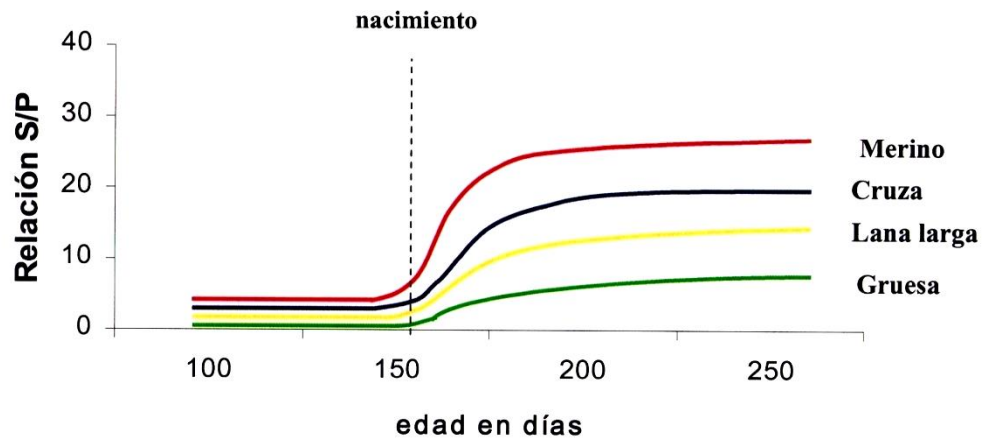
**Cuadro 2.** Densidad folicular (folículos/mm<sup>2</sup>) y relación folículos secundarios/primarios (S/P) de algunas razas ovinas en el país.

Raza	Folículos /mm <sup>2</sup>	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

Fuente: Adaptado de Carter (1955).

Existen varios factores que pueden afectar la población de folículos secundarios, siendo el principal la raza. La relación S/P es similar al momento del nacimiento en razas completamente disímiles (Gráfico 1), mientras que las diferencias aparecen luego, cuando maduran los folículos secundarios (Mendoza Amaral 1968, Pérez Álvarez et al. 1992 (Gráfico 1 y Anexo 6.10)).

**Gráfico 1.** Relación folículos secundarios/primarios (S/P) de corderos previo al nacimiento y hasta los 100 días de edad en distintas razas.



Fuente: Schinckel y Short (1961).

Otro factor determinante desde el punto de vista ambiental es la nutrición (cuadro 3), fundamentalmente en el último tercio de la gestación y los primeros meses de lactancia sumándose a esto diferentes factores como el tipo de parto (borregas de primera cría y ovejas con mellizos). Debido a una mala alimentación al nacer se reduce la maduración de los folículos secundarios en etapas posteriores, dando como resultado una menor relación de fibras S/P. El cual da un mayor valor en la densidad de folículos primarios esperados, por la tardanza en el crecimiento del cuerpo y además por el retardo en la expansión de la piel (Short, 1955) (Faser y Short, citados por Short et al., 1955) (Anexo 6.11).

Es decir la nutrición postnatal temprana, en los primeros meses de vida del animal, determina la velocidad de maduración de los folículos secundarios que aún no estaban produciendo fibra en el momento del nacimiento. Numerosos ensayos demostraron que la subnutrición en ese momento no sólo produce un atraso en la maduración de los folículos sino que también afecta de manera permanente la eficiencia de cada folículo individual para formar fibra (Shinckel y Short, 1961).

Estudios realizados en Australia demostraron que las diferencias de producción de lana entre líneas genéticas aumentan con el incremento de la oferta forrajera (Williams, Robards y Saville, 1972; Atkins, 1988). Es evidente que una deficiente nutrición pre natal restringe la capacidad futura del animal de producir lana, al afectar la maduración de los folículos secundarios. Respecto a la nutrición post natal, la evidencia indica que una mala nutrición en ese periodo retarda la maduración de los folículos secundarios, provocando que algunos de estos no maduren nunca, afectando la producción de lana del animal adulto hasta en un 12% (Pérez Álvarez et al., 1989) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Efecto de la nutrición durante el último tercio de la gestación sobre la maduración folicular en Merino.

Plano nutritivo	Relación S/P al nacer	Relación S/P produciendo fibra
Alto	20,4	3,86
Bajo	18,6	2,05

Fuente: Schinkel y Short (1961).

Luego del nacimiento, los cambios en la densidad de fibras van a depender del grado de maduración de los folículos y de la extensión de la piel que se produce con el aumento del tamaño del cuerpo, ambos factores son afectados fundamentalmente por la nutrición. La densidad poblacional de fibras incide en el peso del vellón, así como la calidad de la fibra.

Por lo tanto, la selección de animales basándose en el incremento de la densidad folicular llevaría a incrementos en peso de vellón limpio y reduciría el diámetro de fibra, por lo tanto generando un aumento en la calidad y cantidad de lana producida (Hynd et al., 1996).

Las características de la piel como el grosor de la piel, la densidad de folículos, relación S/P, el peso de la piel, el peso de la dermis, proteína verdadera o contenido de colágeno son una consecuencia de la genética y la variación nutricional en la tasa de crecimiento de la lana, longitud de la fibra y diámetro de la fibra (Li et al., 2006).

#### **1.3.2.6 Competencia folicular**

Este concepto de competencia se puede aplicar a lo que sucede entre distintas razas y entre líneas dentro de una misma raza (Merino fino, medio y grueso) (Fraser y Short, 1960). Los vellones Merino, con alta relación S/P y por lo tanto gran densidad, tienen fibras más finas y cortas que los vellones Lincoln. En la primera raza mencionada hay poca diferencia en los diámetros y longitud de las fibras producidas por los folículos primarios y secundarios, mientras que en la raza Lincoln, las fibras de los folículos primarios son más largas y más gruesas que las producidas por los folículos secundarios

Se puede concluir que en el caso del Merino, cuando los folículos primarios están produciendo fibra, sufren la competencia de un gran número de folículos secundarios que se inician y maduran. Para la raza Lincoln, con bajo número de folículos secundarios por unidad de superficie de piel, los folículos primarios sufren poca competencia en el momento en que están produciendo fibra, mientras que los secundarios, al madurar todos en un intervalo relativamente corto de tiempo, compiten entre sí, y producen fibras más finas que la de los folículos primarios (Fraser y Short, 1960). Entonces los diámetros de los folículos primarios y secundarios en la raza Merino se asemejan más entre sí (mayor uniformidad), en tanto que los diámetros de los folículos primarios y secundarios en la raza Lincoln difieren más entre sí.

El diámetro promedio de las fibras producidas por los folículos primarios es de esperar que sea mayor que el diámetro promedio de las fibras producidas por los folículos secundarios (Nagorcka, 1995a).

Por todo esto se comprende la importancia de la composición de la dotación folicular ya que va a determinar el tipo y la cantidad de lana producida por cada raza e individuo en particular.

### **1.3.2.7 Densidad folicular**

La densidad folicular se define como el número total de folículos por unidad de área de piel (Maddocks y Jackson, 1988).

Es importante la densidad poblacional de fibras por dos razones; la primera es que incide en el peso del vellón y en segundo lugar incide también en la capacidad del vellón para resistir la lluvia, ya que el vellón tendrá una cantidad adecuada de suarda para dicho propósito (Mendoza Amaral, 1968).

La densidad folicular aunque no está directamente correlacionada con el peso de vellón, tiene una correlación positiva con la producción de lana por unidad de área de piel y la curvatura folicular, siendo negativamente correlacionada con el diámetro y porcentaje de suarda en ovejas Merino (Nay, 1970).

La oveja merina tiene una concentración próxima a 60-80 folículos por  $\text{cm}^2$ , en comparación con otras razas de lana gruesa que es de 12 a 28 folículos por  $\text{cm}^2$ . Este desarrollo de los folículos en la oveja merina da lugar a una elevada densidad del vellón, y una gran uniformidad de las fibras (Mendoza Amaral, 1968).

El número de fibras del vellón es una característica gobernada por varios pares de genes. La herencia establece el potencial para la producción de lana, pero la concreción de este potencial depende de varios factores. Los cambios favorables en el nivel de alimentación pueden aumentar la cantidad de lana producida. La respuesta al cambio es más o menos inmediata y se expresa principalmente por incrementos en el diámetro de las fibras y en su tasa de crecimiento longitudinal.

Se ha comprobado que la densidad de folículos primarios no es significativamente diferente entre las distintas razas, y que la mayor parte de la diferencia en densidad que ocurre entre razas es provocada por las diferencias en el número de folículos secundarios (Pérez Álvarez et al., 1992).

Cada raza porta vellones con densidades foliculares y longitudes de fibras específicas. Se sabe que a mayor densidad folicular, el diámetro y la longitud de las fibras son menores.

Moore et al. (1996) midieron densidades foliculares en 4 líneas de ovejas seleccionadas por diferentes características del vellón. La densidad de folículos primarios y la densidad total de los folículos (P + S) fueron estimados por procedimientos convencionales. El conteo folicular en los animales fetales y adultos demostró que el número de folículos primarios más secundarios originales fueron relativamente constantes a través de las líneas, predominando las diferencias de densidad debido a variaciones en el número de folículos iniciados durante la última ola, formando la población de secundarios derivados. Los cambios en la densidad de folículos se efectuaron por los mecanismos de desarrollo que aumentan o disminuyen el grado de ramificación en lugar de ser mediante la alteración en el número de folículos primarios y secundarios originales.

Los resultados sugieren en primer lugar que el número de sitios de iniciación de folículos primarios o secundarios originales en la formación en el feto, lo que corresponde a los canales pilosos de la piel de adultos, es limitado. En segundo lugar, la piel tiene la capacidad para iniciar folículos después de que la mayoría o todos los lugares han sido ocupados. Se concluyó que los mecanismos que controlan la densidad de folículos, sitios de inicio y la densidad total de los folículos son regulados de manera independiente en las ovejas (Moore et al., 1996).

La superficie de la piel es reducida por una baja nutrición, pero el número de fibras puede disminuirse solamente con un aporte nutricional muy bajo, de modo que el número de fibras por unidad de superficie puede aumentar aún con un nivel nutritivo pobre (Ryder y Stephenson, 1968).

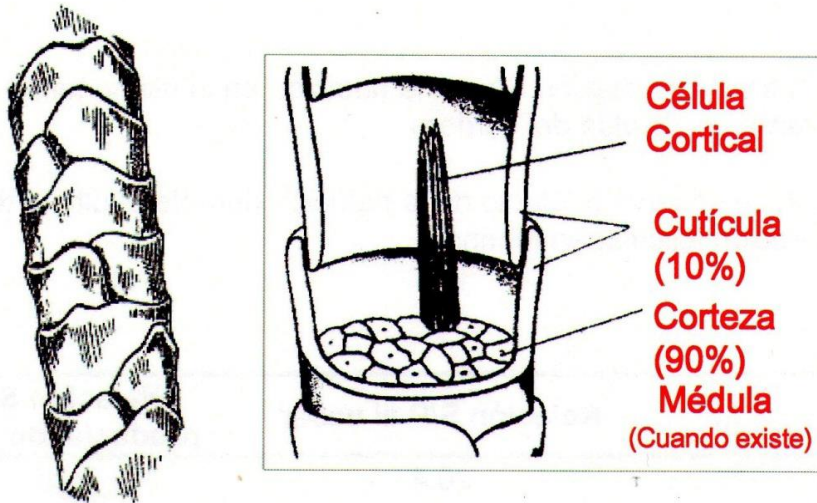
La selección de animales basándose en el incremento de la densidad folicular llevaría a incrementos en peso de vellón limpio, reduciendo el diámetro de fibra, por lo tanto existe un aumento en la calidad y cantidad de la producción (Hynd et al., 1996). Existe una correlación alta y negativa entre el diámetro y densidad folicular, esta relación inversa se da mucho después de la iniciación folicular (Adelson et al., 2002).

### **1.3.3 La fibra de lana**

La lana es una de las fibras más viejas y más extendidas en el mundo. Es una fibra de origen epidérmico y como toda formación de este origen, es similar en su constitución química a la de los pelos, cuernos, uñas de todos los mamíferos. Como estos, está formado por una proteína insoluble, de fórmula muy compleja: la queratina (Mendoza Amaral, 1968).

La fibra de lana es una escleroproteína-queratina, que en los ovinos domésticos crece en forma continua, desde estadios fetales hasta el final de la vida. Su aspecto físico es el de un fino cilindro, macizo, incoloro, translúcido y de brillo variable, siendo su número tan grande que alcanza millones en la piel del ovino (Figura 5).

**Figura 5.** Corte transversal de la fibra de lana.



Fuente: adaptado de Marler et al., por SUL (2004).

Desde el punto de vista histológico, la fibra de lana es un cilindro córneo compuesto por dos capas de células bien diferenciadas; la cutícula y la corteza, pudiendo existir una tercera capa; la medula (Pérez Álvarez et al., 1992).

*Cutícula:* también conocida como capa córnea, es la capa más externa que rodea la fibra y constituye aproximadamente el 10% de la lana. Está integrada por un plano de células, superpuestas las unas con las otras, unidas con notable resistencia mediante una membrana finísima, lo que permite cumplir el papel de encerrar y proteger a las células de la capa cortical, que constituye el cuerpo de la fibra. Las células cuticulares se encuentran colocadas de una manera muy peculiar, semi-superpuestas en forma de escamas de peces o de tejado, dejando un borde libre que sobresale, dando a la superficie de las fibras, vistas al microscopio, un aspecto serrado. Esta capa de escamas epidérmicas protege a la fibra, dándole cierta rigidez que de otro modo no poseería. Se cree que el tamaño de estas escamas es prácticamente igual en todos los tipos de lana, y que sólo difieren en el grado en que quedan libres las partes del serrado, en su disposición.

*Cada célula escamosa consta de tres capas:*

1. *Epicutícula:* es muy resistente a los agentes químicos impidiendo el teñido de lana “sucias”. Desaparece durante los procesos de lavado y cardado, ya que es sensible a los tratamientos mecánicos.
2. *Exocutícula:* constituye la mitad de la escama; es muy resistente a la acción de todos los reactivos químicos de la queratina.
3. *Endocutícula:* se presenta como más resistente al ataque enzimático.

*Corteza:* conocida como capa cortical o cuerpo de la fibra, constituye el 90% de ésta. La capa cortical comprende la sustancia del cuerpo de la fibra. Está constituida por un gran número de células corticales fusiformes, alargadas, delgadas y variables en tamaño, aún dentro de una misma fibra.

En las fibras más finas, como las de la raza Merino, alcanzan a rodear la circunferencia entera de las hebras como un cuello, siendo mayor la superposición de las mismas. A medida que aumenta el diámetro, sobre todo en las fibras más gruesas, como la Lincoln, es mayor la parte visible, asemejándose a tejas, existiendo menos borde en la unidad de longitud. Esta propiedad está muy relacionada con el brillo o lustre y la suavidad de la fibra. Cuando se altera una fibra, básicamente estamos abriendo estas escamas para que tanto el mordiente como el tinte puedan penetrar eficazmente hacia la capa interna.

La ondulación característica de la lana puede ser explicada por la contracción de la misma, hacia un lado u otro. Por su posición paralela al eje longitudinal de la fibra, esta capa cortical contribuye a la tenacidad y a la elasticidad de la fibra, y por otro lado, esta capa es la que absorbe la mayor parte de los colorantes en los procesos de teñido. Es esencial que los colorantes puedan llegar a ella para que sean más firmes y perduren en el tiempo.

Estas estructuras fibrilares están formadas por largas cadenas de proteína fibrilar: la queratina. Esta proteína está formada por dos tipos de estructuras: cristalina y

amorfa. Cientos de unidades de microfibrillas se encuentran juntas con la matriz formando unidades largas llamadas macrofibrillas.

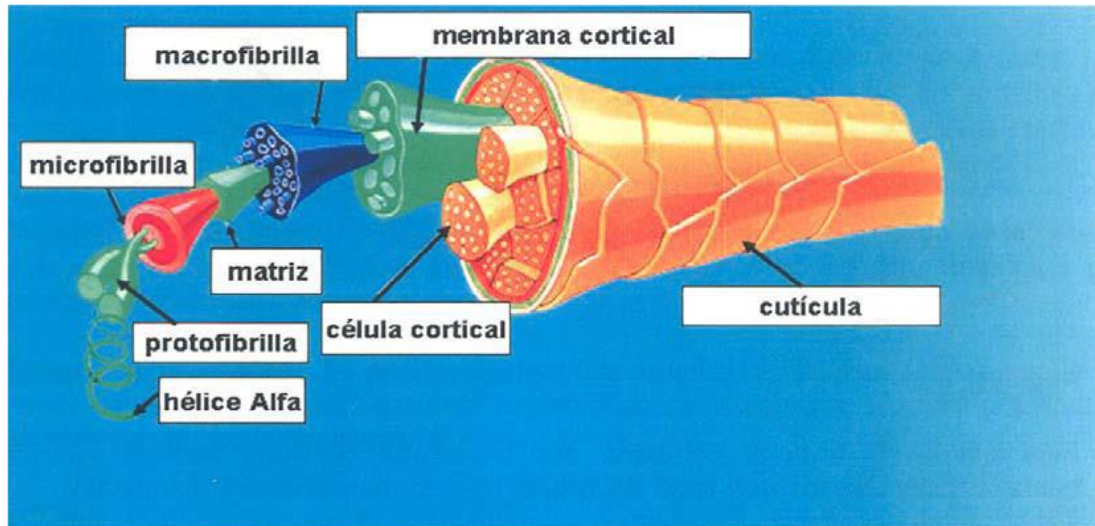
La estructura cristalina se basa en la reunión de varios haces fibrilares o macrofibrillas formados por microfibrillas y éstas a su vez están constituidas por protofibrillas (Figura 6). Estas últimas son 11 en total y se disponen dos en el centro y 9 rodeándolas. Finalmente cada protofibrilla está formada por tres cadenas de polipéptidos entrelazados en alfa-hélice (Ryder y Stephenson, 1968, citado por Fernández Abella, 1981). Estas alfa-hélices están formadas por la unidad básica de las proteínas, los aminoácidos los cuales son 19 individualizados en la fibra de lana.

La estructura amorfa consiste en una proteína que une o cementa a las fibrillas. Se denomina cemento o matriz (Von Bergen, 1963). Los distintos haces, de macro, micro y protofibrillas unidos entre sí por la matriz forman las células corticales. Las macrofibrillas ocupan el 37% del área del cortex, el 63% restante es ocupado por el cemento (Ryder y Stephenson, 1968, citado por Fernández Abella, 1981).

*Médula:* denominada capa central o medular, se encuentra a veces en el interior de la corteza de la fibra. Solo excepcionalmente la encontramos en lanas finas, mientras que en fibras de diámetro medio o grueso se observa con mayor frecuencia, sobre todo en lanas de animales poco seleccionados. El tamaño de esta capa es variable, yendo desde una simple cadena de células hasta una serie de éstas colocadas paralelamente.

Las lanas de tipo fino y extra fino, generalmente, carecen totalmente de médula, mientras que ésta, ocupa una tercera parte del diámetro en las fibras de inferior calidad pudiendo representar desde el 10% hasta más del 90% del diámetro.

**Figura 6.** Estructura de la fibra de lana.



Fuente: adaptado de Marler et al., por SUL (2004)

*Estructura bilateral de la fibra de lana.*

En la sección transversal de la fibra de lana se ven dos partes bien diferenciadas, las cuales tienen distintas propiedades físicas y químicas, tiñéndose de forma diferencial. En una fibra ondulada el paracortex o paracorteza (Figura 7), se encuentra del lado cóncavo no siendo accesible a colorantes, mientras que el ortocortex u ortocorteza es accesible a colorantes y se encuentra del lado convexo (Pérez Álvarez et al., 1992).

**Figura 7.** Estructura bilateral de la fibra de lana.



Fuente: Ryder y Stephenson (1968).

Esta estructura parece ser provocada por una distinta velocidad de queratinización de los dos tipos de células que forman la corteza: el ortocortex (basófilo, poco denso, blando y con gran capacidad de fijación de colorantes) y el paracortex (más denso, menos elástico y con escasa capacidad de fijación de colorantes). El proceso de queratinización se inicia antes en el paracortex. Algunos investigadores sostienen que esta estructura bilateral es responsable de la formación del rizo de la lana.

### **1.3.3.1 Composición química de la lana**

La fibra de lana es una unidad muy compleja, químicamente como ya se ha mencionado es una proteína llamada queratina, constituida por compuestos más simples (aminoácidos; se han individualizado 19), unidos entre sí formando largas cadenas (polipéptidos).

Las proteínas componentes de la lana son de dos clases diferentes. Las proteínas fibrosas y las globulares. Las proteínas fibrosas están incluidas dentro del grupo de las queratinas, caracterizadas por tener un alto contenido de sulfuro. La macromolécula de queratina posee una gran cadena de aminoácidos y uno de los más importantes es la cistina, quien define muchas de las principales propiedades en cuanto al comportamiento químico de la lana (Cuadro 4). En el conjunto de aminoácidos la cistina es el principal aminoácido azufrado representando de un 7% a un 13% del total de aminoácidos.

Las fracciones proteicas de la lana se clasifican en base a la solubilidad y contenido de azufre en tres tipos:

*Proteínas con bajo contenido en azufre:* suponen 2/3 del total y tienen un elevado contenido en metionina y lisina.

*Proteínas con alto contenido en azufre:* suponen hasta el 35% y forman la matriz proteica no fibrilar. Son ricas en cistina, prolina y serina.

*Proteínas ricas en tirosina y glicina:* representan el 1-12% y se detectan en la matriz y en la membrana de las células corticales.

**Cuadro 4.** Composición química de la lana.

Elemento químico	Cantidad en %
Carbono	51.5
Oxígeno	20.2
Nitrógeno	17.8
Hidrógeno	7.0
Azufre	3.5

Fuente: Helman, 1965.

Si los animales no encuentran en su dieta azufre asimilable tendrán alteraciones en la constitución química y por consiguiente reducción en la productividad de lana, menor diámetro y menor longitud de la fibra (Helman, 1965).

### 1.3.3.2 Propiedades químicas de la lana

*Solubilidad:* compuesto muy estable insoluble en agua. Soluble en solución de soda normal, en ácidos fuertes y en solución urea bisulfito.

*Reactividad:* compuesto anfótero, reaccionado con los ácidos y bases. Los ácidos fuertes como el clorhídrico hidrolizan la lana rompiendo la cadena polipéptica. Muy resistente al ácido sulfúrico, cualidad importante que se usa en el proceso de carbonizado (destrucción de las materias vegetales adheridas al vellón).

*Efecto de los álcalis:* la lana es muy sensible a la acción de estos. Esta susceptibilidad al ataque de los álcalis constituye uno de sus más serios defectos y es una de las causas de amarillamiento de las lanas sobretodo en el lavado mal controlado.

*Efectos de los solventes orgánicos:* la mayoría de los solventes orgánicos usados comúnmente para limpiar y quitar manchas de los tejidos de lana son seguros, en el sentido que no dañan las fibras.

*Resistencia al fuego:* la lana tiene la característica de ser ignífuga por lo tanto no produce llamas. Es decir, presenta resistencia natural al fuego; se enciende a temperatura relativamente elevada y presenta una tendencia limitada a producir llama. Esta propiedad es una gran ventaja frente a las fibras sintéticas.

### **1.3.3.3 Propiedades biológicas de la lana**

*Microorganismos:* la lana presenta cierta resistencia a las bacterias y los hongos; pero si es almacenada en una atmósfera húmeda, aparecen hongos, que pueden llegar a manchar y destruir la fibra, si la lana permanece mucho tiempo en humedad y polvo.

*Insectos:* desde el momento que la lana es una proteína, y que por lo tanto puede ser considerada un producto alimenticio modificado, representa una fuente de alimento para distintos tipos de insectos.

### **1.3.3.4 Propiedades físicas de la lana**

*Extensibilidad:* es la propiedad que le permite a la lana estirarse en gran proporción, antes de romperse. Es muy importante desde el punto de vista textil, dado que procesos de industrialización tales como cardado, peinado e hilado, someten a considerables tensiones a las fibras de lana, que deben poseer extensibilidad suficiente para conservarse íntegras a través de los mencionados procesos. La extensibilidad se mide hasta la rotura de la fibra, puede estirarse hasta en un 60-70% en seco, y hasta un 100% en condiciones de alta temperatura y humedad.

*Elasticidad:* la fibra de lana tiene una gran capacidad elástica, recuperando la forma primitiva lentamente. Algunos autores consideran varias clases de elasticidad, según se recupere el ondulado (elasticidad de ondulación) y se recupere, además, la longitud inicial (elasticidad de retracción).

Estas dos propiedades mencionadas hasta el momento se deben a la distribución especial de las fibrillas y microfibrillas de la zona cortical y del engarce de la cutícula.

*Higroscopicidad:* es decir la absorción de humedad, es la capacidad que poseen todas las fibras textiles de absorber agua de la atmósfera que la circunda, de retenerla tenazmente y de eliminarla. La lana tiene la capacidad de aumentar hasta el 50% de su propio peso. En igualdad de condiciones, las fibras gruesas poseen menor poder higroscópico que las finas (Helman, 1965). Esta absorción se produce mayormente en el sentido del diámetro, ya que la lana se hincha con la humedad, mientras que el largo disminuye. Además del cambio en el peso, al absorber humedad cambian las propiedades físicas de la lana. Es por lo tanto necesario definir las condiciones usadas, ya sea para transacciones comerciales o en mediciones de laboratorio. Así se han establecido máximos de humedad, utilizándose 16% en Europa y 12% en USA (Pérez Álvarez et al., 1992).

*Flexibilidad:* propiedad por la cual la lana adopta la dirección que se le imprime, se la puede doblar con facilidad, sin quebrarse o romperse. Esta capacidad de la fibra es muy estimada por la industria, ya que la lana puede soportar 20.000 flexiones sin romperse, siendo superior a otras fibras naturales como el algodón que soporta 3.000 y 1.500 flexiones la seda natural.

*Poder fieltrante:* o capacidad de afieltramiento, característica más importante de la lana, de la que carecen otras materias textiles. Como su nombre lo indica y en condiciones de humedad, temperatura y presión adecuadas, la fibra tiene la cualidad de formar fieltros como consecuencias de su naturaleza física, debida al serrado de la

superficie de las fibras (células en tejado de la capa cuticular), y a la facilidad con que se deforman y recobran su posición normal. Las fibras tienden a ubicarse en dirección a su raíz al ser manufacturadas y los movimientos determinan una estrecha unión entre ellas, favorecida por las ondulaciones propias de la lana. También es de destacar que si bien esta propiedad es fundamental para la elaboración de fieltros, es totalmente indeseable para otros usos, debido a que es la causante del encogimiento de las prendas.

*Aislante térmico:* propiedad que se basa en la capacidad de las fibras de no compactarse, lo que permite retener entre ellas una capa constante de aire. La lana de los mamíferos constituye el mejor protector del cuerpo, actuando como regulador de la temperatura, protegiéndolos tanto del frío como del calor.

#### **1.3.4 Características de la lana**

Las características que se describirán a continuación serán las que revisten mayor importancia desde el punto de vista textil y por consiguiente de importancia económica. No se mencionarán aquellas que presentan menor importancia para el sentido de este trabajo. Las exigencias en calidad varían según las razas y en las razas productoras de lanas finas cuanto más finas sean éstas, mayores exigencias de calidad tendrán.

En términos generales, los precios de las lanas finas y superfinas sufren descuentos o premios mayores que las lanas medias, de acuerdo a una serie de características que son las determinantes de relacionar ese valor de las lanas (Anexo 6.12).

Es decir la importancia de las características de la lana son aquellas que determinan el tipo de producto final y sus propiedades, influyen en el costo del proceso textil y la facilidad del mismo y las que determinan su valor comercial.

Los caracteres de calidad a ser tenidos en cuenta en un programa de selección de animales para la producción de lana son las siguientes: Peso del Vellón, Rendimiento al lavado, Diámetro Promedio de la Fibra, Variabilidad del Diámetro, Largo de Mecha, Resistencia de la Mecha y punto de ruptura, Color (en particular amarillamiento), Resistencia a la compresión, Medulación (Ponzoni et al., 1992).

Éstas fueron elegidas dado que la lana se está midiendo cada vez de forma más objetiva con el fin de aumentar la eficacia del proceso de comercialización y dar a los compradores información suficiente para poder predecir con la mayor precisión posible el comportamiento de la fibra en el procesamiento, permitiendo una mejor competencia con las fibras sintéticas (Ponzoni et al., 1992).

### **1.3.5 Mediciones de la lana**

Existen dos métodos de mediciones de las características de la lana a saber: las medidas objetivas y las medidas subjetivas.

#### **1.3.5.1 Mediciones objetivas**

Medidas objetivas: son las realizadas utilizando aparatos. El objetivo de medir aplicando un método de medición estandarizado es obtener una medida confiable y repetible, de la característica de interés.

##### *Diámetro de la fibra*

Es la medida objetiva de mayor importancia que define el destino industrial de la fibra. Es un carácter constante que contribuye a la diferenciación de las razas. Comúnmente se le designa finura, término que corresponde aplicar el promedio de los grosores de varias fibras, vellón o lotes de lana.

Existen grandes variaciones de diámetro en los tipos de lana que producen las distintas razas y variedades de ovinos; su menor graduación se presenta en la Merino,

las más finas pueden medir desde 12 a 20 micras y su mayor graduación se presenta en la raza Lincoln, las más gruesas pueden medir hasta 50 micras, entre unas y otras se presenta una gama de grosores posibles.

El diámetro es la medida objetiva en micras, de la sección transversal de la fibra. La finura es el promedio de los diámetros, de la paleta, del costillar, de los cuartos o finura del vellón (promedio), (adaptado de Minola y Elissondo, 1989). Es importante que el diámetro de la fibra se mantenga dentro de un rango estrecho y que toda su variación (entre y dentro de la fibras) el animal sea lo menor posible. A partir de ella se establece el grado de uniformidad del diámetro (Rodríguez Palma y Surraco, 2003).

La variación del diámetro más importante desde el punto de vista del procesamiento textil es la que ocurre a lo largo de la fibra y no entre las fibras. Fibras con marcadas variaciones en el diámetro a lo largo de la fibra rompen más en el cardado y peinado que fibras uniformes, produciendo tops de fibras más cortas. A pesar de esto, el promedio de diámetro en tops es mucho más importante para el procesamiento textil que la variación del diámetro (Cardellino 1989, Pérez Álvarez et al., 1992).

Respecto al estado nutricional cuando el animal es alimentado por debajo de sus requerimientos el diámetro disminuye. El efecto de la mala nutrición en el diámetro de la fibra es causa de vellones débiles. Las fibras sólo se cortan cuando presentan un diámetro menor a 10 micras, generalmente producido por un aumento de la temperatura corporal (fiebre) (Minola y Elissondo, 1989) o por condiciones de subnutrición severa.

Las lanas Merino en Argentina en general abarcan un rango de 18-24 micras alcanzando los mayores precios en las lanas más finas. Una medida útil del valor económico relativo del diámetro es el premio que recibe una lana por cada micra que se afina. Estos premios son más altos en lanas finas y se han incrementado a través del tiempo (Mueller, 2000).

La determinación del diámetro se puede realizar a través de distintos métodos objetivos, estos son:

Equipo LANÁMETRO o MICROSCOPIO DE PROYECCIÓN: Se utiliza un microscopio de proyección con el que mide fibra por fibra y mediante la aplicación de una fórmula se puede establecer un valor medio de las fibras estudiadas, como así también el porcentaje de fibras meduladas.

Equipo ULTRASONIC TESTER: Se trata de un estudio ultrasónico, el instrumento registra la atenuación que muestra la lana cardada y lavada, de peso conocido. El promedio del diámetro de las fibras en micras, se obtiene mediante la lectura en milivoltios.

Equipo AIR - FLOW: Consiste en pasar aire a través de una masa de 2,5 gramos de lana, colocada en un recipiente de volumen constante. Sirve para determinar únicamente el diámetro medio.

Equipo LASERSCAN: Es un instrumento de última generación que se utiliza para medir el diámetro de la lana en micras y su coeficiente de variación. Su funcionamiento se basa en la interacción producida por cada una de las fibras que conforman la muestra que se analiza, con el haz de luz de un rayo láser. Dicha interferencia es detectada por un dispositivo que convierte la señal en micras. Los detectores con que cuenta el instrumento son capaces de desechar fibras cruzadas o superpuestas, así como también partículas que no sean lana, de modo de asegurar la exactitud del resultado del análisis. Las muestras de lana pueden provenir de animales, bolsas, fardos o tops.

OFDA (Optical Fibre Diameter Analysis): Es un analizador óptico de fibras que se caracteriza por ser el único instrumento portátil para la medición de finura y de otros parámetros de gran importancia al momento de decidir el destino de la lana. Permite medir directamente mechas enteras de lana sucia tanto en el laboratorio como en el

campo, con una enorme rapidez (25 segundos por muestra) y permite obtener un perfil de finura a lo largo de la mecha. El OFDA 2000 se caracteriza por ser el único instrumento portátil para la medición de finura y de otros parámetros de gran importancia.

#### *Largo de mecha*

Es la segunda característica en orden de importancia, luego del diámetro, este parámetro explica el 15-20% del precio asignado a la lana. Su importancia radica en que determina el destino que llevará la lana durante el proceso industrial (Cardellino, 2005).

El largo de mecha tiene un rol importante en la confección de prendas ya que determina su clasificación en lanas para el peinado o cardado. Para su medición se utiliza una regla milimetrada y se expresa en centímetros.

El largo de fibra en el top afecta tanto la hilatura como la calidad del hilado (Whiteley, 2003). Las lanas de mayor longitud (habitualmente se considera 7 cm como mínimo), son destinadas al proceso de peinado en el cual 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, 2005). Lanass 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, 2005).

Es decir 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. Existe cierta variación del largo de fibras dentro del vellón, pero la mayor variación aparece por las roturas que ocurren durante el proceso industrial, o por el recorte de esquila, proveniente de una mala cosecha (Pérez Álvarez et al., 1992).

### *Resistencia de la mecha*

Desde el punto de vista textil, interesa que la lana sea lo más resistente posible a la tracción. Como se dijo anteriormente, existe una variación del diámetro a lo largo de la fibra, variación debida fundamentalmente a factores ambientales, principalmente la nutrición.

El afinamiento del diámetro de la fibra en un punto a lo largo de la fibra es responsable de la disminución de la resistencia de la mecha (Ponzoni et al., 1992). Las zonas de la fibra donde el diámetro es menor, son más susceptibles a la rotura al ser sometidas a tensiones durante la industrialización. De esta manera, lanas que por su largo podrían ser destinadas al peinado, debido a su baja resistencia a la tracción, sólo pueden destinarse al cardado (Cardellino, 2005).

Estas zonas con menor diámetro pueden ocurrir debido a una variación estacional en la tasa de crecimiento de la fibra, a factores ambientales adversos (nutricionales, sanitarios, climáticas, y otras) o debido a interacciones de estas dos causas.

Además de la resistencia de la mecha per se, también interesa la posición de rotura a lo largo de la mecha. En general, si la posición de la rotura ocurre cerca de la punta o de la base de la mecha reducirá menos el largo de la fibra en el producto final que si ocurriera en el medio de la mecha, pero resultará en un mayor desperdicio de fibras (muy cortas) en el cardado y en el peinado (Cardellino y Ponzoni 1985, Ponzoni et al. 1992). Es decir si rompe en el medio de la mecha; se obtendrá como resultado un menor largo promedio de fibras en el top, ahora si rompe en la punta de la mecha se obtiene un mayor hauter (largo promedio de fibras en el top; extensibilidad, uniformidad y características de aspecto y superficie del hilado), pero mayor desperdicio ( $\text{Tear} = \text{Top/noils}$ ).

Tradicionalmente la lana se ha clasificado subjetivamente en lanas que no rompen o que rompen y se la asigna a las categorías de baja calidad. Ahora es posible medir la resistencia de la mecha objetivamente mediante el uso de un dinamómetro y se

expresa en Newton/Kilotex (N/Ktex), existiendo un mínimo de resistencia necesario para que la lana pueda ser trabajada en la industria.

### *Color*

El color de la lana sucia no es un buen indicador del color final de la misma, el color que interesa es el que presenta la lana luego de que ha sido lavada, una vez eliminados la suarda y el polvo, materiales y vegetales (Pérez Álvarez et al., 1992). La industria textil está interesada en que el color de la lana sea lo más blanco posible, ya que eso permite que su tinción con una gama amplia de colores. Lanasy que presenten alguna coloración que no desaparece con el lavado tienen limitados los colores con los cuales pueden ser teñidas (solo podrán teñirse con colores oscuros).

Las coloraciones más comunes son las amarillas, producidas por causas bacterianas, color de la suarda y las negras o marrones, de carácter genético. Las coloraciones negras y marrones pueden aparecer como fibras aisladas o en lunares; estas fibras constituyen un carácter indeseable que se debe erradicar, eliminando los animales que lo presentan. La presencia de fibras pigmentadas es uno de los factores que contribuye a la depreciación de las lanasy medias uruguayas en el mercado internacional (Pérez Álvarez et al., 1992).

Es decir las coloraciones observadas en la lana se dan por: amarillamiento, coloraciones negras o marrones, siendo producidas por factores genéticos entre un 5 a 15% y ambientales entre un 80 a 95%. Los factores ambientales que producen coloraciones son; contaminaciones con heces y orina, manchas de pintura y específicos no adecuados, contaminación durante la esquila y pastoreo conjunto de animales de vellón blanco y negro además de las causadas por microorganismos (hongos, bacterias, levaduras, otros).

Los factores que afectan el color se pueden agrupar como genéticos, dentro de los que se encuentran raza, susceptibilidad al amarillamiento, arquitectura del vellón, relación con el diámetro, y ambientales donde se destacan clima y medioambiente

(suelo, humedad, luz y temperatura) y prácticas de manejo (pinturas, baños, fecha de esquila, cosecha y acondicionamiento) (Cardellino, 2005).

El amarillamiento promedio se mide como Y-Z, donde estos son valores de “tristimulus” representando los componentes verde y azul del espectro de luz reflejado de una muestra de lana. La lana australiana es en general de muy buen color, con un amarillamiento medio que varía de 1 a 4 (los valores más altos indican mayor amarillamiento) (Cuadro 5). Los colores amarillos son un problema frecuente en países húmedos particularmente si son también calientes (adaptado de Burns, citado por Giorello et al., 2006). Este es un problema frecuente en nuestro país.

Otro punto importante es la luminosidad indicada como Y, los valores mayores corresponden a mayor luminosidad (brillo) de las lanas. La mayoría de la lana vellón en Australia está Encima de Y = 60.

**Cuadro 5.** Valores promedios de Luminosidad (Y) y amarillamiento (Y-Z) en lanas de diferentes razas.

Razas	Y-Z promedio	Y promedio
M. Australiano	1,9	60,8
Ideal	2,2	61,8
Merilín	4,9	59,8
Corriedale	4,2	58,7
Romney Marsh	5,8	55,1

Fuente: SUL (1998).

La característica descrita anteriormente se considera dentro de las mediciones subjetivas, ya que es así como primariamente se la clasifica, pero hoy en día existe el aparato llamado Colorímetro, el cual está siendo muy utilizado para la obtención de dicho dato de manera objetiva.

### *Rendimiento al lavado*

Es la característica no técnica de mayor importancia que informa sobre la cantidad total de fibra disponible. El “rinde” es la relación resultante entre el peso de la muestra sucia y la muestra limpia y seca, incrementada en un 16% de humedad estándar.

Como regla general el rendimiento al lavado aumenta con el diámetro de la lana (cuadro 6) y con la cantidad de lluvia. Por cada aumento de 1 micra en el diámetro se produce un aumento en el rendimiento de 0,5 % aproximadamente (Minola y Elissondo, 1989).

**Cuadro 6.** Rendimiento al lavado de diferentes razas.

<b>Razas</b>	<b>Rendimiento al lavado (%)</b>
M. Australiano	67-70
Ideal	70-74
Corriedale	68-72
R. Marsh	75-82
Lincoln	70-72
Merilín	68-72

Fuente: Pérez Álvarez et al. (1989)

### *Factor de picazón*

Es un carácter no técnico de la lana, de base étnica. Está relacionado con el grado de mayor o menor confort que brindan las prendas sobre el usuario. Se sabe que mientras a menor diámetro de las fibras, el confort es mayor.

El confort a nivel de piel constituye un factor importante en la elección del consumidor. Uno de los aspectos de los tejidos de lana que ha causado preocupación es, precisamente, la sensación de picazón.

Estudios realizados en varios años por el CSIRO en Australia, han demostrado que el confort que proporcionan los tejidos en contacto con la piel está relacionado con el diámetro que poseen los extremos de la fibra que sobresalen del tejido. Si bien el efecto varía según el tipo de tejido y el proceso textil, se ha podido establecer que si los extremos de fibra más gruesos que 30,5 micras no superan el 5 % del total, el confort a nivel de piel es aceptable para la mayoría de los usuarios.

Se ha logrado demostrar que la sensación de escozor es una combinación de propiedades mecánicas de los extremos de la fibra y la respuesta fisiológica de la piel. Cuando el extremo de la fibra supera los 30,5 micrones es capaz de actuar como una vara rígida en lugar de ceder, activando los sensores de dolor próximos a la superficie de la piel (De Gea, 2007).

La suavidad al tacto está determinada por el promedio del diámetro de la fibra, la picazón es provocada por fibras gruesas individuales que estimulan a los receptores del dolor de la piel. Es poco probable que una tela fabricada con lana de diámetro promedio de fibra de 19  $\mu\text{m}$ , o menos, pique (Whiteley, 2003).

#### **1.3.5.2 Mediciones Subjetivas**

Medidas subjetivas: son llevadas a cabo a través del sentido de la vista y del tacto por una persona entrenada, calificada en reconocer las características de la lana.

La finura se estima generalmente en forma visual, esta estimación es subjetiva y para realizarla se considera el número de rizos por centímetro y también el toque o suavidad. Ha sido suficientemente demostrado que la frecuencia del rizo no es un buen estimador del diámetro, y habitualmente se agrupan dentro de una misma finura comercial, lanas que varían bastante en su diámetro, medido en el laboratorio y expresado en micras (Cardellino, 2005).

### *Toque*

El mismo es el grado de aspereza que presentan los vellones, se mide en forma subjetiva a través del tacto en una escala de cinco grados, donde 1 es muy áspero y el 5 es muy suave (Hynd et al., 1995).

La lana de buen toque o suave ha sido tradicionalmente una característica deseable en la lana sucia y en los productos manufacturados. La importancia que la industria da al toque de la lana depende en cierta medida del tipo de producto que se desea fabricar, pero en general prefiere el toque suave. La suavidad de la lana limpia está relacionada estrechamente con el diámetro promedio de la fibra (a menor diámetro más suave), con la presencia o ausencia de medulación (al aumentar la incidencia de medulación la lana es más áspera), con la elipticidad de la sección de la fibra (mayor elipticidad, más áspera), y la estructura interna de la fibra (ya que afecta la plasticidad) (Pérez Álvarez et al., 1992).

### *Estilo*

Término muy utilizado en las lanas australianas dentro de la industria para describir propiedades visuales y táctiles de la lana (definición del rizo y su frecuencia, punta de mecha, color, tacto, penetración de tierra entre otros). Se caracteriza por estar influida por una serie de componentes. Estos son frecuencia y definición del rizo, color, penetración del polvo, estructura de la mecha (forma y punta), temporización y tacto (suavidad). Los productores australianos la consideran la segunda característica en importancia después del diámetro, especialmente en las categorías menores a 19 micras (Swan, 1997). Aunque el valor de la lana tiene relación con el grado de estilo, se trata de un rasgo con pocas categorías y al ser determinado subjetivamente es difícil saber cuál de sus componentes influye en el precio (Mueller, 2000).

### *Carácter*

Se observa en la lana sucia, se refiere a la definición del rizo en la mecha, a su uniformidad, y a la formación de la mecha. No tiene valor industrial ya que es destruido durante el procesamiento. Las evidencias sugieren que el carácter no es una

característica que reviste gran importancia. El carácter no es un buen estimador del rizo y de probablemente otras características de importancia textil.

#### *Color*

Es una característica también considerada como objetiva. El color de la lana corresponde a una escala subjetiva del color general del vellón sucio recién esquilado. La escala utilizada es: 5= muy blanco; 4= blanco; 3= cremoso; 2= cremoso amarillento; 1= amarillento.

### **1.3.6 Factores que afectan la producción de lana**

Cada ovino es una fábrica biológica diseñada para producir lana, carne y leche. En dichos procesos de producción y en particular la producción de lana, actúan independientemente e interactúan entre sí diferentes factores tanto genéticos como no genéticos (factores ambientales).

La producción de fibra por los folículos tiende a ser continua en la mayoría de los ovinos; sin embargo la tasa de producción no es constante, por lo que tampoco es constante el crecimiento diario en longitud y diámetro, aunque la relación entre ellos tiende a serlo (Downes, citado por De Gea, 2007).

#### **1.3.6.1 Factores genéticos que afectan la producción de lana**

Los valores finales de densidad en un ovino adulto están determinados por la interacción de factores genéticos y ambientales dentro de los primeros está el genotipo de folículos primarios y el genotipo de secundarios (Fraser y Short, 1960). Dentro de los factores ambientales el de mayor importancia es la nutrición, pre y pos-natal temprana a través de su influencia en el número de folículos que se inician, número de folículos que maduran y tamaño del cuerpo alcanzado (Short, 1955; Schinkel, 1962).

Las diferencias heredables (genéticas) son importantes en la cantidad del material precursor que llega a los folículos. Diferentes razas muestran marcadas diferencias en la cantidad de lana por unidad de área de piel, y por lo tanto diferencias en peso de vellón. También pueden existir cambios en la efectividad de los folículos en sí mismos (Ryder y Stephenson, 1968).

Las principales causas que se pueden mencionar de las variaciones individuales en producción de lana son: el tamaño corporal y superficie productora de lana, número potencial de folículos de lana por unidad de superficie de piel, su profundidad y curvatura, cantidad de energía y aminoácidos destinados a la síntesis de fibra, irrigación sanguínea o concentraciones hormonales a nivel de la papila bulbar, capacidad folicular para responder a distintos niveles nutricionales y hormonales, habilidad folicular para la utilización de los aminoácidos absorbidos, número y tamaño máximo de las células en el bulbo folicular, su tasa de recambio y la proporción de células producidas que pasan a integrar la fibra y su tamaño.

La raza Merino y sus variedades son las más difundidas en el mundo, en países como Australia o Sudáfrica, representan el grueso de la población de ovinos. En la actualidad se encuentran muchas variedades a las que se les ha modificado distintas características, logrando desarrollar líneas de Merino mucho más prolíficas como la Booroola o con buenas ganancias de peso caso del Merino Precoz Alemán o el Rambouillet Norteamericano o el Askanian Ruso. Son muchas las variedades importantes en el mundo actualmente, por ejemplo el Merino Australiano, del cual existen cuatro tipos, el Superfino o Saxon, el Fino, el Medio y el Fuerte o Strong (Arbiza y de Lucas, 1996).

### **1.3.6.2 Factores no genéticos que afectan la producción de lana**

#### *Factores ambientales internos*

En general se consideran factores ambientales internos a aquéllos que influyen sobre grupos limitados de animales, o incluso sobre animales individuales,

independientemente de las condiciones externas a las que estén sometidos (Pérez Álvarez et al., 1992).

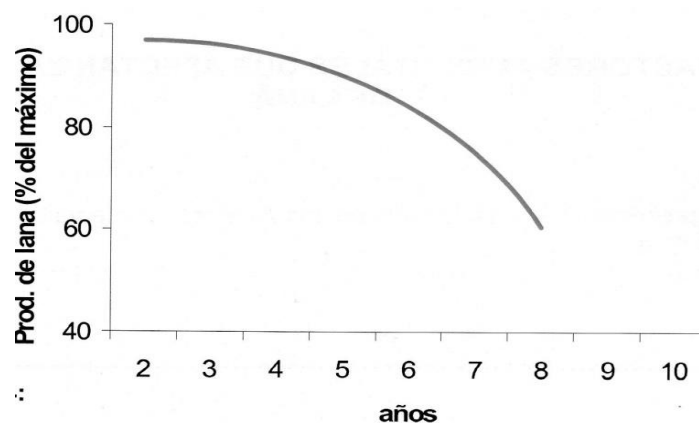
*Entre los factores ambientales internos podemos citar:*

#### *Edad*

Numerosos estudios han demostrado que el crecimiento de la lana y las dimensiones de las fibras se alteran sustancialmente a medida que aumenta la edad de los ovinos de igual sexo (Corbett, 1979). Con la edad aumenta el volumen corporal y disminuye el número de fibras por milímetro cuadrado de piel. La máxima producción de lana se registra entre el segundo y tercer año de vida del animal, declinando posteriormente alrededor de 2-4% por año (Tuner y Dolling, 1965).

En la raza Merino, la producción de lana se ve alterada sustancialmente al aumentar la edad de la oveja y se determinó que el pico de máxima producción se manifestó entre los 3-4 años de edad (Gráfico 2), declinando posteriormente, viéndose también alteradas varias características del vellón (Brown et al., citados por Corbett, 1979).

**Gráfico 2.** Producción de lana en función de la edad de la oveja..



Fuente: Tuner y Dolling (1965)

El peso de vellón limpio, en general, aumenta hasta un máximo entre los tres y cinco años de edad y luego declina, mientras que a partir de la primera esquila como borrego, el diámetro de la fibra tiende a aumentar y el largo de la mecha a disminuir.

La disminución en la producción de lana como consecuencia de la edad de los animales debe aceptarse como inevitable, pero es importante la discusión de la estructura óptima de edades que debe tener una majada. En función del comportamiento reproductivo de la majada se mantienen ovejas hasta los 7 años de edad y aún más lo que ocasiona inconvenientes como ser: disminución de la producción de lana por cabeza de la majada y una disminución del progreso genético anual debido a un aumento del intervalo generacional (Pérez Álvarez et al., 1992).

#### *Sexo*

Los machos producen lanas más gruesas, "fuertes", así como más largas y pesadas que las hembras. La eficiencia de producción de lana está fuertemente relacionada con el peso vivo, independientemente del sexo. La mayor producción de lana es de los machos enteros, por lo tanto, está en función de su mayor tamaño corporal y peso vivo, producto de una adecuada actividad testicular y un buen equilibrio endocrino.

Turner, citado por Corbett (1979) concluyó que carneros de raza Merino de 16- 24 meses de edad pueden producir 30% más de lana sucia que las ovejas de la misma raza de edad superior. A los 16-18 meses de edad, el vellón sucio de capones fue un 10% más pesado que el de las ovejas.

En un estudio de la influencia del nivel nutricional durante la vida pre y postnatal temprana sobre las características del vellón, los corderos machos de ovejas mal alimentadas durante la preñez, tenían más folículos primarios por milímetro cuadrado que sus medias hermanas bien alimentadas (machos 28,1 por mm<sup>2</sup>, hembras 23,9 por mm<sup>2</sup>) (2650 g. vs. 2480 g., Schinckel y Short, 1961).

Los machos castrados (capones), producen lana de finura intermedia entre los carneros y las ovejas. Al no verse sometidos durante el año a la demanda creciente a

la que es sometida la oveja de cría y debido a la baja utilización de sus reservas corporales, producen lana levemente superior en longitud de mecha, uniformidad y peso de vellón. La lana producida por las ovejas, por último, es la más fina de la majada adulta y por lo general en la mayor parte de las veces es la menos uniforme.

#### *Efecto materno*

Los animales hijos de borregas y los nacidos como mellizos, producen como adultos entre un 5-10% menos de lana por cabeza que los nacidos únicos, como progenie de ovejas adultas (Turner, 1956); la diferencia, está dada por la menor población folicular, básicamente por una deficiencia de folículos secundarios. La reducción en el número de folículos secundarios (Turner y Jackson, 1978), en los corderos mellizos se atribuye a la competencia por nutrientes entre ambos fetos (Donald y Purser, citados por Corbett, 1979); mientras que dicha reducción en corderos hijos de borregas atribuye a un incompleto desarrollo del útero y la placenta.

Trabajando con animales machos y hembras, nacidos de partos únicos y mellizos se encontró que el número de folículos por milímetro cuadrado es mayor para aquéllos nacidos únicos que para los nacidos mellizos, y mayor en hembras que en machos. La relación S/P mostró diferencias para los machos mellizos pero no para las hembras. Considerando el diámetro, el de los nacidos únicos era menor que el de los nacidos mellizos tanto para machos como para hembras. Diferencias en el largo de mecha a favor de los nacidos únicos fueron encontradas tanto en machos como en hembras (Tsenkova, citado por Bordaberry et al., 1995).

#### *Comportamiento reproductivo*

Tanto la preñez como la lactancia, tienen un efecto depresivo en la producción de lana de las ovejas, ya que el crecimiento del feto y la producción de leche, son destinos prioritarios en la distribución de nutrientes frente a la producción de lana. En general se estima que las ovejas falladas producen entre 4-12% más de lana que las que gestaron un cordero y a su vez las ovejas que gestaron un cordero producen

4-12% más de lana que las que gestaron mellizos, dependiendo del nivel de alimentación en el último tercio de gestación (Tribe y Colesg, 1966).

La lactancia generalmente reduce el peso de vellón entre el 5-8%, o aún más, si se prolonga por mucho tiempo, si la alimentación es pobre, o si hay dos corderos lactando. Normalmente se estima que el efecto total de la reproducción (gestación y lactancia) reduce la producción de lana entre 10 – 14% en buenas condiciones de alimentación y del 20 – 25% en condiciones pobres (Pérez Álvarez et al., 1992).

Una vez culminada la lactancia dependiendo del estado en que se encuentren las ovejas, es importante tener en cuenta su recuperación prestando mucha atención a su condición corporal, para mejorarlas en caso que haya que hacerlo con una nutrición adecuada para no perder los parámetros productivos de lana. Los motivos de esta depresión en la producción de lana se deben a dos causas: la primera, se ha comprobado que hay una alteración en el equilibrio hormonal de la hembra y la otra que se debe prestar mucha atención en la alimentación durante el último tercio de gestación y la lactancia para que no ocurra problemas en la producción. La lactancia no presenta efectos permanentes sobre la producción de lana pero las ovejas que reciban un nivel de alimentación alto recuperan más rápidamente su nivel de producción (Corbett, 1979).

Brown et al., citado por Corbett, 1979, señalan que un 25% en la disminución de la producción en gestación y lactancia es consecuencia de un menor número de folículos en actividad, y el 75% restante a una disminución en el largo y diámetro de la fibra.

La recuperación de los niveles de producción en comparación con una oveja no gestante, se completa algunas semanas después del final de la lactancia, siendo más lenta en condiciones pobres de alimentación. La reproducción no sólo afecta la cantidad de lana sino también su calidad, ya que al disminuir la actividad de los

folículos, hay un estrangulamiento de las fibras, pudiendo ocasionar “vellones que rompen”, lo que provoca la depreciación del lote de lana (Pérez Álvarez et al., 1992).

En nuestro país, donde es común que las ovejas pasen la lactancia en invierno, con poca disponibilidad de forraje, es frecuente la aparición de este tipo de vellones, así como capachos, los cuales se forman por entrelazamiento de las fibras sueltas.

### *Factores Ambientales Externos*

*Entre los factores ambientales externos podemos citar:*

#### *Nutrición*

La vinculación entre nutrición y crecimiento de lana ha sido demostrada en numerosos estudios, la mayoría de los cuales ha concluido que existe una relación lineal entre el consumo de materia seca digestible y la producción de lana. El crecimiento de lana es, por lo tanto, directamente proporcional al consumo de nutrientes digestibles.

La mayoría de los factores que afectan la tasa de crecimiento de la lana están determinados genéticamente, pero para que se manifieste el potencial genético debe estar acorde a una adecuada nutrición, ya que se observó que los folículos producen fibras de buena calidad si esto sucede (Black, 1987).

En la práctica, lo anteriormente mencionado se pone en evidencia al comparar los pesos de vellón limpio en grupos de ovinos similares, pero en distintos años, en diferentes potreros, con dotaciones diferentes y en distintos tipos de pasturas. De esa manera se pueden verificar diferencias en el largo de mecha, el diámetro promedio de la fibra y la resistencia a la tracción. Es decir, las diferencias entre años son más pronunciadas en regiones donde las precipitaciones varían ampliamente de un año a otro, cuando aumentan las lluvias, el peso del vellón también aumenta. Asimismo, cuando la variación en la dotación aumenta entre años, la variabilidad en peso de vellón promedio también aumenta.

La influencia de la alimentación se desarrolla a continuación y será tratada en dos etapas.

#### *Nutrición durante el desarrollo del vellón*

La cantidad de lana producida por un animal va a estar determinada por el número total de fibras y por el tamaño de las mismas (largo y diámetro). A su vez, el número total de fibras (densidad) estará determinado por la capacidad de los folículos para formar fibra.

Se ha comprobado que la nutrición prenatal del lanar, especialmente en los últimos 2 meses de preñez, influye directamente en el número de folículos secundarios formados. Es decir que la población folicular del animal adulto dependerá de la alimentación que haya recibido su madre en la última parte de la gestación (Pérez Álvarez et al., 1992).

La nutrición post natal temprana, determina la velocidad de maduración de los folículos secundarios que aún no estaban produciendo fibra en el momento del nacimiento. Una falla en la alimentación en esta etapa ocasiona un atraso en la maduración de los folículos, pero también se ha comprobado que puede afectar de manera permanente la eficiencia de cada folículo individual para formar fibra (Schinckel y Short, 1961).

La nutrición afecta la relación S/P en gestación y primeras semanas de vida del cordero, una deficiente nutrición pre-natal restringe la capacidad futura del animal de producir lana, al alterar la formación de los folículos secundarios. Una mala nutrición post-natal retarda la maduración de los folículos secundarios, causando que algunos no maduren nunca, afectando la producción de lana del ovino adulto hasta en un 12% (Schinckel y Short, 1961).

### *Nutrición en el lanar adulto*

La producción de lana prosigue durante toda la vida del animal y no depende de la nutrición sino que es un proceso biológico.

La lana es una proteína formada por 18 aminoácidos, para su formación es necesaria la presencia de aminoácidos en el bulbo folicular. El azufre forma parte de la estructura de algunos aminoácidos que adquieren mucha importancia para la fibra.

Si bien la proteína es la fracción más importante en la síntesis de lana, una suficiente cantidad de energía disponible es necesaria para este proceso. Black et al. (1973), encontraron que a igual nivel de consumo proteico (100 g/día) la producción de lana se incrementó de 7,3 g/día a 11,1 g/día, cuando el nivel energético pasó de la mitad de mantenimiento al doble de mantenimiento. Kempton (1979) indicó que en corderos en crecimiento el máximo crecimiento de lana se produce con una relación de 12 g de proteína digerida/MJ de EM. Una relación de 12 g de proteína/MJ de EM en nutrientes absorbidos también permitiría máximo consumo y ganancia de peso en corderos. Sin embargo para ovejas preñadas o en lactación 2-3 g adicionales de proteína/MJ de EM son necesarios.

En estudios realizados con diferentes rangos de dotación animal, comprobó que el peso de vellón limpio disminuye cuando aumenta la dotación animal (Robards, 1971). Esta disminución va acompañada por una reducción en el diámetro de la fibra y el largo de la mecha.

Se sabe, por otra parte, que los ovinos en pastoreo, independientemente de la composición de la pastura, no producen lana a un ritmo constante, debido principalmente, a la variación a lo largo del año de la disponibilidad de la pastura. Se debe tener en cuenta que la respuesta de la producción de lana a la alimentación será mayor durante los meses de verano y menor en el invierno, debido al efecto del fotoperiodo.

En términos generales, se puede concluir que en todas las razas a medida que se le aumentan los niveles de alimentación, aumentan los niveles de producción de lana, pero para razas con respuesta fotoperiódica, la mayor respuesta está dada en aquellas estaciones del año donde la eficiencia de conversión del alimentos consumido en lana es mayor (verano y otoño). Los nutrientes cumplen roles muy importantes en las reacciones bioquímicas en el bulbo folicular.

Allden (1979), demostró que la magnitud de la respuesta depende de la naturaleza de la dieta y del genotipo del animal. Un cambio en el consumo no se refleja inmediatamente en la tasa de crecimiento de la lana, la cual puede tomar entre 6 a 12 semanas alcanzar un nuevo equilibrio (Downes y Sharry 1971; Nagorcka 1977; Hynd 1982). La respuesta es más rápida cuando se disminuye el consumo que cuando se aumenta, esta demora en la respuesta a un nuevo nivel de consumo se conoce como período “lag” o de “retardo” y está explicado por el tiempo necesario para que las células del bulbo folicular establezcan su nueva tasa de división celular (Black, 1988).

Para dietas de baja digestibilidad la necesidad de proteína en relación a la energía parece ser satisfecha con concentraciones de 1 % de nitrógeno, a medida que aumenta la digestibilidad se establece una relación proporcional entre energía metabólica (EM) y absorción de proteína en intestino. Un mayor consumo de alimento estimula el crecimiento de lana a través de un mayor crecimiento microbiano, una mayor digestión de la proteína microbiana y un incremento en el flujo de aminoácidos a los intestinos (Black, 1988).

Cada animal tiene un potencial de producción de lana determinado por una variedad de controles genéticos:

- N° potencial de folículos de lana
- El máximo número y tamaño de las células en el bulbo
- La proporción de células que migran del bulbo a la fibra
- El máximo tamaño de las células en la fibra

Este potencial sólo se logrará cuando suficientes nutrientes lleguen al folículo (Black, 1984). La cantidad de nutrientes disponibles a nivel del folículo depende de cuantos son absorbidos a nivel intestinal, de los que quedan disponibles en los tejidos y de la vascularización en la piel.

En los ovinos, la energía necesaria para producir lana es de un 5% de las necesidades energéticas de mantenimiento (metabolismo basal). La lana sigue creciendo aunque el animal esté en balance energético negativo, pero crece menos. El crecimiento de la lana responde al incremento de energía en la dieta de forma indirecta, porque existe una relación entre ingestión de energía y síntesis de proteína microbiana vía el metabolismo de los aminoácidos.

Para producir un vellón de 3 kg es necesario que la oveja deposite aproximadamente 8 g de proteína por día, cantidad similar a las pérdidas endógenas (6 g) (Liu y Masters, 2003), lo que indica que en comparación con las necesidades de mantenimiento, las necesidades proteicas para la producción de lana son pequeñas. Sin embargo, la eficiencia de utilización de los aminoácidos absorbidos en el intestino para la producción de lana es muy inferior a la del metabolismo. La queratina, que es la principal proteína componente de la lana, tiene un alto contenido de cisteína, aminoácido azufrado, que aunque no es esencial, se sintetiza a partir de la metionina. Por tanto, la eficiencia con la que la proteína de los alimentos puede convertirse en lana dependerá de las proporciones entre cisteína y metionina. La queratina contiene entre 100-120 g/kg de estos aminoácidos, en comparación con los 20-30 g/kg que se encuentran en los alimentos o en la proteína microbiana.

Existe una relación casi lineal del crecimiento de la lana con el consumo de materia seca digestible, hasta alcanzar el límite genético. Niveles nutritivos altos determinan una mayor actividad folicular, y por tanto una mayor producción de lana de mayor diámetro (Hynd y Masters, 2002).

En función del diámetro de la lana es que la nutrición afecta a la longitud y finura de la fibra, es decir, la nutrición afecta la relación de folículos S/P en el último tercio de gestación y las primeras semanas de vida del cordero. Una deficiente nutrición prenatal restringe la capacidad futura del animal de producir lana al alterar la formación de los folículos secundarios. La mala nutrición postnatal retarda la maduración de estos, incluso causa que algunos no maduren nunca, afectando la producción de lana de adulto hasta en un 12%.

En ovejas escocesas de cara negra, que poseen diámetro de fibra muy amplio, Hutchison y Mellor (1983) publicaron que la relación S/P de folículos totales en fetos de 142 días hubo una disminución de un 41% después de una grave desnutrición en ovejas entre los días 112 y 131 de gestación. Estos cambios durante la vida del animal afectan la población folicular lo que lleva a un cambio en las características del vellón. Ovinos con un mayor desarrollo de población folicular producirán mayor cantidad de lana y fibra más fina.

#### *Estado fisiológico*

Se pueden distinguir dos tipos de efectos por los períodos de gestación y lactancia que afectan la población folicular. Los efectos del estado fisiológico de la oveja de cría sobre la población folicular del cordero, tanto en su vida prenatal como post parto, como así también los efectos propios de la gestación y lactancia sobre la producción de lana de la oveja de cría.

#### *Gestación*

Cuando las ovejas sufren subalimentación temprana en la gestación, se reduce la producción de lana siendo mayor la disminución provocada en el último tercio de la gestación (Slen y Whiting, 1956 citados por Corbett en 1979).

Cuando los efectos de la preñez son expresados en términos de producción anual de lana, la mayoría de las reducciones, tanto en lana sucia como limpia, se observan dentro del rango de 2 al 10 %. La gestación de mellizos reduce la producción de lana

sucia y limpia en un 5,9 y 7,6 % respectivamente, comparando con las correspondientes reducciones de 1,8 y 5,4 % en ovejas que parieron un único cordero (Ray y Sadwell, 1965; Corbett 1979).

#### *Efectos del ambiente uterino*

Fraser y Short en 1960 describieron la iniciación de los folículos de lana primarios (P) y secundarios (S) en el feto. La iniciación de los folículos primarios en el feto comienza cerca del día 60 de gestación y esos folículos van a producir una fibra emergente alrededor del día 100.

Los folículos secundarios son originados antes del nacimiento (Fraser y Short, 1960), y maduran en dos olas, una que alcanza su pico justo antes del nacimiento y la segunda semanas después (Fraser, 1965).

Una subnutrición en la oveja durante el último tercio de gestación afectan la maduración de los folículos secundarios (S) que tiene como resultado una disminución en la relación S/P (Schinckel y Short, 1961; Everitt 1967; Williams y Henderson, 1971).

Una reducción en la población de folículos secundarios en el cordero recién nacido, por causas de una subnutrición de la madre no necesariamente da como resultado una menor producción de lana debido a la segunda ola de maduración de folículos secundarios, puede revertir dicha situación, si el nivel nutritivo al cual tiene acceso el animal es adecuado (Short, 1955).

En la práctica el efecto del ambiente materno se produce en corderos mellizos y en corderos nacidos de borregas de 2 años, estos efectos se manifiestan en una reducción del peso al nacer y una reducción en el número de folículos secundarios maduros al momento del nacimiento (Turner, 1961; Doney y Smith, 1964; Summer y Wickham, 1970).

### *Nutrición postnatal*

La subnutrición en el cordero joven afecta negativamente la segunda ola de maduración de folículos secundarios, dicha restricción alimenticia causa una reducción en la capacidad de los folículos para producir fibra, más que una pérdida permanente de folículos (Schinckel y Short, 1961).

La reducción prolongada en el crecimiento de la lana en las ovejas jóvenes subalimentadas, en comparación con sus contemporáneas bien alimentadas, luego de un período de recuperación en el cual todas las ovejas reciben igual alimentación es asociada con una reducción en el peso vivo del animal. La subnutrición parece tener poco efecto en la eficiencia bruta de conversión del alimento a lana cuando ésta ocurre e inclusive con posterioridad al período crítico (Allden, 1968).

Según Allden (1979) la subnutrición en etapas tempranas de la vida del animal, puede no causar una reducción permanente en el crecimiento de la lana después del restablecimiento a una buena dieta, excepto en situaciones muy extremas.

La eficiencia bruta de conversión de alimento a lana ante un período de restricción resultará poco afectada, si la oveja recibe suficiente alimentación con posterioridad como para que exprese crecimiento compensatorio (Mc Lance y Widdawson, 1974 citados por Rodríguez, 1996).

### *Lactancia*

Las ovejas que amamantan un cordero reducen el crecimiento anual de lana en un 5-8% o más si la lactancia se prolonga. El amamantamiento de mellizos duplica aproximadamente la reducción (Corbett, 1979).

Brown et al., (1966) señalan para la raza Merino que 1/3 de la reducción en la producción de lana es debido a una disminución de los folículos en producción y los 2/3 restantes, a un menor volumen producido por una disminución en el largo y

diámetro del folículo, observándose una mayor reducción del diámetro en ovejas gestando y lactando mellizos.

Normalmente se estima que el efecto total de la reproducción (gestación y lactancia) reduce la producción de lana entre 10 – 14% en buenas condiciones de alimentación y del 20 – 25% en condiciones pobres (Pérez Álvarez et al., 1992). También, la gestación y la lactación producen una reducción del diámetro promedio de fibra de hasta 1,5 micras, en la fuerza tensil de hasta 30 N/ktex y en el largo de mecha de hasta 9 mm.

### *Clima*

El clima tiene un efecto directo sobre la producción de lana a través de la influencia de las variaciones de las horas luz de los días a lo largo del año (fotoperiodo). Este también influye en forma indirecta sobre la producción de lana, por su incidencia en la cantidad y calidad de forraje producido (Pérez Álvarez et al., 1992).

El crecimiento de la fibra a lo largo del año sufre variaciones estacionales. Su mayor tasa de crecimiento en longitud y diámetro se produce en primavera y verano, reduciéndose en otoño, para ser mínima en invierno.

En un ensayo con borregas Corriedale en Tierra del Fuego, sometidas durante todo el año al mismo nivel de alimentación, se verificaron variaciones importantes en el crecimiento de la lana en longitud y diámetro supeditadas a la longitud del día (Minola y Goyenechea, 1975).

Está demostrado el efecto del fotoperiodo sobre el crecimiento de la lana. Variaciones de las horas luz de los días a lo largo del año, explicarían a través de un complejo control hormonal, aún no comprendido totalmente, las variaciones en la producción de lana (Hutchinson y Wosdzicka, 1991).

A lo largo del año el crecimiento de la lana no es uniforme, se ha demostrado que es provocado por diversos factores, como ser el nivel nutritivo combinado con los efectos del fotoperiodo, temperatura, estrés y sanidad (Turner y Dolling, 1965).

Coop, citado por Gómez et al. (2004), observó una marcada variación estacional en el ritmo de crecimiento de lana de ovejas en pastoreo. El ritmo de crecimiento de la lana sigue siempre cambios de acuerdo a la disponibilidad de forraje a lo largo del año en cantidad y calidad

Se ha comprobado que durante el período de máximo crecimiento, la lana puede crecer a un ritmo hasta cuatro veces mayor que el que tiene cuando el crecimiento es mínimo. La curva de producción de lana muestra dos picos de máxima velocidad de crecimiento, uno hacia fines de primavera y otro hacia fines de otoño. Los períodos de baja producción coinciden con los fríos invernales y con los períodos secos de verano (Hutchinson y Wosdzicka, 1991).

#### *Sanidad*

La sanidad es uno de los factores a tener en cuenta en la producción de lana. Un estrés provocado por alguna enfermedad provoca un adelgazamiento de la fibra, que afecta la calidad porque son más frágiles y disminuyen su valor económico

Parece innecesario destacar la importancia de este factor en la producción ovina y por lo tanto en la producción de lana, ya que un nivel sanitario adecuado, sin dejar de tener en cuenta otros aspectos considerados, permitirá que la majada exprese plenamente su potencial productivo (Pérez Álvarez et al., 1992).

#### *Efecto de la esquila*

Se define a la esquila como el proceso en el cual se obtiene la producción lanosa y/o pilosa de un ovino, luego de haber transcurrido un determinado período de crecimiento, que generalmente corresponde a un año (Calvo, 1977).

Las ventajas que se han evidenciado al esquila con menos de un año de crecimiento se refieren a mejoras en el color y a la reducción de capachos. La esquila puede modificar el ritmo de crecimiento de la lana y es probable que el efecto sea distinto en razas con un ritmo más marcado. En las razas como el Merino la principal desventaja proviene de la depreciación por la reducción del largo de mecha (Mc. Guirk et al., citados por Gómez et al., 2004).

Bigham, citado por Gómez et al. (2004), señala que el aumento en la producción de lana no es efecto de la esquila per se, sino una consecuencia de incrementos en el consumo. En cambio Henderson en 1964 señaló que el estímulo de la esquila es muy pequeño y que probablemente no sea significativo debido a que los mecanismos involucrados no son capaces de modificar la eficiencia de producción de lana por el folículo.

El mecanismo hormonal que explicaría los incrementos tanto en el consumo como en la producción de lana por efectos de exposición al frío es mediante la función tiroidea. Se sabe que la administración de tiroxina aumenta el ritmo metabólico, el consumo y el crecimiento de la lana. Estos hechos permitirían explicar los resultados que registran incrementos en la producción de lana luego de la esquila aún en animales que pierden peso (Hopkins y Richards, citados por Gómez et al., 2004).

El espesor de la piel en ovejas aumenta considerablemente luego de la esquila. Este incremento no es debido a un aumento en el consumo de alimento sino que aparece como resultado de un posible cambio en el balance hormonal debido a la exposición al frío. El aumento en el grosor de la piel es acompañado por una aclimatación de la oveja frente al frío, como por ejemplo, a medida que la piel se vuelve más gruesa el animal deja de temblar y decrece su ritmo cardiaco junto con la temperatura de la piel (Wodzicka, 1960). Existe una correlación bastante estrecha entre características del vellón, color de la piel y calidad de la carne, lo que se relaciona con la mayor o la menor irrigación de los tejidos (Helman, 1965).

La menor oferta invernal de forraje junto con los altos requerimientos de gestación del animal genera una reducción del diámetro de la fibra en el momento de estrés nutricional, generando las llamadas “lanas quebradizas”. Otros factores de manejo como arreos, encierres prolongados, falta de agua de bebida, también ocasionan estrés y, en consecuencia, estrechamiento de la fibra. Estas lanas poseen una menor calidad por problemas de rotura de la fibra al momento del peinado. La esquila preparto o anticipada elimina el problema permitiendo ubicar el adelgazamiento en el extremo de la fibra (Borrelli, 2001).

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Los experimentos se desarrollaron en la Unidad Experimental Glencoe (INIA), ubicado en una fracción N° 9 de la Colonia “Fernando J. Baccaro” del Instituto Nacional de Colonización en el departamento de Paysandú a 130 km de la ciudad de Tacuarembó, sobre Ruta Nacional N° 26 al Oeste. Se trata de un campo de 1305 ha sobre Formación Arapey, con un 60% de los suelos pertenecientes al grupo de suelos CONEAT 1 (1.10b, 1.21, 1.11a, 1.11b), mientras que el 37% corresponden al grupo 12 (12.21 y 12.22) y el 3% al grupo B 03.1.

Los animales que se utilizaron fueron ovinos (*Ovisaries*) de la raza Merino Australiano Ultrafino (MAU) pertenecientes al Núcleo Genético Ultrafino de la Unidad Experimental Glencoe (UEG) del Consorcio Regional de Innovación de Lana Ultrafina (CRILU<sup>3</sup>) y Merino Dohne (MD) de dicha unidad experimental.

### **2.1 MATERIALES**

#### **2.1.1 Experimento 1**

*Experimento 1(MAU):* Se utilizaron 30 ovejas MAU con diámetros de fibra inferiores a 16 micras y pesos de vellón cercanos a 4 kg/animal.

Los carneros padres utilizados fueron tres por cada genotipo esperándose obtener un número similar de hijos por cada padre.

---

<sup>3</sup> El CRILU es una alianza público/privada sin fines de lucro creada en el año 2010 que tiene como principal objetivo coordinar y complementar capacidades entre productores, representantes de la industria textil - lanera y de organizaciones científico – tecnológicas para promover el desarrollo sostenible de la producción, industrialización y comercialización de lanas ultrafinas en el Uruguay. Esta organización está compuesta por representantes de SCMAU, INIA, la industria textil-lanera uruguaya y 42 productores del sector privado (CRILU, 2014).

**Tabla 1.** Distribución de los animales para el experimento 1 con animales del núcleo MAU.

Carneros padres MAU (Identificación)	Madres MAU	Hijos esperados
11213	10 ovejas	10 corderos
12186	10 ovejas	10 corderos
12267	10 ovejas	10 corderos

*Experimento 1(MD):* Se utilizaron 30 ovejas MD encarneradas con padres MD, diámetros de fibra inferiores a 22 micras y pesos de vellón cercanos a 4 kg/animal.

**Tabla 2.** Distribución de los animales para el experimento 1 con animales del núcleo MD.

Carneros padres MD (Identificación)	Madres MD	Hijos esperados
30016	10 ovejas	10 corderos
31009	10 ovejas	10 corderos
39038	10 ovejas	10 corderos

La población de corderos de ambos genotipos estudiados MAU y MD fueron generación 2015 sobre la que se efectuó el experimento de muestra de piel que tenían en promedio dos meses de edad. El segundo muestreo de biopsias de piel fue realizado cuando estos animales alcanzaron los nueve meses de edad. En ambos genotipos los estudios histológicos se realizaron en la progenie de cada padre y en estos también. Además de los estudios histológicos, se registraron en los corderos los siguientes datos; tipo de nacimiento, sexo y mediciones de lana. En los padres también se obtuvieron datos en mediciones en lana. Las mediciones de lana para

ambas categorías de animales en el MAU fue para el DF promedio 15,30 en los padres y de 14,66 micras en promedio para los corderos. En el caso de MD el DF promedio fue de 20,00 micras en padres y 18,66 en los corderos.

### 2.1.2 Experimento 2

*Experimento 2 MAU:* En una majada general MAU se realizó un manejo nutricional diferencial que se detalla a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Distribución esperada de los animales madres y corderos MAU según plano de alimentación alto y bajo.

<b>Experimento 2</b>	<b>Madres</b>	<b>Alimentación</b>
Grupo 1(Alta)	30 ovejas	Pastoreo en CN más suplementación con bloques energético-proteicos ad libitum
Grupo 2 (Baja)	30 ovejas	Pastoreo en CN

CN: Campo Natural

**Tabla 4.** Distribución efectiva de la cantidad de animales, madres y corderos MAU con padres MAU según el plano de alimentación alto y bajo.

<b>Experimento 2</b>	<b>Alimentación</b>	<b>Animales</b>	<b>Padres</b>
Grupo 1(Alta)	Pastoreo en CN más suplementación con bloques energético-proteicos ad libitum	27 corderos	4 padres*
Grupo 2 (Baja)	Pastoreo en CN	21 corderos	6 padres

*\*Estos cuatro padres son también padres en el grupo 2, más otros dos.*

Para armar estos dos grupos de ovejas madres se tuvo en cuenta los padres a utilizar en la inseminación artificial, es decir quedaron armados por padres de los corderos,

para que la genética sea representativa en los dos grupos y esté balanceada en estos. El tipo de parto fue eliminado como efecto para lo cual se trabajó solamente con corderos únicos ya que también estos representan la gran mayoría de los corderos nacidos de Merino en el Uruguay. La alimentación que consistió en bloques energéticos-proteicos fue ad libitum en las ovejas y en los corderos desde el nacimiento al destete de estos que fue aproximadamente de 2 a 3 meses.

## **2.2 MÉTODOS**

### **2.2.1 Muestreo de piel**

#### **2.2.1.1 Protocolo a campo para extracción de muestras de piel animal**

En el Experimento 1, se realizó la extracción de biopsias de piel a los corderos en dos momentos de su vida, a los dos y luego a los nueve meses de edad. Tanto a los padres MAU y MD se les extrajo una biopsia de piel cuando se obtuvo la primera muestra de los corderos.

En el caso del Experimento 2, se realizó una sola extracción de biopsia de piel, la cual fue a los dos a tres meses de edad de estos corderos coincidiendo con su destete.

Dichas muestras fueron extraídas siguiendo el procedimiento descrito por Carter y Clarke (1957). Para la extracción de la biopsia de piel se utilizó un “sacabocado” con una trefina con cuchilla circular de 1.0 cm. de diámetro, los animales fueron acostados de cúbito lateral derecho sobre una mesa, en posición distendida, sin moverse y con sus extremidades sujetas, provocándole el mínimo estrés. Se utilizó un anestésico local (Lidocaína al 1%, como lo indica el protocolo CHEA (ID 574), en el sitio de la biopsia, para minimizar el dolor del animal y garantizar una muestra de alta calidad. El movimiento del animal o “vacilar” de la piel durante el procedimiento de la biopsia puede resultar en daños a ésta, a través de cortes secundarios con la trefina en la biopsia (McCloghry, 1997).

Posteriormente se pasó a esquilar la región donde luego se practicó la incisión con la trefina en el lado izquierdo, en la zona del cuerpo conocida como lado medio, entre la línea media que separa la espalda de la barriga, sobre la última costilla. Se tuvo cuidado en la extracción de la piel prestando atención que no estuviera tensa para un buen muestreo. Por punción con un sacabocado que contenía la trefina, se aplicó a la piel sin tensar para minimizar el riesgo de las biopsias deformes (Anexo 6.13, paso 1 y 2). Es esencial asegurar que el sitio de la biopsia de la piel no esté bajo tensión o estirado. El estiramiento de la piel en el sitio de la biopsia durante el muestreo provoca una distorsión de la biopsia, ya sea provocando una reducción de la superficie de la piel de la muestra por la trefina y/o con posterioridad una reducción artificial de la medición de la densidad folicular.

La biopsia de piel fue succionada de la adhesión del tejido subcutáneo con tijeras curvas quirúrgicas, inmediatamente de extraída se colocó en un frasco con una solución fijadora (formalina al 10% comercial), debidamente etiquetado con la identificación del número del animal. La Formalina al 10% se prepara con antelación y la biopsia puede permanecer en esta solución fijadora por un año sin sufrir ninguna alteración o deterioro (Anexo 6.13, paso 3 y 4).

Una vez extraída la muestra se trasladó al Laboratorio de Histología de Piel Animal RN-EEFAS, que se encuentra ubicado en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto de la Udelar (EEFAS), para su procesamiento posterior.

#### **2.2.1.2 Protocolo en laboratorio de las biopsias obtenidas de la piel animal**

De manera general se puede describir que en el laboratorio el procesamiento de biopsias de piel ovina consiste en la preparación de cortes de tejido, diferentes tinciones con colorantes específicos, y la medición cuantitativa de las estructuras del tejido (Carter y Clarke 1957, Maddocks y Jackson 1988, McCloghry et al. 1997).

Al tener ya la muestra en el laboratorio, la cual ha sido extraída a campo y conservada en formol al 10% como anteriormente se describió, en un primer paso: la muestra fue colocada en alcohol 95° durante 12 horas. Posteriormente se paso a una solución de alcohol absoluto (100 °) durante 1 hora. Luego, a un segundo alcohol absoluto (100 °) donde permaneció por 1 hora más, con este primer paso en alcoholes el cometido es lograr la deshidratación de la muestra. Se extrajo la muestra del alcohol y se realizó dos pasadas por cloroformo comercial durante una 1 en cada paso, con este paso se realiza el aclarado de la muestra.

Una vez terminada la etapa de deshidratación mediante los alcoholes y el aclarado en cloroformo, se realizó la inclusión en parafina fundida (en estufa), con dos pasajes sucesivos por parafina pura (p.f. 54-56°) de una hora el primero y de 3 horas el segundo.

Una vez terminado este paso, la muestra fue embebida en parafina con el lado epitelial hacia dentro y luego suavemente aplastado mientras que la parafina se encuentra aún fundida, en un pequeño molde, de esta manera se forman bloques de parafina con la inclusión de la muestra, prontas para ser cortadas. El corte fue realizado mediante la utilización de un Micrótopo de Rotación Manual (Spencer, Modelo 820) con cuchillas descartables marca Leica Modelo 819. Es esencial para asegurar la formación de las secciones de piel utilizar cuchillas afiladas nuevas en el micrótopo. En cada corte se utilizaron cuchillas nuevas para asegurar un buen corte, si la cuchilla del micrótopo es cerrada o astillada en su filo, las secciones de producción se dañan.

Para la extracción de las secciones de piel una vez colocada la biopsia sobre el porta bloque del micrótopo se cortó dos bandas de sección de piel parafinadas, de 4 a 5 micras de espesor, una más superficial para poder realizar el conteo de los folículos secundarios derivados y una al nivel estándar (Maddocks y Jackson, 1988), a la altura media de la glándula sudorípara.

Los cortes fueron llevados a un baño “María” de flotación con agua a 40°C y fijados en portaobjetos con gelatina oro en polvo, siendo secados en estufa a 45°C, durante toda la noche. Obtenido ya el preparado histológico el procesamiento continuó con la técnica descrita por Maddocks y Jackson (1988) con modificaciones a la técnica implementadas por DILAVE Miguel A. Rubino del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (1998). Para la desparafinización se realizó dos pasajes sucesivos en Xilol. Se hidrató con sucesivos cambios de alcoholes de graduación decreciente y finalmente agua destilada.

La coloración se realizó con los siguientes colorantes: hematoxilina de Mayer, (en este caso se sustituyó por hematoxilina de Harris porque colorea mejor los núcleos), ácido pícrico y eosina, para identificar las diferentes estructuras y posteriormente realizar la medición cuantitativa de dichas estructuras del tejido. Se colocó la muestra en hematoxilina durante 5 minutos, se enjuagó con agua corriente y se puso durante 10 minutos en agua para lograr el viraje de la hematoxilina. Luego se colocó 5 minutos en ácido pícrico, se lavó con agua destilada por 1 minuto, se hace un pasaje por alcohol 70 ° se mantuvo en la eosina de 1 a 3 minutos, posteriormente se realizó un pasaje por alcohol 95 ° enjugando una vez que se realizó este paso la muestra fue colocada en alcohol 100° (alcohol absoluto) por unos 3 minutos. Los cortes fueron deshidratados nuevamente y a continuación aclarados en dos baños de xilol de 3 minutos cada uno. Estos cortes se montaron de manera permanente en portaobjetos luego se agregó bálsamo del Canadá sintético para adherir el cubreobjeto y posteriormente se secaron las láminas por 72 horas en estufa a 40°C (Anexo 6.14 y Anexo 6.15).

### **2.2.1.3 Determinación de la población folicular y relación S/P a través de la lectura de muestras**

Para el conteo de la población folicular se utilizó un microscopio OLYMPUS SERIE BX 41, de la Facultad de Agronomía de la Udelar, en Montevideo, el cual se encuentra conectado a una computadora que posee el software de analizador de

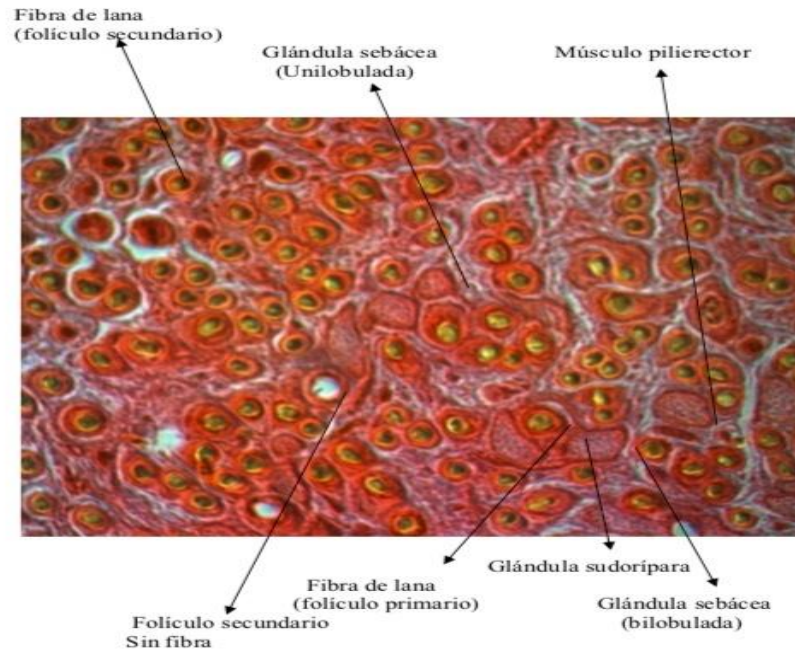
imágenes. El objetivo y el ocular del microscopio en conjunto dan 10X/0,25 (aumento o magnificación). Se tomaron fotografías de cada una de las muestras, cada imagen o campo representa una superficie de 1.1656 mm<sup>2</sup> (0,94 mm de largo por 1,24 mm de ancho). Luego las imágenes fueron guardadas en una memoria (pendrive) para su posterior análisis y conteos correspondientes.

En los cortes histológicos, de cada espécimen, se determinó el número de folículos. Los folículos primarios y secundarios se contaron mediante la utilización de un programa de computadora Adobe Photoshop CS3 Extended, versión 3,0 mediante el cual se aplicó una cuadrícula a la foto para tener mayor facilidad en el conteo. Se hicieron 2 lecturas de cada muestra, que luego se promediaron para cada animal, tomadas al azar pero en zonas donde el frotis o el corte histológico este completo y sin estiramiento. Por convención, se contó todos los folículos situados sobre los cuatro márgenes del campo visual, hasta el 80%, para no sobrestimar el número de folículos.

Los folículos primarios (FP) se reconocen a través de las estructuras accesorias que son: una glándula sudorípara, una glándula sebácea bilobulada, el músculo pili-erector y por la posición del grupo folicular (Figura 8). Se expresa número de folículos primarios con y sin fibra y el número total de FP.

Los folículos secundarios se reconocen porque presentan una glándula sebácea unilobulada como única estructura accesoria, pueden ser ramificados o derivados. Para estos también se determina el número de folículos con y sin fibra y el total de folículos, pero además se determina el número de folículos derivados (ramificados) (Figura 8 y Anexo 6.16).

Figura 8. Corte histológico de piel ovina visto al microscopio.



Fuente: Vallejo (2011).

Los folículos pueden contener la fibra de lana o la misma puede estar ausente debido al procesamiento que pudieron ser removidas durante la preparación de la sección de la piel dejando folículos sin fibra. Estos “vacíos” en los folículos se identificaron antes de hacer un recuento de los folículos totales. Lo mismo sucedió en los corderos ya que existió la posibilidad de estar ausentes porque aún no terminaron de desarrollarse.

Teniendo presente lo descrito anteriormente sobre la precisión de las mediciones de densidad folicular que dependerán de las biopsias y las secciones de piel de alta calidad se prosigue a la lectura de cada muestra. Los datos obtenidos de estas lecturas son procesados en una planilla de Microsoft Excel con igual formato para cada categoría de animal evaluado, es decir para los carneros y los corderos.

#### **2.2.1.4 Obtención de datos para medición de lana**

Los datos de medición de lana fueron proporcionados por el INIA luego de la esquila Tally-hi (peso de vellón sin desbordar, corregido por edad, realizada en octubre de 2016, contando con los datos de PVL, DF( $\mu\text{m}$ ), CVD(%), %FIB>30 $\mu\text{m}$ , RL(%) y LM(cm) para los genotipos MAU y MD para el caso del primer experimento. Debe tenerse presente que algún animal en particular puede no contar con un registro completo de sus datos en la base de datos.

#### **2.2.1.5 Obtención de datos para peso vivo (PV)**

Estos datos fueron considerados en el experimento 2 y fueron proporcionados por el INIA, se dispusieron de varias mediciones pero en el experimento se utilizaron PV en la señalada y PV en el destete, corregidos por fecha de nacimiento.

#### **2.2.2. Diseño Estadístico**

Para todos los análisis estadísticos, se usó el paquete estadístico InfoStat 2018 en conexión con R. El nivel de significancia se definió para un valor de  $p < 0,05$ .

##### **2.2.2.1 Experimento 1**

*Modelo utilizado para variables productivas de lana*

Para estudiar el efecto de los genotipos (razas) sobre las variables de lana, se ajustó un modelo lineal mixto que tuvo la siguiente fórmula anidada general:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + R_i + P_j(R_i) + S_k + \beta_1 E_{ijkl} + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:  $Y_{ijkl}$  es la variable de respuesta;  $\beta_0$  es un intercepto;  $R_i$  es el efecto fijo de la  $i$ -ésima raza;  $P_j(R_i)$  es el efecto aleatorio del  $j$ -ésimo padre anidado en la raza;  $S_k$  es el efecto del  $k$ -ésimo sexo;  $\beta_1$  es el coeficiente de regresión de la covariable Edad ( $E_{ijkl}$ );  $\varepsilon_{ijkl}$  es el error experimental

En los casos en que la covariable no fue significativa, se eliminó del modelo. Se utilizó la prueba Mínima Diferencia Significativa (LSD) como método de comparación de diferencia de medias, debido a que en todos los casos se compararon 2 medias.

*Modelo utilizado para población folicular*

Para estudiar el efecto de los biotipos (razas) y los meses de medición sobre las variables de población folicular, se ajustó un modelo lineal mixto de medidas repetidas en el tiempo que tuvo la siguiente formula anidada general:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + R_i + P_j(R_i) + S_k + \beta_1 E_{ijkl} + \varepsilon_{ijkl} + M_m + (R \times M)_{im} + \delta_{ijklm}$$

Dónde:  $Y_{ijkl}$  es la variable de respuesta;  $\beta_0$  es un intercepto;  $R_i$  es el efecto fijo de la i-ésima raza;  $P_j(R_i)$  es el efecto aleatorio del j-ésimo padre anidado en la raza;  $S_k$  es el efecto del k-ésimo sexo;  $\beta_1$  es el coeficiente de regresión de la covariable Edad ( $E_{ijkl}$ );  $\varepsilon_{ijkl}$  es el error experimental;  $M_m$  es el efecto de la m-ésima medición;  $(R \times M)_{im}$  es la interacción entre medición y raza;  $\delta_{ijklm}$  es el error de la medida repetida (dentro de animales)

La correlación entre mediciones dentro de un individuo se modeló poniendo al animal como efecto aleatorio (estructura de correlación de simetría compuesta). En los casos en que la covariable no fue significativa, se eliminó del modelo. Las medias se compararon con la prueba LSD dado que en todos los casos se compararon 2 medias. Lo mismo ocurre para la interacción medición por raza (genotipo), dado que se estudió el efecto de la raza dentro de cada medición y el efecto de la medición dentro de cada raza.

*Correlaciones entre la relación S/P y las variables productivas de la lana*

Para cada genotipo, se estudió la correlación entre la relación S/P con el resto de las variables productivas de lana mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Para el cálculo de las correlaciones, se obtuvieron los residuales de un modelo en el que se

consideró el efecto de la fecha de nacimiento y del sexo, de tal forma que la correlación para las distintas variables fueron ajustadas por dichos factores..

#### **2.2.2.2. Experimento 2**

Para analizar el efecto de los planos de alimentación sobre las variables de lana la relación S/P y del peso al destete, se ajustó un modelo lineal mixto con la siguiente forma general:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + A_i + P_j(A_i) + S_k + \beta_1 E_{ijkl} + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:  $Y_{ijkl}$  es la variable de respuesta;  $\beta_0$  es un intercepto;  $A_i$  es el efecto fijo del  $i$ -ésimo plano de alimentación;  $P_j(A_i)$  es el efecto aleatorio del  $j$ -ésimo padre anidado en el plano alimenticio;  $S_k$  es el efecto fijo del  $k$ -ésimo sexo;  $\beta_1$  es el coeficiente de regresión de la covariable Edad ( $E_{ijkl}$ );  $\varepsilon_{ijkl}$  es el error experimental. En los casos en que la covariable Edad no resultó significativa, fue excluida del modelo.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La calidad de la biopsia y consecuentemente de la sección de piel, deben ser una consideración primordial en la planificación de un programa de muestreo. La causa más probable de mala calidad en las biopsias es su extracción rápida por falta de tiempo asignada para el muestreo. Se debe lograr la calidad de la sección de la piel para la medición exacta de la densidad del folículo y se debe tener cuidado en cada etapa del proceso de la extracción de la biopsia en el campo, o durante la preparación de las secciones en el laboratorio. De no realizarse cuidadosamente sobre todo en las partes de las secciones que se van a medir con Imagen Asistida, puede imposibilitarse la medición o cuando la superficie de la biopsia se ve afectada, puede causar mediciones de densidad folicular inexacta (McCloghry et al., 1997).

La precisión de la medición de la densidad folicular de la lana y de la relación S/P se ve directamente afectada por la calidad de las biopsias de piel extirpada y las secciones de la piel producida. Inexactitud en los resultados de medición de la densidad del folículo son por los cambios indeterminados del área de superficie de la piel de la biopsia antes del corte. Estos cambios en la superficie ocurren con mayor frecuencia durante la extirpación de la biopsia. Un aumento en el área de superficie de la piel de la biopsia se produce cuando la biopsia se extirpa en una región donde la piel se ha distendido o si los bordes de la biopsia se acoplan durante la incrustación, dando como resultado un aumento artificial en la medición de la densidad folicular. Por el contrario, una reducción de la superficie del área de la piel de la biopsia, como resultado de cualquier tensión que se aplica a la piel durante la incisión de la biopsia o muescas en la biopsia en la escisión o en la preparación, provocan una reducción artificial de la medición de la densidad folicular (McCloghry et al., 1997).

### 3.1. CORDEROS MAU

#### 3.1.1 Descripción general de los corderos en relación a población folicular

En el siguiente cuadro se presenta la descripción de algunas características productivas de la lana de los animales con muestreo de piel realizado a los 2 y 9 meses de edad (Anexo 6.17).

**Cuadro 8.** Cantidad de corderos nacidos por padre con sus datos promedio de diámetro de fibra promedio de los carneros padre e hijos nacidos, relación folículos secundarios/primarios a los 2 y 9 meses de edad en los corderos y su variación en el período en la raza Merino Australiano Ultrafino (MAU).

Carneros padres MAU	Diámetro ( $\mu\text{m}$ )	Rel. S/P	Hijos nacidos	Diámetro ( $\mu\text{m}$ ) $\bar{x}$	Rel. S/P	Rel. S/P	Variación	
					$\bar{x}$ 2 meses	$\bar{x}$ 9 meses	2a	9 meses
11213	15,10	30,00	8 corderos	15,10	22,39	33,61	11,22	50%
12186	15,70	24,00	7 corderos	15,40	22,21	28,93	6,72	30%
12267	15,20	31,57	7 corderos	14,20	25,96	32,80	6,42	25%
IG17263 (s/d*)	s/d	s/d	1 cordero	14,20	21,76	23,22	1,46	7%
4 Padres	$\bar{x}=15,30$ $\bar{x}\text{CVD}=15,9$	$\bar{x}=28,50$	23 corderos MAU	$\bar{x}=14,66$ $\bar{x}\text{CVD}=16,58$	$\bar{x}=23,12$	$\bar{x}=31,08$	8	34%

\*s/d: sin dato

Como se observa en el cuadro precedente se obtuvo una variación en la relación folicular S/P en el transcurso de los dos y nueve meses de edad de los corderos, siendo en todos los casos creciente.

### 3.1.2. Coefficientes de correlación de Pearson

En el cuadro 9 se presentan las correlaciones fenotípicas entre la relación S/P y las principales características productivas de la lana en corderos MAU de 9 meses de edad.

**Cuadro 9.** Correlaciones fenotípicas entre la relación folículos Secundarios/Primarios (S/P) y las principales características productivas de lana en corderos MAU.

<b>Variable</b>	<b>r (Pearson)</b>	<b>p-valor</b>
PVL	-0,06	0,78
DF	-0,26	0,23
CVD	-0,22	0,32
% FIB>30	-0,12	0,58
RL	-0,18	0,42
LM	-0,37	0,08

Como se puede apreciar en el cuadro anterior existe una tendencia ( $p = 0,08$ ) a reducirse el largo de mecha cuando se incrementa la Relación S/P, explicado por la competencia folicular por nutrientes (Schinckel y Short, 1961). En el resto de las variables, si bien se observa una relación negativa, no se obtuvieron correlaciones significativas ( $p > 0,05$ ). Esto puede ser explicado por la baja cantidad de animales muestreados y la alta variabilidad observada en las distintas variables.

En el cuadro 10 se presentan los valores de correlaciones significativas para las principales características productivas de la lana en corderos MAU de 9 meses de edad.

**Cuadro 10.** Valores de correlaciones significativas para las principales características productivas de la lana.

	DF	LM	CVD
PVL			
<b>r</b> (Pearson)	0,43	0,65	
<b>p</b> -valor	0,04	0,0007	
DF			
<b>r</b> (Pearson)		0,56	-0,40
<b>p</b> -valor		0,005	0,05
CVD			
<b>r</b> (Pearson)		-0,42	
<b>p</b> -valor		0,04	

El DF muestra una relación positiva alta con LM ( $p < 0,05$ ), en concordancia con la literatura ( $a > DF > LM$ ) ambas variables se asocian positivamente con el peso de vellón limpio. La correlación DF-PVL presenta un valor medio, coincidiendo con lo reportado por Turner y Young (1969), quienes indican correlaciones altas para Merino fuerte (Strong Merino) y correlaciones medias para Merino medio y Fino. Esto puede ser explicado por la selección realizada sobre el rasgo PVS, que al no incrementarse el número de folículos por área de piel, se incrementaría el otro componente que es la eficiencia de conversión en fibra, entonces aumentando de esta forma el largo de mecha.

Tal como se mencionara, la correlación entre diámetro de fibra y el peso del vellón es media y positiva, por lo que es de esperar una pérdida de producción de lana a mayor finura (Muller, 2000). El incremento en el diámetro de las fibras conlleva, como es reportado por varios autores, a un aumento en la variabilidad de las fibras (Chapman, 1980). La variabilidad del diámetro es mayor a lo largo de las fibras,

determinando que a mayor largo exista un aumento de la variación (Hynd et al., 1996). Esto, es coincidente con lo observado en este experimento.

### 3.2. CORDEROS MD

#### 3.2.1. Descripción general de los corderos en relación a población folicular

En el siguiente cuadro se describen los resultados de los animales con muestreo de piel realizado a los 2 y 9 meses de edad (Anexo 6.18).

**Cuadro 11.** Cantidad de corderos nacidos por padre con sus datos promedio de diámetro de fibra promedio de los carneros padre e hijos nacidos, relación folículos secundarios/primarios a los 2 y 9 meses de edad en los corderos y su variación en el período en la raza Merino Dohne (MD)..

Carneros padres MD	Diámetro ( $\mu\text{m}$ )	Rel. S/P	Hijos nacidos	Diámetro ( $\mu\text{m}$ ) $\bar{x}$	Rel.S/P	Rel. S/P	Variación
					$\bar{x}$ 2 meses	$\bar{x}$ 9 meses	2 a 9 meses
30016	19,30	20,70	2 corderos	17,90	20,70	25,64	4,94 24%
31009	19,50	23,63	1 corderos	19,80	20,94	20,60	-0,34
39038	21,30	22,73	4 corderos	18,20	21,21	22,75	1,65 8%
CA3807(s/d*)	s/d	s/d	5 corderos	18,10	20,89	23,87	2,98 14%
32024 (s/d*)	s/d	s/d	7 corderos	18,90	20,06	22,42	2,36 12%
padre (s/d*)	s/d	s/d	1 cordero	19,10	19,43	19,32	-0,11
6 padres	$\bar{x}=20,00$ $\bar{x}\text{CVD}=17,7$	$\bar{x}=22,40$	20 corderos MD	$\bar{x}=18,66$ $\bar{x}\text{CVD}=17,52$	$\bar{x}=20,28$	$\bar{x}=22,63$	2,3 11%

\*s/d: sin dato

Se puede observar que la variación en la relación folicular S/P de los corderos MD de 2 a 9 meses de edad fue creciente en la mayoría de los casos, sólo en dos corderos no

se produjo un aumento en la relación S/P en el avance de los meses, pero da la particularidad de ser el único animal nacido a evaluar por cada padre.

### 3.2.2. Coefficientes de correlación de Pearson

**Cuadro 12.** Correlaciones fenotípicas entre la relación S/P y las principales características productivas de lana

<b>Variable</b>	<b>r (Pearson)</b>	<b>p-valor</b>
PVL	0,23	0,35
DF	-0,39	0,1
CVD	0,01	0,98
%FIB>30	-0,4	0,09
RL	0,22	0,39
LM	-0,16	0,51

Se observan tendencias negativas entre la relación S/P y el diámetro de fibra ( $p=0,1$ ) y el porcentaje de fibras mayores a 30 micras ( $p=0,09$ ), no encontrándose más relaciones significativas en el resto de las variables evaluadas ( $p>0,05$ ). Estos resultados son concordantes con la bibliografía, evidenciándose un menor porcentaje de fibras mayores a 30 micras en los diámetros de menor finura ya que estos vellones presentan mayor uniformidad. Estas características de la lana se asocian a un mayor confort, ya que cuanto más fina y uniforme es la fibra de lana, mayor es la suavidad que percibe el consumidor de la prenda.

**Cuadro 13.** Valores de correlaciones significativas para las principales características productivas de la lana.

	DF	CVD	LM
% FIB > 30			
<b>r</b> (Pearson)	0,59	0,61	
<b>p</b> -valor	0,01	0,008	
RL			
<b>r</b> (Pearson)		-0,41	0,48
<b>p</b> -valor		0,09	0,04

El incremento en el diámetro de la fibra se asocia a un aumento en el porcentaje de fibras mayores a 30 micras ( $p < 0,05$ ) y a una mayor variabilidad en el diámetro medio de fibra ( $p < 0,05$ ), como era lógico esperar y acorde con lo reportado por varios autores en la literatura.

En este biotipo, el RL (está afectado positivamente por el LM ( $p < 0,05$ ) y negativamente tendencia al 9%) con por el coeficiente de variación del diámetro ( $p = 0,09$ ). La correlación positiva entre el LM y el RL se puede atribuir a que a un mayor largo de mecha, el vellón se presente más abierto y se produzca un mayor grado de penetración de polvo.

### 3.3. COMPARACION ENTRE LOS GENOTIPOS (MAU-MD)

#### 3.3.1. Resultados obtenidos en la comparación de la población folicular de corderos a los 2 y 9 meses entre genotipos

**Cuadro 14.** Relación folículo Secundario/Primario (S/P) para los 2 genotipos (MAU y MD) a los 2 y 9 meses de edad.

Raza (biotipo)	2 meses			9 meses		
	Media	EE		Media	EE	
MAU	23,12	1,20	B b	31,08	1,20	A b
MD	20,28	1,29	B b	22,63	1,29	B b

EE (Error estándar de las madres)  
s/covariable

\*A, B difieren significativamente entre razas dentro de mediciones

\*a, b difieren significativamente entre mediciones dentro de razas

La relación S/P muestra una diferencia significativa en los corderos del genotipo MAU entre los dos a nueve meses ( $p < 0,05$ ), en cambio no se encontraron esas diferencias en los corderos del genotipo MD ( $p > 0,05$ ). A su vez se encontraron diferencias en la relación S/P entre genotipos en los corderos a los 9 meses de edad ( $p < 0,05$ ). Estos valores de relación S/P están dentro de los esperables según Reis (1992), quien estableció valores donde establecía valores de relación S/P entre 20-27 para el Merino fino con un diámetro medio de fibra entre 16-21 micras, recordemos el DF para MAU es en promedio de 14,6 micras y para MD es de 19,4 micras. Similares valores fueron descritos por Cottle (2010) quien indicó una relación S/P de 26 para el Merino Superfino (menos de 18  $\mu\text{m}$  de DF) y una relación S/P de 25 para el Merino Fino. El incremento en la relación S/P entre los 2 y 9 meses de edad en corderos del biotipo MAU puede explicarse por la segunda ola de maduración de los folículos secundarios según lo descrito por Chapman (1980).

**Cuadro 15.** Porcentaje de folículos secundarios derivados para los 2 genotipos a los 2 y 9 meses de edad.

Raza (biotipo)	2 meses			9 meses		
	Media	EE		Media	EE	
MAU	11,26	1,03	A	10,86	1,03	A
MD	8,73	1,11	A	10,71	1,11	A

s/covariable

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

No se encontraron diferencias significativas en las mediciones de porcentaje de folículos secundarios derivados entre los genotipos MAU y MD ( $p > 0,05$ ), ni tampoco fueron encontradas diferencias significativas en las mediciones de los corderos a los 2 y 9 meses de edad en cada biotipo ( $p > 0,05$ )

Varios estudios han demostrado que el crecimiento de la lana y las dimensiones de las fibras se alteran sustancialmente a medida que aumenta la edad de los ovinos (Corbett, 1979). Las variaciones en el porcentaje de folículos secundarios derivados no incrementan al aumentar los folículos secundarios originales, sino que compensan la menor cantidad de estos.

**Cuadro 16.** Densidad folicular (folículos/mm<sup>2</sup>) para los genotipos Merino Australiano Ultrafino (MAU) y Merino Dohne (MD) en corderos a los 2 y 9 meses de edad.

Raza (biotipo)	2 meses			9 meses		
	Media	EE		Media	EE	
MAU	140,79	9,14	A a	143,06	9,14	A a
MD	146,26	9,96	A a	125,60	9,96	A b

c/covariable

\*A, B difieren significativamente entre razas dentro de mediciones.

\*a, b difieren significativamente entre mediciones dentro de razas.

No se encontraron diferencias significativas en la densidad folicular entre los dos y nueve meses de edad en los corderos del genotipo MAU ( $p>0,05$ ). Tampoco se hallaron diferencias en la densidad folicular entre los corderos de los genotipos a los 2 y 9 meses de edad ( $p>0,05$ ). Sin embargo, si se hallaron diferencias significativas en la densidad folicular entre los 2 y 9 meses de edad en corderos del biotipo MD ( $p<0,05$ ).

El incremento en la densidad folicular entre los 2 y 9 meses de edad en los corderos del genotipo MAU se explica por lo mencionado anteriormente, es decir como consecuencia de la segunda ola de maduración de los folículos secundarios. En cambio, los corderos del genotipo MAU, posiblemente debido a una mejor irrigación sanguínea en su piel, se mantiene la población de folículos, esto conlleva a una reducción del diámetro de fibras, manteniendo el mismo peso de vellón (Hynd et al., 1986). Posterior al nacimiento, los cambios en la densidad de fibras van a depender del grado de maduración de los folículos y de la extensión de la piel que se produce con el aumento del tamaño del cuerpo, ambos factores son afectados fundamentalmente por la nutrición.

La selección de animales basándose en el incremento de la densidad folicular llevaría a un incremento en peso de vellón limpio, reduciendo el diámetro de fibra, por lo tanto existe un aumento en cantidad y calidad de la producción. Animales con alta densidad folicular pueden ser identificados mediante la selección de los mismos según buenas características de piel, buen toque y buena definición de rizo (Hynd et al., 1986).

### **3.3.2. Resultados obtenidos en la comparación entre genotipos con relación a las variables de producción de lana**

En el cuadro a continuación se presentan los resultados obtenidos en cada genotipo en relación a la característica peso de vellón limpio.

**Cuadro 17.** Modelo genotipo sobre Peso de Vellón Limpio.

Raza (biotipo)	Media	EE
MAU	3,01	0,13 A
MD	3,41	0,14 A

*c/covariable*

*\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

No se encontraron diferencias significativas en peso de vellón limpio entre los entre los genotipos MAU y MD en corderos de 9 meses de edad ( $p > 0,05$ ), lo cual no era lo esperable ya que en general se observa mayores producciones en MA que en MD, inclusive considerando un PV superior de MD.

**Cuadro 18.** Modelo genotipo con diámetro de fibra.

Raza (biotipo)	Media	EE
MAU	14,66	0,42 A
MD	19,47	0,43 B

*c/covariable*

*\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

En el cuadro 18 observamos el resultado de diferencias significativas en el diámetro de fibra ( $p < 0,05$ ), ya que en el genotipo MAU se produce una mayor competencia nutricional entre folículos (Fraser y Short, 1960), que determina una menor cantidad de nutrientes recibidos por cada folículo y como consecuencia éste será de menor tamaño y producirá fibras de menor diámetro.

**Cuadro 19.** Modelo genotipo para coeficiente de variación del diámetro de fibra.

Raza (biotipo)	Media	EE
MAU	16,58	0,44 A
MD	17,52	0,48 A

*s/covariable*

*\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

No se observaron diferencias significativas en la variación del diámetro de fibra entre los corderos de los genotipos MAU y MD ( $p > 0,05$ ).

**Cuadro 20.** Modelo genotipo sobre variable productiva de lana, largo de mecha

Raza (biotipo)	Media	EE
MAU	9,29	0,33 A
MD	9,70	0,37 A

*s/covariable*

*\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

No se observaron diferencias significativas en relación al largo de mecha entre los genotipos MAU y MD ( $p > 0,05$ ), lo cual no era esperable ya que generalmente se espera un menor largo de mecha en MD que en MA.

**Cuadro 21.** Modelo genotipo para porcentaje de fibras mayor a 30 micras.

Raza (biotipo)	Media	EE
MAU	0,15	0,06 A
MD	0,52	0,06 B

*s/covariable*

*\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

En el porcentaje de fibras mayores a 30 micras se encontraron diferencias significativas entre los genotipos, siendo mayor este porcentaje en el genotipo MD respecto al genotipo MAU ( $p = 0,06$ ). Estos resultados indican en el biotipo MAU una tendencia a presentar un porcentaje menor de fibras gruesas individuales (mayor a 30 micras), que son las que estimulan los receptores de la piel provocando irritación y prurito (molestias) con producción de picazón.

**Cuadro 22.** Modelo genotipo sobre rendimiento al lavado.

<b>Raza (biotipo)</b>	<b>Media</b>	<b>EE</b>
MAU	76,68	1,40 A
MD	72,40	1,44 B

*s/covariable*

*\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

El rendimiento al lavado presentó diferencias significativas entre los genotipos, siendo mayor ese rendimiento en el genotipo MAU en comparación con el genotipo MD ( $P < 0,05$ ). Teniendo presente que el genotipo MAU presentó un diámetro de fibra menor que el genotipo MD no era de esperarse esta diferencia ya que según datos anteriores de Minola y Elisondo (1989) y Sanjurjo (2005), a medida que el diámetro medio de fibras es mayor, la producción de suarda disminuye y como consecuencia aumenta el rendimiento al lavado.

### **3.4. COMPARACION DE RESULTADOS CON EL PROYECTO MERINO FINO**

A continuación se pasará a describir y analizar de forma comparativa los resultados obtenidos en este trabajo con los alcanzados por diversos autores en relación a las correlaciones fenotípicas entre las características de la lana y de la población folicular de la piel evaluados en el Proyecto Merino Fino debido a que son animales y los utilizados en este experimento guardan relación con el origen en común.

Para comenzar debemos recordar que en el año 1998 comenzó la formación del NMF (Núcleo Merino Fino), fue una idea compartida entre un importante grupo de productores y técnicos, principalmente haciendo referencia a los potenciales problemas que tenían la producción de lanas superfinas en el Uruguay, en términos de producción, calidad de lana, adaptación, reproducción, sanidad, entre otras.

El objetivo general del mismo fue el buscar y desarrollar una alternativa productiva para el rubro que consistiera en mejorar la sustentabilidad socioeconómica de los sistemas de producción laneros en el Basalto y Cristalino superficial.

El eje central de su estrategia fue en el PMF el desarrollo de un Núcleo de Selección (NMF) para la creación de materiales genéticos superfinos. El núcleo constituyó con los aportes de un conjunto de criadores merinistas, el INIA y el SUL. Además, apoyaron las Centrales de Prueba de Progenie y la evaluación entre cabañas (Montossi et al., 2005).

Las características de piel, cantidad de folículos primarios y secundarios y la relación entre ellos, todas estas medidas fueron extraídas de los cortes histológicos y a su vez fueron correlacionadas entre ellas y con la totalidad de las características importantes de la lana.

### 3.4.1. Correlaciones fenotípicas

**Cuadro 23.** Correlaciones obtenidas de animales evaluados a lo largo del PMF y las halladas en este trabajo.

	DIAM	Rel. S/P	CVD	%F>30µm	PVS	PVL	RL	LM
<b>DIAM</b>	---	-0,26 (Vallejo, 2021) -0,16 (Gallero et al., 2006) -0,41 (Giorello et al., 2006) -0,33 (Sanjurjo, 2005) -0,34 (Gómez et al., 2004) -0,26 (Bonino y Condon, 2003)	-0,40 (Vallejo, 2021)	-0,12 (Vallejo, 2021) 0,76 (Gómez et al., 2004)	0,25 (Sanjurjo, 2005) 0,44 (Gómez et al., 2004) 0,22 (Bonino y Condon)	0,43 (Vallejo, 2021)		0,56 (Vallejo, 2021) 0,17 (Giorello et al., 2006) 0,23 (Gómez et al., 2004) 0,23 (Bonino y Condon)
<b>Rel. S/P</b>		---	-0,22 (Vallejo, 2021)	-0,12 (Vallejo, 2021) -0,09 (Gallero et al., 2006)		-00,6 (Vallejo, 2021) 0,17 (Gallero et al., 2006) -0,51 (Sanjurjo) 0,12 (Bonino y Condon)	-0,18 (Vallejo, 2021) 0,23 (Sanjurjo, 2005) 0,23 (Bonino y Condon)	-0,37 (Vallejo, 2021) 0,09 (Gaggero et al., 2006) 0,20 (Bonino y Condon, 2003)
<b>CVD</b>			---					-0,42 (Vallejo, 2021)
<b>%F&gt;30µm</b>				---		0,25 (Gómez et al., 2004)	-0,26 (Gómez et al., 2004)	
<b>PVS</b>					---			0,32 (Bonino y Condon, 2003)
<b>PVL</b>						---		0,65 (Vallejo, 2021)
<b>RL</b>							---	0,27 (Vallejo, 2021) 0,35 (Gómez et al., 2004) 0,19 (Bonino y Condon, 2003)
<b>LM</b>								---

Como se puede observar en este cuadro comparativo en relación con el diámetro y el porcentaje de fibras mayores a 30 micras, también llamado factor de confort, está indicando que animales que presentan lana más fina (menor diámetro promedio de fibras) poseen una menor cantidad de fibras con diámetros mayores a 30 micras por la mayor uniformidad de las mismas que se obtiene según las teorías de competencia y densidad folicular.

Con respecto al diámetro y largo de mecha muestra un valor positivo y muy bajo de 0,17 Giorello et al., 2006. Gómez et al., (2004) encontraron una correlación de 0,23, Bonino y Condon (2003) en esta misma majada MAU obtuvieron un valor de 0,03. Estas correlaciones indican que al seleccionar por menor diámetro de fibra el largo de mecha disminuye, es decir al seleccionar un menor diámetro de las fibras es probable que se restrinja también la disminución en el peso de vellón sucio, lo que llevará a un menor largo de las fibras, (asociación significativa y positiva entre largo de mecha y peso del vellón sucio).

En la relación S/P y diámetro de fibra; algunos autores obtuvieron una tendencia negativa para esta correlación a la encontrada en este trabajo, de un valor de -0,26, valores que coinciden a los hallados por Bonino y Condon (2003) de -0,16 y para Gallero et al., (2006). Sanjurjo (2005) cita valores de - 0,33 y Gómez et al., (2004) de - 0,34, mientras que mayores diferencias existen con respecto a los encontrados por Giorello et al., (2006) con una correlación entre esta característica y la relación S/P negativa y de una magnitud media, el valor estimado fue de - 0,41 ( $P < 0,01$ ). Esto hace referencia a que con una mayor relación folicular se logra disminuir el diámetro de fibra. Por lo que indica seleccionar aquellos animales con mayor cantidad de folículos secundarios respecto a la cantidad de primarios, ya que su lana es más fina y de mayor valor en el mercado.

La relación S/P con LM los datos de Gaggero et al., (2006) muestran una correlación baja y positiva, en cambio en los hallados en este trabajo fue de una relación negativa indicando que una selección por alta relación S/P disminuye el largo de mecha.

La relación S/P con peso de vellón sucio para el caso de Gaggero et al., 2006 y Bonino y Condon 2003 es una relación positiva y de baja magnitud en ambos casos, no así fue el resultado obtenido en este trabajo.

El factor de irritación indica el porcentaje de fibras mayores a 30 micras por lo tanto al aumentar este, es coherente que ocurra un aumento en el PVS y por lo tanto en el PVL, habrá fibras de mayor diámetro y el vellón será menos homogéneo..

Las asociaciones encontradas en los animales del Núcleo INIA (madres y borregos) entre la relación S/P y las principales características de la lana son medias a bajas (Fernández Abella et al., 2003). De acuerdo a los datos obtenidos en este trabajo y en comparación con los datos de trabajos obtenidos por otros investigadores en esta misma majada, demostraron una tendencia similar a los parámetros estudiados en este trabajo.

### **3.5. PLANO NUTRICIONAL**

#### **3.5.1 Resultado para población folicular en relación al plano alimenticio**

En el cuadro 24 se presenta la relación Secundario/Primario (S/P)

**Cuadro 24.** Relación folículos secundarios/primarios (S/P) según plano alimenticio en la raza MAU para dos planos nutricionales (ALTO, BAJO) en el período.

<b>Plano</b>	<b>Media</b>	<b>EE</b>
ALTO	25,61	1,37 A
BAJO	25,50	1,71 A

*\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

**Cuadro 25.** Relación S/P según sexo.

Sexo	Media	EE
H	25,64	1,44 A
M	25,46	1,57 A

*\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

**Cuadro 26.** Porcentaje de folículos secundarios derivados según plano alimenticio

Plano	Media	EE
ALTO	8,63	1,50 A
BAJO	7,19	1,88 A

*\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

No se encontraron diferencias en estos tres parámetros estudiados. Como se puede observar en los tres cuadros precedentes no fueron encontradas diferencias significativas entre planos alimenticios en la relación S/P y porcentaje de folículos secundarios derivados, así como tampoco se encontraron diferencias significativas entre sexos ( $p > 0,05$ ).

### **3.5.2 Resultado para peso al destete en relación al plano alimenticio**

**Cuadro 27.** Peso al destete según plano alimenticio

Plano	Media	EE
ALTO	21,45	0,67 A
BAJO	16,36	0,85 B

*\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

La variable peso al destete no era un objetivo específico de estudio en este trabajo pero como se puede apreciar en el cuadro anterior, la misma presentó diferencias significativas entre los planos alimenticios ALTO y BAJO, corregida por fecha de nacimiento.

En cambio, se estima que para el período de alimentación evaluado, el tiempo no fue lo suficiente para determinar variaciones en el desarrollo y maduración de los folículos pilosos en los animales (Anexo 6.19).

Si el tiempo hubiera sido más extenso o considerando otro período, también otro tipo de alimentación se habrían esperado variaciones en las variables consideradas, ya que según trabajos realizados por Black (1987), si bien el número potencial de folículos de lana está genéticamente controlado, el número real puede verse modificado por el aporte de nutrientes durante el desarrollo fetal.

La nutrición en la gestación es muy importante para que la población folicular en el feto no se vea afectada ya que limitaciones nutricionales en el período prenatal disminuyen el número de folículos secundarios al nacimiento. Cuando la nutrición posnatal es adecuada esta diferencia desaparece a las seis semanas de vida aproximadamente pero si esta nutrición posnatal temprana es severamente inadecuada hay un marcado efecto en el desarrollo de los folículos secundarios y en la producción de lana futura.

Limitaciones nutricionales en el período prenatal disminuyeron el número de folículos secundarios al nacimiento pero cuando la nutrición posnatal es adecuada esta diferencia desaparece a las seis semanas de vida aproximadamente. Si la nutrición posnatal temprana es severamente inadecuada hay un marcado efecto en el desarrollo de los folículos secundarios y en la producción de lana futura. Como se ha mencionado la nutrición de la oveja preñada afecta el establecimiento de la población folicular en su feto. Una relación S/P 10% más baja de folículos totales presentes en el nacimiento en corderos merinos con 1,0-1,3 kg menos de peso medio al nacimiento fue observado por Short (1955) y Schinckel y Short (1961). Esto se debió a que sus madres fueron alimentadas pero con pérdidas de peso durante su gestación en comparación con los corderos nacidos de ovejas bien alimentadas. El efecto posterior sobre la fibra, en la producción de folículos ha sido grave, ya que hasta el

año de edad, los corderos de ovejas mal alimentadas tenían una relación S/P de hasta 29%, 49% más bajos que de los corderos nacidos con mas alto peso.

De todo lo expuesto queda evidenciado que es de suma importancia conocer las bases fisiológicas de la correlación entre diámetro de fibra y peso de vellón y comprender como una adecuada nutrición es importante para un buen desarrollo de folículos secundarios y para que el animal manifieste todo su potencial genético.

#### **4. CONCLUSIONES**

La mayoría de las correlaciones obtenidas en este trabajo coincidieron con las bibliografías consultadas y confirman la primer hipótesis planteada. Esas asociaciones encontradas entre la relación S/P y las principales características de la lana evaluadas en este trabajo son medias a bajas. Como dato relevante, indican que la correlación entre densidad folicular y diámetro es moderada y negativa.

En el genotipo MAU se observa un incremento en la relación S/P entre los dos y los nueve meses de edad, confirmándose otra de las hipótesis planteadas. En cambio, en el genotipo MD no hubo incremento.

En el porcentaje de folículos secundarios derivados no se encontró un efecto de interacción en ningún caso evaluado.

La mayor densidad folicular a los 9 meses se explica en el MAU, por una maduración folicular significativa en la segunda ola. En cambio en MD se observa una regresión folicular, debido a una escasa nutrición de los folículos por la alta competencia. En el caso de MAU los folículos conllevaron a una reducción del diámetro de fibras, manteniendo el mismo peso de vellón.

En el genotipo MAU el diámetro de fibra y largo de mecha están asociados positivamente con el peso de vellón. El DF muestra una relación positiva alta con LM, lo cual no concuerda con la literatura. Esto puede ser explicado por la selección realizada sobre el rasgo PVS, al no incrementarse el número de folículos por área de piel, se incrementaría la eficiencia de conversión en la fibra aumentando de esta forma el largo mecha.

En el genotipo MD el incremento del número de fibras mayores a 30 micras se asocia a un aumento del diámetro de las fibras y a una mayor variabilidad del mismo.

A mayores relaciones S/P se obtienen menores diámetros de fibra. Al aumentar la densidad folicular aumentó la relación S/P y la correlación con el diámetro es de signo negativo y magnitud media, de esta forma hubo una disminución del diámetro, esto es uno de los objetivos principales de todo mejoramiento en ovinos destinados a la producción de lana fina.

En el segundo experimento con respecto al plano nutricional diferenciado no fueron encontradas diferencias significativas en relación a la población folicular como se esperaba en la hipótesis planteada, la razón se adjudica debido al corto periodo de evaluación. En la relación folicular (S/P) no se obtuvieron diferencias significativas según el plano alimenticio, ni con sexo, así como tampoco lo tuvo el porcentaje de derivados.

Ha sido difícil en el pasado conseguir vellones pesados y finos debido a la asociación positiva que existe entre diámetro y peso de vellón sucio, por lo que la relación S/P podría ser de gran ayuda en la obtención de vellones más finos y que no tengan una caída importante en el peso. Por lo tanto, queda expuesto en este trabajo de Tesis que los animales con mayores densidades foliculares, especialmente de folículos secundarios, tendrán menores diámetros de fibra. Esto explicado por la competencia folicular, a mayor densidad mayor competencia por nutrientes. Evidenciando que al observar la correlación baja y negativa entre la densidad folicular y el diámetro, permitiría utilizar como herramienta de selección temprana en los animales más finos la densidad folicular pero quizás teniendo en cuenta de más estudios fenotípicos, desarrollo de parámetros genéticos de esta variable y sobre todo correlaciones genéticas con las variables de interés económico.

Entonces, en base a este trabajo y los aquí considerados se puede concluir con estos resultados obtenidos que al seleccionar por mayor relación S/P se obtendrán vellones con menor diámetro de fibra, lo que induce que en el presente y en el futuro puede llegar a ser usado como un criterio de selección válido para disminuir el diámetro.

La investigación en alternativas tecnológicas dentro de la raza Merino se han encaminado hacia la mejora en la producción y los componentes de calidad de las lanas finas y superfinas en busca de aumentar la competitividad de los productores especializados en generar este tipo de fibras, particularmente aquellos ubicados en la región de Basalto. Esta mejora en la productividad y calidad de las lanas finas y superfinas también aporta a el producto que llegará a las industrias textiles y luego al consumidor final.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

- Abella, I., Jaurena, M., Ramos Z., Preve F., Grattarola, M., De Barbieri., I. 2018. Serie Técnica de INIA, v.: 242 p.: 11 - 29, 2018.
- Adelson, D.L.; Hollis, D.E.; George, H.B. 2002. Wool fibre diameter and follicle density are not specified simultaneously during wool follicle initiation. (en línea). Australian Journal of Agricultural Research. 53(9): 1003–1009. Consultado jul. 2018. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1071/AR01200>.
- Allden, W. G. 1979. Under nutrition of the Merino sheep and its sequelae. 5. The influence of severe growth restrictions during early post natal life on reproduction and growyh in later life. Australian Journal of Agricultural Research 30: 939-948.
- Allden, W. G. 1968. Under nutrition of the Merino sheep and its sequelae. 3. The effect on lifetime productivity of growth reistrictins imposed at two stages of early post-natal life in the Mediterranean environment. Australian Journal of Agricultural Research. 19: 981-996.
- Arbiza, S. J.; De Lucas. 1996. Producción de Carne Ovina (Ovine Meat Production). Editores Mexicanos Unidos, Mexico.
- Atkins, K. D. 1988. Consequences of selection for wool production and implications for Merino improvement programs. In Proceedings of 3<sup>rd</sup> World Congress on Sheep and Beed Cattle Breeding, INRA, Paris 2, 409-428.
- AWTA. 2016. Trends within micron range [En línea]. Kensington: AWTA. (Consultado: marzo de 2017). Disponible en: <http://www.awtawooltesting.com.au/index.php/en/component/edocman/trends-within-micron-range-16>.
- Berretta, E.J. y Bemhaja, M. 1998. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de Basalto de la Unidad Queguay Chico. INIA Tacuarembó. Serie Técnica 102, 11-20.
- Black, J.L. 1988. Physiology of wool growth. In: Hunderford Refresher Course of Veterinarians (1988, Sydney, Australia). Sheep health and production; proceedings. Sydney, University of Sydney. pp. 481 –501.

- Black, J.L. 1987. Mechanisms controlling the rate of growth, composition and morphology of wool in merino improvement programs in Australia. In: National Symposium NSW (1987, Leura, Australia). Proceedings. Melbourne, Australian Wool Corporation. Pp. 189-206.
- Black, J.L. 1984. Nutrition and wool growth. Proc. of a Seminar on Wool Prod. in W.A. Organized by ASAP: pp, 89-98.
- Black, J.L. y Reis, P.J. 1979. In Physiological and Environmental Limitations to Wool Growth (Black, J.L. y Reis, P.J., eds.), pp. 269–294, University of New England Publishing Unit, Armidale.
- Black, J.L.; Robards, G.E. y Thomas, R. 1973. Effects of protein and energy intakes on the wool growth of Merino wethers. Australian Journal of Agricultural Research 24, 399-412.
- Bonino, E.; Condon, R. 2003. Correlaciones fenotípicas entre la población folicular pilosa y características de la lana. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 90 p.
- Bordaberry, D.; Cabrera, I.; García, F. 1995. Efecto de la edad y tipo de esquila en el crecimiento de lana y corporal en corderas Merino Australiano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 51 p.
- Borrelli, P. 2001. Esquila preparto. In: Borrelli, P.; Oliva, G. eds. Ganadería ovina sustentable en Patagonia Austral. Tecnología de manejo intensivo. Rio Gallegos, INTA. pp. 205-210.
- Botha, A.F. y Hunter, L. 2010. The measurement of wool fibre properties and their effect on worsted processing performance and product quality. Part 1: the objective measurement of wool fibre properties. Textile Progress, 42(4), pp.227-339.
- Brown, D. J. y Crook, B. J. 2005. Environmental responsiveness of fibre diameter in grazing fine wool Merino Sheep. Australian Journal Agricultural Research, 56: 673-684.
- Brown, G.H., Turner, H.N., Young, S.S.Y. and Dolling, C.H.S. 1966. Vital Statistics For An Experimental Flock Of Merino Sheep. II 1. Factors Affecting Wool And Body Characteristics Including The Effect Of Age Of Ewe And -Its

- Possible Interaction With Method Of Selection. *Aust. J. Soc. Anim. Prod.* 4: 32.
- Calvo, C. A. 1977. *Ovinos. Tecnologías*. Buenos Aires, Editorial H.B. t. 2, 258 p.
- Cardellino, R. 2020. La Producción de Lanas Merino Superfinas en El Uruguay; un excelente proyecto con resultados positivos y medibles durante las últimas dos décadas. *DELTA Consultores en Producción Animal*, Montevideo, Uruguay, 2020; pp. 1-7. Consultado julio 2021. Disponible en: <http://www.camaramercantil.com.uy>
- Cardellino, R. 2015. Un rubro que decae gradualmente. *El país agropecuario*. Edición aniversario. 25 febrero. Pp 74-79.
- Cardellino, R. 2007. Reflexiones al finalizar la zafra lanera 2006/07 en Uruguay. (en línea). Montevideo, DELTA Consultores en producción animal. Consultado mar. 2017. Disponible en <http://www.fucra.org/userfiles/informacion/items/284.pdf>
- Cardellino, R. 2005. Reflexiones al finalizar la zafra lanera 2006/07 en Uruguay. ¿Adónde va el ovino?. [http://www.elpais.com.uy/Suple/Agropecuario/07/12/26/agrope\\_322395.asp](http://www.elpais.com.uy/Suple/Agropecuario/07/12/26/agrope_322395.asp).
- Carter, H.B. y Tibbits, J.P., 1959. Post-natal growth changes in the skin follicle population of the New Zealand Romney and N-type sheep. *J. agric. Sci., Camb.* 52(1): 106-116.
- Carter, H.B. y Clarke, W.H. 1957. Hair follicle group and skin follicle population of Australian Merino Sheep. *Australian Journal Research.* 8 (1): 91-108.
- Ceballos, D.; Villa, M.; Garcia-Martínez, J.; Prieto, M. 2013. Experiencias de suplementación invernal en ovejas utilizando balanceados con sal. *Boletín Informativo Ganadería INTA EEA Esquel* 48: 211-214.
- Chapman, R.E, 1980. A comparison of the effects of some defleecing compounds on wool follicles, fibres and skin of sheep. In: Hudson PRW (ed) *Wool harvesting research and development*. Aust Wool corp. Melbourne, pp 271-286.

- Corbett, J.L. 1979 Variation in wool growth with physiological satate. In Physiological and environmental limitations to wool growth. Eds J. I. Black y P J. Reis. Armindale. University of New England 79p.
- Costa, R.; Jacinto, M.; Camacho, M.; Medeiros, A.; Olivera, R.; Rey, S. 2006. Aspectos estructurales de la piel ovina y su resistencia. Producción ovina de lana. (en línea). Rio Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 24-29. Consultado nov. 2009. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina/14-piel.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/14-piel.pdf)
- Cottle, D.J. 2010. World sheep and wool production. En: Cottle, D.J. (Ed.). 2010. International sheep and wool handbook. Nottingham: Nottingham University Press. pp.1-49,
- Cottle, D.J. 1989. Sheep breeds, Australian sheep and wool hand book. Melbourne, Australia, Inkata, pp. 19-63.
- Craven, A.J.; Rufaut, N.W.; Scobie, D.R.; Nixon, A.J. 2007. Expression of developmental regulators Msx1 and Msx2 in sheep skin varies with body region and wool growth pattern. Proceedings of the New Zeland Society of Animal Production, Vol, 67, 345-350.
- CRILU. 2014 Consorcio Regional de Innovación de Lana Ultrafina. Institución. Consultado noviembre 2014. Disponible en: <https://crilu.org.uy/institucion/>
- CSIRO. 1973. Take a piece of sheepskin. Rural Research. 81: 17-22.
- De Barbieri, I.; Ramos, Z.; Montossi, F. 2018. Lana Superfina: un camino conjunto de la investigación, la transferencia y la producción. Montevideo, Uruguay. INIA Serie Técnica; 242, 43p.
- De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Ramos, Z., Mederos, A., Pérez Jones, J., Donagaray, F., Fros, A., Dutra, F., Grattarola, M., Gimeno, D., Montossi, F. 2015a. Innovaciones institucionales en el complejo textil-lanero del Uruguay: Los casos del Proyecto Merino Fino y el Consorcio Regional de Innovación de Lanas Ultrafinas. En: Memorias de la XXIV Reunión ALPA. Puerto Varas: ALPA. p.764.

- De Barbieri, I.; Jaurena, M.; Montossi, F. 2015b. Managing forage allowance or natural grasslands for sustainable superfine wool production in Uruguay. En: Swick, R.A., ed., 2015. Recent advances in animal nutrition – Australia. Armidale: University of New England. pp.45-46.
- De Gea, S.G. 2007. El ganado lanar en la argentina. Producción ovina de lana. (en línea). Rio Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado sep. 2009. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina.htm](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina.htm)
- Everitt, G.C. 1967. Residual effects of prenatal nutrition on the postnatal performance of Merino sheep. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 27, 52-68.
- Fenton, R.; Borrelli, P.; Watt, S., J. 2003. El sistema de cría Soft Rolling Sking® para ovinos y otros animales productores de fibra. In: Seminario Internacional (2003, Salto). Lanas Merino finas y superfinas; producción y perspectivas. Montevideo, Hemisferio del Sur. pp. 89-98.
- Ferguson, K.N. y Watts J. 1999. Australian Farm Journal WOOL, Pp.22-23.
- Ferguson, K.N., 1995. The evidence for selecting sheep the Watts way. Australian Farm Journal WOOL. Pp. 28-31.
- Fernández Abella D.; Surraco, L.; Rodríguez, R.; Villegas, N.; Souto, J.; Bonino, E.; 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. In: INIA Tacuarembó. Sociedad Criadores Merino Australiano del Uruguay. SUL. Proyecto Merino Fino del Uruguay: cuarta distribución de carneros generados en el Núcleo Fundacional de Merino Fino de la Unidad Experimental Glencoe, 1999 - 2003. Glencoe, Paysandú, 10 de diciembre, 2003. Tacuarembó (Uruguay): INIA, 2003. p. 7-12 (INIA Serie Actividades de Difusión ; 343).
- Fernández Abella, D. 1981. Estructura de piel ovina. Facultad de Agronomía. Montevideo. 170p.

- Fraser, I.E.B. .1965. Cellular Proliferation In The Wool Follicle Bulb. In: Growth. Edt: A.G. Biology Of The Skin And Hair LYNE and B.F. SHORT. Angus and Robertson, Sydney.
- Fraser, A.S. y Short, B.F. 1960 The Biology of the Fleece. CSIRO. Melbourne.
- Gallero, P.; Muttoni, M.; Rodríguez, B. 2006. Correlaciones fenotípicas entre características de la piel y calidad de la lana en cuatro cabañas pertenecientes al Núcleo Merino Fino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 75p.
- Gifford, D. R.; Walkley, J. R.W.; Ponzoni, R.W.; Hynd, P.I.; Ancell P.M.C. 1990. Evaluation of skin characteristics as early selection criteria in Merino sheep. Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics. 8:283-286.
- Giorello, D.; Olivera, A.; Ruconi, 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 Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 65 p.
- Gómez, M.; Regalado, A.; Stirling, E. 2004. Correlaciones fenotípicas entre la población folicular pilosa y características de calidad de la lana de borregas y borregos del Núcleo Merino Fino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 115 p.
- González, R.; Barrera, E.E.; Iwan, L.G. 1988. Efecto de la esquila preparto sobre la cantidad y calidad de la lana de ovejas Merino Australiano en la Patagonia. Revista Argentina de Producción Animal. 8(2): 137-141.
- Hardy, M. G.; Lyne, A. G. 1955. The pre-natal development of wool follicles in merino sheep. (en línea). Australian Journal of Biological Sciences. 21: 423-441. Consultado 13 marzo 2014. Disponible en [http://www.publish.csiro.au/?act=view\\_file&file\\_id=BI9560423.pdf](http://www.publish.csiro.au/?act=view_file&file_id=BI9560423.pdf)
- Helman, M. 1965. Ovinotecnia. Buenos Aires, Ateneo. 805 p.
- Hocking Edwards, J.E.; Birtles, M.J.; Harris, P.M.; Parry, A.L.; Paterson, E.; Wickham, G.A.; Mccutcheon, S.N. 1996. Pre- and post-natal wool follicle

- development and density in sheep of five genotypes. *J. Agric. Sc.* 126: 363-370.
- Hocking Edwards, J.E.; Birtles, M.J.; Harris, P.M.; Parry, A.; Paterson, E.; Wickham, G.A.; Mccutcheon, S.N. 1994 Prenatal follicle development in Romney, Merino and Merino-Romney cross sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 54, 131–134.
- Holle, S.A.; Harris, P.M.; Davies, A.S. 1992. Investigations of wool follicle morphology and cell proliferation in sheep with different levels of wool production. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. Vol 52.* 273-275.
- Hutchinson, J. C.D y Wosdzicka, M. 1991. Photoperiodic control of the annual ritm to wool growth. *Animal Breeding Abstract*, vol. 29, N° 1.
- Hutchison, G. y Mellor, D.J. 1983. Effects of maternal nutrition on the initiation of secondary wool follicles in fetal sheep. *Journal of Comparative Pathology* 93, 577–583.
- Hynd P.I. y Masters, D.G. 2002. Nutrition and wool growth. In *Sheep nutrition* Ed. Freer and Dove. CSIRO Publishing and CABI Publishing. pp. 165-187.
- Hynd, P.I.; Ponzoni, R.W.; Grimson, R.; Jaensch, K.S.; Smith, D.; 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.
- Hynd, P.I. 1995 Skin and follicle-based selection for wool production and quality. *Wool Technology and Sheep Breeding* 43, 15–23.
- Hynd, P.I; Schlink, A.C.; Phillips, P.M.; Scobie, D.R. 1986. Mitotic activity in cells of the wool follicle bulb. (en línea). *Australian Journal of Biological Sciences.* 39(4): 329-340. Consultado ago. 2015. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1071/BI19860329>.
- Hynd, P.I. 1982. Wool growth efficiency. A study of the effects of live weight status and diet on wool growth. Ph.D. thesis, University of Adelaide.
- Jackson, N.; Nay, T.; Newton Turner, H. 1975. Response to selection in Australian Merino sheep. VII Phenotypic and genetic parameters for some wool follicle

- characteristics and their correlation with wool and body traits. *Australian Journal of Agricultural Research*. 26: 937-957.
- Kelly, R.W.; Greeff, J.C.; Macleod, I. 2006. Lifetime changes in wool production of Merino sheep following differential feeding in fetal and early life. *Aust. J. Agric. Res.* 57: 867-876.
- Kempton, T.J. (1979). Protein to Energy Ratio of Absorbed Nutrients in Relation to Wool Growth. In "Physiological and Environmental limitations to Wool Growth". Eds. J.L.Black and P.J.Reis. (University of New England publishing unit: Armidale N.S.W., Australia)
- 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.
- Li, L.; Oddy, V.H; Godwin, In I.; Hegarty, J.; Nolanj,V. 2006. Whole-body protein turnover in Merino sheep selected for wool and body growth. *Cons.: setiembre* 2016. Disponible en: <http://www.nzsap.org/system/files/proceedings/ab06040.pdf>
- Li, L.; Godwin, In I.; Liu, S.M.; Oddy, V.H.; Nolan, J.V. 2005. Skin characteristics and skin protein composition of Merinos differing in estimated breeding values for wool growth and fed at above and below maintenance. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46(7) 937–941.
- Liu, S.M.; Masters, D.G. 2003. Amino acid utilisation for wool production. In "Amino acids in animal nutrition". Ed. JPF D'Mello, CABI Publishing: Cambridge. pp. 309–328.
- Lyne, A.G. 1961. The postnatal Development of Wool Follicles, Shedding and Skin Thinkness in Inbred Merino and Southdown-Merino Crossbred Sheep. (en línea). *Australian Journal of Biological Sciences* 14(1): 141-156. Consultado agosto 2017. Disponible en: <http://www.csiro.au/paper/BI9610141>
- Maddocks, L.G. y Jackson, N. 1988. Structural studies of sheep cattle and goat skin. *CSIRO Research*. Pp. 57-65.

- Marston, H.R. 1948. Nutritional factors involved in wool production by merino sheep I. The influence of fodder intake on the rate of wool growth. *Australian Journal of Biological Sciences*. 1(3): 362-375.
- McCloghry, C.E. 1997. Alternative dye banding method for measuring the length growth rate of wool in sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 40, 569–571.
- McCloghry, C.E.; Brown, G.H.; Uphill, G.C. 1997. Computer-assisted image analysis for measurement of wool follicle density and fibre diameter in skin sections. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 40: 239-244.
- McGregor, B.; de Graaf, S.; Hatcher, S. 2016. Onfarm factors affecting physical quality of Merino wool. 1. Nutrition, reproduction, health and management. *Small Rumin. Res.*, 137, pp.138–150.
- Mendoza Amaral, A. 1968. Curso básico teórico práctico de lanares y lanas. Montevideo, Talleres Gráficos 33. 144 p.
- MGAP-DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca-Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias). 2002. Anuario estadístico agropecuario. Montevideo, Uruguay. 217 p.
- MGAP-OPYPA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca-Oficina de programación y Política Agropecuaria). 2019. Anuario. Montevideo, Uruguay. 649p.
- MGAP-OPYPA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca-Oficina de programación y Política Agropecuaria). 2016. Encuesta Ganadera Nacional (EGN) Montevideo, Uruguay. Cons: enero 2021. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/resultados-encuesta-ganadera-nacional-2016>
- MGAP-SNIG (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca-Sistema Nacional de Información Ganadera). 2020. Montevideo, Uruguay. Cons: febrero 2021. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/indicadores-basados-en-la-declaracion-jurada-anual-de-existencias-dicose-snig-2019>
- Minola J. y Elissondo, A. 1989. Praderas y Lanares. Tecnología Ovina Sudamericana. Buenos Aires. Hemisferio Sur. 64p.

- Minola, J. y Goyenechea, R. 1975. Pradera y Lanares. Montevideo, Ed. Hemisferio Sur.
- Montossi, F.; Barbieri, I.; Ciappesoni, G.; Ganzabal, A.; Banchemo, G.; Luzardo, S.; San Julián, R.. 2013. Intensification, diversification, and specialization to improve the competitiveness of sheep production systems under pastoral conditions: Uruguay's case. En: Anim. Front., 3, pp.28–35.
- Montossi, F.; De Barbieri, I.; Ciappesoni, G.; De Mattos, D.; Maderos, A.; Luzardo, S.; Soares De Lima, J.; De los Campos, G.; Nolla, M.; San Julián, R.; Grattarola, M.; Pérez Jones, J.; Donagaray, F. y F, A. 2007. Los productos logrados en los primeros 8 años (1998 – 2006) de existencia del Proyecto Merino Fino del Uruguay: Una visión con perspectiva histórica. En: Productos obtenidos en el Proyecto Merino Fino 1998- 2006. Tacuarembó: INIA. Pp. 17-36. Boletín de Divulgación N ° 90.
- Montossi, F. y De Barbieri, I. 2007a. Editores: Productos obtenidos en el Proyecto Merino Fino 1998 - 2006. . Montossi y De Barbieri (eds). Tacuarembó, Uruguay. INIA. Boletín de Divulgación N° 90. p. 311.
- Montossi, F.; De Barbieri, I.; Ciappesoni, G.; San Julián, R.; Luzardo, S.; Martínez, H.; Frugoni, J.; Levratto, J. 2007b. Nuevas opciones genéticas para el sector ovino del Uruguay: evaluación de cruzamientos con Merino Dohne. En: Revista INIA Uruguay 10: 6-9.
- Montossi, F.; De Barbieri, I.; Ciappesoni, G.; San Julián, R.; Luzardo, S.; Nolla, M.; Mederos, A.; Silveira, C.; Platero, P.; Risso, D.; Ravagnolo, O. 2006a. Producción de carne y lana de la raza Merino Dohne en cruzamiento en sistemas ganaderos semi extensivos.
- Montossi, F.; Risso, D.; Cuadro, R.; De Barbieri, I.; Luzardo, S.; Sosa, B.; Bastos, M.; Liendo, F.; Rovira, F.; Bottero, D.; Bentancur, M.; Da Cuña, K.; Cuadro, P.; Zamit, W.; Piñeiro, J.; San Julián, R.; Brito, G.; Costales, J. 2006b. Efecto de diferentes sistemas de alimentación, con niveles crecientes de suplementación, en la performance animal, calidad de la canal y la carne de corderos Corriedale puros y cruce Corriedale \* Merino Dohne: Día de

- Campo; Producción Animal y Pasturas. Tacuarembó: INIA. pp 11-13. Serie de Actividades de Difusión N° 473.
- Montossi, F.; De Barbieri, I; Ciappesoni, G.; Ravagnolo, O.; De Mattos, D.; Pérez Jones, J.; Fros, A.; Grattarola, M.; Mederos, A.; Soares De Lima, M. 2005. Núcleo fundacional de merino fino y superfino de la unidad experimental “GLENCOE” – INIA Uruguay: una experiencia innovadora de mejoramiento genético asociativo y participativo. *AGROCIENCIA*. Vol. IX N° 1 y N° 2 pág. 609 – 616
- Montossi, F.; San Julián, R.; De Mattos, D.; Berretta, E.J.; Zamit, W.; Levratto, J. y Rios, M. 1998a. Producción de Lana Fina: una alternativa de valorización de la diversificación. En: Seminario de Actualización de Tecnologías para Basalto. INIA Tacuarembó. p.307 -315. (Serie Técnica N° 102).
- Moore, G. P.; Jackson, N. & Isaacs, K. 1998. Pattern and morphogenesis in skin. *J. Theor. Biol.*, 191: 87–94.
- Moore, G.P.M.; Jackson, N.; Isaacs I.; Brown, G. 1996. Development and density of wool follicles en Merino sheep selected for songle fibre characteristics. *Australian Journal of Agricultural Research*. 47(8): 1195- 1201.
- Moore, G.P.M. 1984. Growth and development of follicle populations and critical stage of growth. In: *Wool Production in Western Australia* (1o., 1984, Perth). Proceedings. Perth, WA Australian of Animal Production. pp. 69-76.
- Mueller, J. 2000. Mejoramiento genético de la lana. In: Congreso Lanero Argentino (3º., 2000, Trelew, Argentina). Merino. Comunicación Técnica INTA Bariloche. No. 77: 374 – 377.
- Nagorcka, B. N. 1995a. The reaction-diffusion (RD) theory of wool (Hair) follicle initiation and development; I. Primary follicles. *Australian Journal of Agricultural Research*. 46: 333-355.
- Nancarrow, M.J.; Nagorcka, B.N.; Purvis, I.W. 1998. Skin and follicle attributes contribute to differences in clean fleece weight in superfine Merino sheep. *Animal Production in Australia* 22:253-256.
- Nay, T. 1970. Follicle characteristics in a group on Merino sheep selected up and down for fleece weight. (en línea). *Australian Journal of Agricultural*

- Research. 21(6): 951-954. Consultado 2 ago. 2010. Disponible en <http://www.publish.csiro.au/paper/AR9700951.htm>
- Nay, T. y Hayman, R.H. 1969. Relationships between body weight and some follicle and fleece characters in an Australian fine-wool Merino flock. *Australian Journal of Agricultural Research*. 20(6): 1177-1187.
- Nolan, E. 2014. The economic value of wool attributes phase 2. A report prepared for Australian Wool Innovation [En línea]. Sydney: University of Sydney. Consultado 19 setiembre 2016. Disponible en: <https://www.wool.com/globalassets/start/aboutawi/publications/woolattributes.pdf>
- Pérez Álvarez, E.; Methol, R.; Coronel, F. 1992. Apuntes de lanares y lanas; la lana. 3ª reimp. Montevideo, Multigraf. 53 p.
- Pérez Álvarez, E.; Methol, R.; Coronel, F. 1989. Apuntes de lanares y lanas; razas. 2ª reimp. Montevideo, Impresora 2000. 130 p.
- Pérez, V.; Bonner, M.; Montossi, F.; Ramos, Z.; Sacchero, D.; De Barbieri, I. 2017. Estudio de características vinculadas al procesamiento textil en lanas del Consorcio Regional de Innovación en Lanar Ultrafinas. *Rev. Lab. Tecnológico Urug.* 2017, 13, 58–65, doi:10.26461/14.03).
- Ponzoni, R.; Rogan, I.; James, P. 1992. Mejoramiento genético de la producción de lana con especial énfasis en lana para vestimenta. In: Seminario sobre Mejoramiento Genético en Lanares (2º., Piriápolis, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Cardellino y Azzarini. pp. 63-82.
- Ramos, Z.; Montossi, F.; De Barbieri, I.; Ciappesoni, G.; Donagaray, F.; Fros, A.; Otegui, D.; Dutra, F.; Pérez Jones J. 2015. Apoyo a la producción familiar ganadera ovina: avances de los convenios de innovación y validación tecnológica (INIA-CLU-CRILU)". *Revista INIA* 40: 5-12.
- Reis, J.P. 1992. Length growth and diameter relationships of Merino wool fibres. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 40 (2): 52-55.
- Robards, G.E. 1971. The wool growth of Merino sheep receiving an exponential pattern of methionine infusion to the abomasums. (en línea). *Australian*

- Journal of Agricultural Research. 22(2): 261-270. Consultado junio. 2016.  
Disponibile en <http://dx.doi.org/10.1071/AR9710261>
- Rodríguez Meléndez, A. 1985. Principales factores ambientales que afectan la producción de lana. In: Seminario Técnico de Producción Ovina SUL (3º., 1985, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 129-146.
- 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. 10 p.
- Rodríguez Palma, R. 1996. Eficiencia del proceso de producción de lana. Repartido del curso de Ovinos y Lanos. Código 402/200/96. pp 34.
- Rowe, J.B. 2010. The Australian sheep industry - undergoing transformation. Anim. Prod. Sci., 50, pp.991–997.
- Ryder, M. L. y Stephenson, S. K. 1968. Wool growth. London, Academic Press. 805 p.
- Sanjurjo, P. 2005. Correlaciones fenotípicas entre la población folicular pilosa y características de calidad de lana de borregas y borregos de 3 cabañas del Proyecto Merino Fino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 173 p.
- Schinckel, G.P. 1962. Variation in wool growth and of mitotic activity in follicle bulbs induced by nutritional changes. Animal Production, 4: 122-127.
- Schinckel, G.P. y Short, B.F. 1961. The influence of nutritional level during prenatal and early post-natal life on adult fleece and body characters. Australian Journal of Agricultural Research. 12: 176-202.
- Secretariado Uruguayo de la Lana. (SUL). 2004. Curso de capacitación en lanos. Montevideo. pp. 31-52.
- Seminario Internacional, “Lanos Merino finos y superfinos”. 2003. Ed. Cardellino, R.C.. SUL, INIA, SCMAU, CLU.
- Sengel, P. 1990. Skin development. Int. Journal Development Biology, 23: 33-50.

- Short, B.F.; Fraser, A.S.; Carter, H.B. 1958. Effect of level of feeding on the variability of fibre diameter in four breeds of sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*. 9: 229-236.
- Short, B.F.1955. Development of the secondary follicle population in sheep. *Aust. J.Agric. Res.*6: 62-67.
- Swan, P. 2010. The future of wool as an apparel fibre. En: Cottle, D.J., ed., 2010. *International sheep and wool handbook*. Nottingham: Nottingham University Press. pp.647-660.
- Swan, A. 1997. Objective measurements of style in the CSIRO fine wool flock. *AASMB YEARBOOK*. P 46-47
- Tribe, D.E. y Colesg, J.R. 1966. *Prime lamb production*. Australia, F.W.Cheshire. s.p.
- Turner, H.N. y Jackson, N. 1978: Response to selection in Australian Merino shep. VIII. Further results on selection for high clean wool weight with attention to quality. *Australian journal of agricultural research* 29: 615-629.
- Turner, H.N. y Young, S.S.Y.1969. *Quantitative Genetics in Sheep Breeding*. Cornell University, Ithaca, New York. pp. 134-137.
- Turner, H.N.; Dolling, C.H.S. y Kennedy, J.F. 1968. Response to selection in Australian Merino Sheep. I. Selection for high clean wool wight, with a ceiling on fibre diamenter and degree of skin wrinkle. Response in wool and body characteristics. *Australian Journal of Agricultural Research*. 19:79-112.
- Turner, H.N. y Dolling, C.H.S. 1965. Vital statistics for an experimental flock of Merino sheep. I. The influence of age on reproductive performance. (en línea). *Australian Journal of Agricultural Research*. 16(4): 699-712. Consultado mar. 2016. Disponible en <http://dx.doi.org/10.107/AR9650699>
- Turner, H.N. 1956. Measurements as an aid to selection in breeding sheep for wool production. *Animal Breeding. Abstract*. 24 (2): 87-118
- Vallejo, 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 (Merinos multipropósito). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 101 p.

- Van Wyk, J.B.; Swanepoel, J.W.; Delport, G.J.; Cloete, S.W.P. 2008. Across flock genetic parameters estimation for yearling body weight and fleece traits in the South African Dohne Merino population. *South African Journal of Animal Science*, 38 (1), 31-37.
- Von Bergen, W. 1963. *Wool handbook*. 3rd. ed. New York, Wiley. 800 p.
- Watts, J. y Ferguson, K. 1999. "Wool production responses to SRS selection". *Australian Fam Journal* July.
- Whiteley, K. 2003. Características de importancia en lanas finas y superfinas. In: *Seminario Internacional (2003, Salto, Uruguay). Lanas Merinas finas y superfinas. Producción y Perspectivas*. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 17-22.
- Whiteley, K. 1994. The influence of wool fibre characteristics on processing and garment performance. In: *Proceeding of the IV World Merino Conference*. Montevideo, Uruguay.p.209-227.
- Williams, A.J. 1995. Wool growth. In *Australian sheep and wool handbook* (ed. Cottle, D. J.), pp. 224–242. Inkata Press, Melbourne.
- Williams, A.J. y Morley, F.C. 1994 Influence of dietary intake and genetic capacity for wool growth on the composition of mid-trunk skin of Merino sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 45, 1715–1729. Doi: 10.1071/AR9941715.
- Williams, A.J. y Thornberry, K.J. 1992. The skin thickness of medium wool Merino sheep and its relationship to wool production. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 19, 138-141.
- Williams, A.J. y Winston, R.J. 1987. A study of the characteristic of wool follicle and fibre in Merino sheep genetically different in wool production. *Australian Journal of Agricultural Research* 38, 743–755. Doi: 10.1071/AR9870743.
- Williams, A.J. 1987. Physiological consequences of selection for increased fleece weight. In "Proceedings of a National Symposium on Merino Improvement Programs in Australia" (B. J. McQuirk Ed) Australian Wool Corporation, Melbourne.

- Williams, A.J. 1976. Wool production. In: Sheep production guide, NSW. Sydney, Australia, Mee Arthur Press. pp. 83-106.
- Williams, P. M. y Henderson, A. E. 1971. Effect of nutrition of the dam on wool follicle development of Corriedale lambs. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 31, 114–120.
- Wodzicka, M. 1960. Seasonal Variations Heat Tolerance Of Sheep I. J. Agric. Res. 11: 7

## 6. ANEXOS

### 6.1 ARTICULO: RELATIONSHIP BETWEEN SKIN STRUCTURE AND WOOL TRAITS FOR ULTRAFINE AND DOHNE MERINO SHEEP OF URUGUAY<sup>4</sup>

Vallejo A<sup>1,\*</sup>, Fernández Abella D<sup>2</sup>, Ramos Z<sup>3</sup>, Montossi F<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Department of Animal Production and Pastures. Faculty of Agronomy, University of Uruguay, Uruguay

<sup>2</sup> Department of Biological Science, Pole of Production & Reproduction in Ruminants, University of Uruguay, Salto, Uruguay

<sup>3</sup> Meat & Wool Research Program. Tacuarembó Experimental Station. National Agricultural Research Institute (INIA), Uruguay.

\*Correspondence: [avallejo@fagro.edu.uy](mailto:avallejo@fagro.edu.uy)

**Abstract:** The demand in the world market for high quality fine and superfine wool is increasing, responding to wool textile industry demands and price incentives. There are few research studies on hair follicle population in fine and superfine Merino sheep in Uruguay. This study evaluates the association between wool follicle population and the most relevant economical wool traits. The present work was carried out on Ultrafine Australian Merino (UAM) and Dohne Merino (DM) animals (lambs and rams). Phenotypic correlations between the secondary/primary follicles (S/P) and other wool traits (fiber diameter, staple length, clean fleece weight, scoured yield, coefficient of variation of fiber diameter and comfort factor % fibers>30µm-), were performed using histological skin cuts. Two skin samples were extracted from each lamb at two months and nine months of age. These were processed at the skin histology laboratory to obtain a histological preparation for further biopsy, being able to differentiate the structures obtained to be evaluated. The results showed in the UAM group, S/P ratio in nine-month-old lambs was greater than two-month-old

---

<sup>4</sup> GSC Biological and Pharmaceutical Sciences

e-ISSN: 2581-3250, CODEN (USA): GBP SC2.

Impact Factor: 4.25 IC Value: 78.23

Journal homepage: <https://www.gsconlinepress.com/journals/gscbps>

Journal DOI URL: <https://dx.doi.org/10.30574/gscbps>

lambs (31.08 vs 23.12  $P < 0.05$ ). For DM group there were no differences in the S/P ratio between age groups. Phenotypic correlations for wool characteristics obtained were of low to medium or null magnitude in both biotypes.

**Keywords:** fine and superfine wools, hair follicles, S/P ratio, wool traits

## 1. Introduction

During the last 20 years, sheep numbers have been reduced in the main producing countries: Australia, New Zealand, Uruguay, South Africa and Argentina. Despite individual factors, the reasons of this decline have common patterns, mainly the price of wool accompanied with other (consumer trends, competitiveness of alternative textile fibers), that if you analyze the evolution of the fine, superfine and ultrafine wool price from 1990 to date, the trend is positive, despite the high levels of volatility. In Uruguay the reduction in sheep population was largely due to a common factor that was the existence of other alternative production items (such as; forestry, agriculture, cattle ranching and others), which generated higher returns for the producer. This reduction has also been accompanied by changes in the sheep population's distribution, which currently is mostly limited to the northern and eastern regions and shallow soils [1, 2].

Twenty years ago in Uruguay, more than 70% of the main sheep breeds produced mainly  $> 26 \mu\text{m}$  fibers, which presented limitations for adding value and achieve price premiums. In this context in 1998, the Fine Merino Genetic Nucleus (NMF) of the Research Unit of "Glencoe" (INIA Tacuarembó Research Station) was created, which in turn during 15 year time evolved to the formation of the Ultrafine Merino Genetic Nucleus (UAMN) of the Regional Ultrafine Wool Innovation Consortium of Uruguay (CRILU) [2].

The Dohne Merino (DM) breed was created in South Africa, to produce fine wool and meat in harsh environments. This selection process started in the late 1930s by the South African Department of Agriculture (Kotzé 1951). It was developed by interbreeding Peppin-style Merino ewes and German Mutton Merino rams. DM was

introduced in Uruguay in 2002 for improving the competitiveness of dual purpose breeds, providing better meat production/quality and finer wool [3].

The production of fine, superfine and ultrafine wools generated by Australian Merino genetic lines oriented to produce high value wools or by increasing and/or lamb productivity and finer dual purpose breeds by the introduction of Dohne Merino blood in Uruguay were research, innovation and commercial strategies to improve the competitiveness of the Uruguay Sheep Industry, being new alternative genetic options to revert or reduce the decline in stock numbers observed. entre wooltraitsy la población folicular. X ej selection for decreased FD is accompanied by increases in follicle density

This study aims to evaluate the association between skin follicle characteristics (follicle density and (S/P ratio)) and the most relevant economic traits of wool in two different genetic selection nuclei such as Australian Merino Ultrafino and Merino Dohne where there are no published data so far in Uruguay.

## **2. Material and Methods**

### *2.1. Location, period, and animals*

The experiment was carried out at the “Glencoe” Experimental Unit of INIA Tacuarembó (INIA) (latitude 32°01’32’’S, longitude 57°00’39’’W, 124 m altitude). The animals used in this study belong to the Ultrafine Australian Merino Genetic Nucleus (UAM) of CRILU [4] and the Dohne Merino Genetic Nucleus (DMN) of INIA Tacuarembó [3]. The experimental procedures were carried out according to the recommendations set by the Uruguayan Honorary Animal Ethics Committee (protocol ID CHEA 574).

Sixty UAMN ewes were selected according to their fiber diameter (finer than  $16 \pm 0.5$  microns greasy fleece weight  $4 \pm 2.7$  kg/animal on average) and body weight. The genetic and phenotype information of rams used as well as the offspring 2015 for both genotypes were utilized. The parent rams used were three for each genotype where a similar number of lambs. Sixty DM ewes were used with DMN parents both with known wool data.

## *2.2 Animal measurements*

At the beginning of the experiment, skin samples from two-month-old lambs and sires were extracted following the procedure described by Carter and Clarke [5]. Skin samples (trephine) were taken from the right mid-flank position of each animal utilizing a circular blade 1.0 cm diameter. Biopsy samples were placed in a fixing solution (10% commercial formalin). For the preparation of tissue sections, different staining with specific dyes and quantitative measurement of tissue structures were performed according to established protocol. [5, 6, 7]. The processing of the skin for histological study was carried out as described by Maddocks and Jackson, [7], including the additional modifications suggested by DILAVE Laboratory (Ministry of Livestock, Agriculture and Fishery) [8]. A second skin sample was extracted from each lamb at nine months of age.

Follicular population counting was recorded by an Olympus BX 41 SERIES riddle connected to a computer with image analysis software [9]. The total number of primary follicles (P) was obtained by recognizing accessory structures (sweat gland, blobbed sebaceous gland, pili-erector muscle) and by the position of the follicular group, whereas the secondary follicles (S) were identified by the presence of unique accessory structure (unilobed sebaceous gland). Follicles with and without fiber and derived (branched) were also determined. Figure 1 shows the histological cut of sheepskin and its different structures seen under microscope.

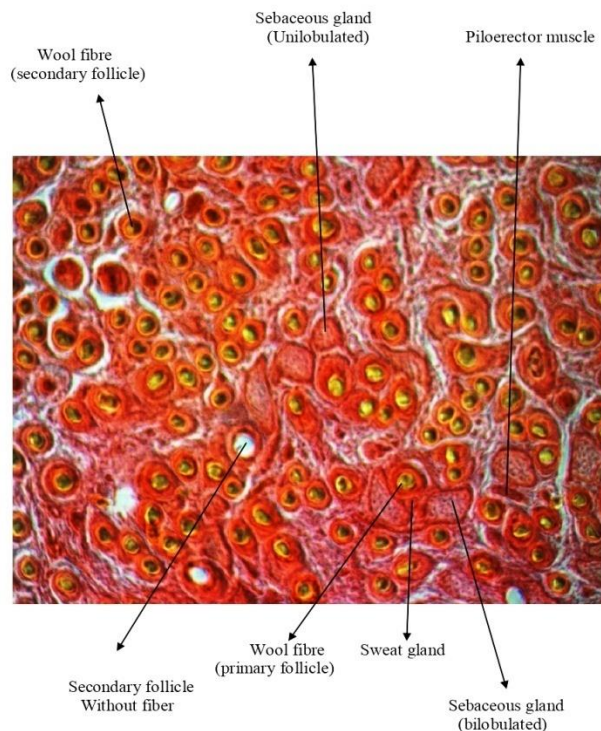


Figure 1: Histological cut of sheepskin seen under the microscope.

Prior to shearing mid-side fleece samples were taken and tested for fiber diameter (FD,  $\mu\text{m}$ ), coefficient of variation of diameter (CVfd %), comfort factor (CF; % fibers  $>30 \mu\text{m}$ ), scoured yield (SY %) and staple length (SL, cm) as described by Ramos et al, 2019 and 2021. At shearing individual fleeces were weighed (GFW, kg)..

### 2.3. Statistical Analysis

Data were analysed utilizing a general linear mixed model of the statistical package Infostat (Group InfoStat Professional). The model for wool traits included “genotype” as fixed effect and “Sire” nested within breed” and “dams of the lamb” as random effects. The regression coefficient for the covariate age was adjusted for date of birth and sex.

In cases where the covariate was not significant, it was eliminated from the model. Means were compared with the LSD test since in all cases 2 means were compared.

The model for follicular parameters included "genotype" and "lamb age" at the "measurement time" (two- or nine-month-old) as fixed effects and a mixed linear model of repeated measurements was adjusted in the time. Correlations between measurements within an individual was modeled by placing the animal as a random effect (compound symmetry correlation structure). In cases where the covariate was not significant, it was removed from the model. Means were compared with the LSD test since in all cases 2 means were compared. The same is true for the measurement by breed interaction, since the effect of breed within each measurement and the effect of measurement within each breed were studied.

Correlations between the S/P ratio and wool traits were studied using Pearson's correlation coefficient. To calculate the correlations, the residuals were obtained from a model in which the effect of date of birth and sex were considered, so that the correlation considered the variable adjusted for these factors.

Significant differences and mean comparisons were performed using Tukey's probability pair wise comparison tests. Significant effects were declared at  $p < 0.05$ . Pearson's correlation coefficients between wool quality traits were also estimated.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. UAM Lambs

**Table 1. Fibre diameter (FD,  $\mu\text{m}$ ) and S/P ratio of sires and lambs in Ultrafine Australian Merino Nucleus.**

ID	Sires		N/lambs	Lambs			S/P ratio increment 2 to 9 months (%)
	FD ( $\mu\text{m}$ )	S/P Ratio		FD ( $\mu\text{m}$ )	S/P ratio at 2 months	S/P ratio at 9 months	
11213	15.1	30.0	8	15.1	22.4	33.6	50.1
12186	15.7	24.0	7	15.4	22.2	28.9	35.2
12267	15.2	31.6	7	14.2	25.9	32.4	24.7
17263*	-	-	1	14.2	21.8	23.2	6.7
Average	15.3	31.4		14.9	23.4	31.4	34.2

\*Frozen semen

FD is similar in sires and lambs. S/P ratio is variable between lambs, increasing significantly ( $p < 0.05$ ) between two and nine months. These values are similar to those reported previously by the literature for UAM [10, 11, 12, 13, 14].

**Table 2: Phenotypic correlations between the S/P ratio and wool traits.**

	<b>S/P</b>	
<b>Trait</b>	<b>r</b>	<b>p</b>
<b>FW</b>	-0.06	0.78
<b>FD</b>	-0.26	0.23
<b>CVD</b>	-0.22	0.32
<b>CF</b>	-0.12	0.58
<b>CFY</b>	-0.18	0.42
<b>SL</b>	-0.37	0.08

There is a tendency ( $p = 0.08$ ) to reduce the staple length when S/P ratio is increased. This is explained by follicular competition for nutrients [15, 16]. In the rest of the variables, a negative relationship is observed but no significant correlations were obtained. This can be explained by the number of animals and the observed variability.

A positive correlation was obtained between fleece weight and both fiber diameter ( $r = 0.43$ ,  $p = 0.04$ ), and staple length ( $r = 0.65$ ,  $p = 0.0007$ ). Being an average correlation in the case of diameter. This coincides with Turner and Young, 1969 [17], reported moderate correlations which indicate high correlations for Strong Merino and mean correlations for Medium and Fine Merino.

FD shows a high positive relationship with SL ( $r = 0.56$ ,  $p = 0.0005$ ), which does not match the literature. This can be explained by the selection made on the FW trait, which by not increasing the number of follicles per skin area would increase the other component that is the efficiency of conversion into fiber, the staple length [18, 19].

The increase in the diameter of the fibers determine an increase in the variability of the fibers ( $r = -0.40$ ,  $p = 0.05$ ) as reported by Chapman [20]. The

variability of the diameter is greater than the length of the fibers ( $r=0.42$ ,  $p=0.04$ ), determining an increase in the length and thus an increase in variation [21].

### 3.2. DM Lambs

Sires' FD is superior to that observed in the lambs (Table 3). S/P ratio is variable between lambs, increasing by 11% from two to nine months. The values of S/P ratio for DMN are the first reported, there are no previous works in the literature on the follicular population of this breed.

**Table 3. Fibre diameter (FD,  $\mu\text{m}$ ) and S/P ratio of sires and lambs in Dohne Merino Nucleus**

Sires		Lambs			S/P ratio increment 2 to 9 months		
ID	FD ( $\mu\text{m}$ )	S/P Ratio	N/Lambs	FD ( $\mu\text{m}$ )	S/P Ratio at 2 months	S/P Ratio 9 months	(%)
30016	19.3	20.7	2	17.9	20.7	25.6	23.6
31009	19.5	23.6	1	19.8	20.9	20.6	-0.0
39038	21.3	22.7	4	18.2	21.2	22.8	7.3
CA3807*	----	----	5	18.1	20.9	23.9	14.3
32024*	----	----	7	18.9	20.1	22.4	11.8
44440*	----	----	1	19.1	19.4	19.3	11.0
Average	20.0	22.4	20	19.5	20.3	22.9	11.2

\**semen frozen*

Negative tendencies are observed between the S/P ratio and the diameter of fiber and the percentage of fibers greater than 30 microns. No further significant differences were found in the rest of the variables evaluated. These results are consistent with the bibliography, indicating that fine fiber diameters promote, lower percentage of fibers greater than 30 microns [13, 14, 21, and 22].

**Table 4: Phenotypic correlations between the S/P ratio and wool traits.**

Trait	r	p
FW	0.23	0.35
FD	-0.39	0.10
CVD	0.01	0.98
CF	-0.40	0.09
CFY	0.22	0.39
SL	-0.16	0.51

The increase in the number of fibers greater than 30 microns is associated with an increase in the FD ( $r=0.59$ ,  $p=0.01$ ) and a greater CVD ( $r=0.61$ ,  $p=0.008$ ) in accordance with other experimental results reported in the literature [13, 14, 20, 22, 24]. In this biotype, CFY is positively affected with SL ( $r=0.48$ ,  $p=0.04$ ) and negatively (tendency) with CVD ( $r= -0.41$ ,  $p=0.09$ ).

The S/P ratio shows a significant difference within the UAM biotype between two to nine months, but for DM these differences were not found and as neither were not found between biotypes. These values of S/P ratio are within the expected according to Reis [24], where it set for the Merino fine values of S/P ratio to 20-27 for mean.

**Table 5: S/P ratio in both biotypes at 2 and 9 months of age.**

Breed (biotype)	2 months		9 months	
UAMN	23.12 $\pm$ 1.20	B b	31.08 $\pm$ 1.20	A b
DMN	20.28 $\pm$ 1.29	B b	22.63 $\pm$ 1.29	B b

*A versus B differences between breeds. a versus b: differences within breeds.*

The S/P ratio shows a significant difference within the UAMN genotype between two to nine months, but none in the case of DMN or when genotypes are compared. The S/P ratios felt within the range found by Reis [24], which reported for fine Merino values of S/P ratio of 20-27 for mean diameter of fiber between 16-21 microns. In this work the average FDs for UAMN and MDN are 14.6 and 19.4 $\mu$ m respectively. The same was most recently classified by Cottle [25] where it placed Merino Superfine, UAM (less than 18 $\mu$ ) with a S/P ratio 26 and Merino Fine, DM

(19-20 $\mu$ ) with a S/P ratio 25. The increase in the S/P ratio in the UAM is explained by the second wave of maturation of the secondary follicles as described by Chapman [20].

**Table 6: Percentage of secondary derived follicles for both biotypes at 2 and 9 months of age.**

Breed (biotype)	2 months		9 months	
UAM	11.26 $\pm$ 1.03	A	10.86 $\pm$ 1.03	A
DM	8.73 $\pm$ 1.11	B b	10.71 $\pm$ 1.11	B b

*A versus B differences between breeds. a versus b: differences within breeds.*

No significant differences were found in secondary derived follicles percentage measurements between genotypes, nor were significant differences found in two and nine month measurements in each biotype. Several studies have shown that wool growth and fiber dimensions are substantially altered as sheep age increases [26]. Variations in the percentage of secondary derived follicles do not increase as the original secondary follicles increase but they are compensated with smaller amounts. In relation to follicular density, no significant differences were found in the MAUN between two and nine months as well as between genotypes. Significant differences were found in follicular density between two and nine months of age in the DMN genotype.

**Table 7: Follicular density for 2 biotypes at 2 and 9 months of age.**

Breed (biotype)	2 months		9 months	
UAM	140.79 $\pm$ 9.14	A a	143.06 $\pm$ 9.14	A a
DM	146.26 $\pm$ 9.96	A a	125.60 $\pm$ 9.96	A b

Follicular density is explained in the UAMN by the mentioned above (second wave of follicular maturation). In contrast, follicular regression is observed in DMN due to poor follicle nutrition due to high competition. In contrast, in the UAMN, better blood supply in skin, allows the maintenance of follicles, which leads to a

reduction in the diameter of fibers, maintaining the same weight of fleece [21, 22, 27].

The weight of fleece was similar in both breeds (3,0 vs 3,4 kg;  $p > 0.05$ ). However, the DMN has a larger fiber diameter than the UAMN ( $p < 0.05$ ) being 14.6 vs 19.4 $\mu\text{m}$ , respectively. This could be associated with the greater competition between follicles in UAMN genotypes [28], which resulted in smaller amount of nutrients supplied to each follicle and as a result this will be smaller in size and therefore produce smaller diameter fiber. In the percentage of fibers greater than 30 microns was found as expected significant differences between biotypes, being higher this percentage in the biotype DM (0.15 versus 0.52,  $p = 0.06$ ). These results indicate in UAM a tendency to present a lower percentage of individual thick fibers (greater than 30 microns), which are the ones that stimulate the receptors in our skin causing pain and itching production.

CFY showed significant differences between biotypes ( $p < 0.05$ ), with higher yield in UAM (76.6 vs 72.4%). Bearing in mind that UAM has a smaller fiber diameter than DM this difference was not expected since according to previous data from Sanjurjo [29], they found that as the average diameter of fibers is greater the production of greasy decreases and as a consequence increases the CFY.

#### **4. Conclusions**

Associations found between the S/P ratio and the main characteristics of wool evaluated in this work are medium to low. As relevant data, they indicate that the correlation between follicular density and diameter is moderate and negative.

The UAM genotype shows an increase in the S/P ratio between two and nine months of age. However, in the DM genotype, there is no such increase. In the percentage of secondary follicles derived no interaction effect was found under any evaluated case. maturation in the second wave. In contrast, follicular regression is observed in DM, feasible due to poor follicle nutrition due to high competition. Instead, in the MAU, better blood supply in your skin, allows the maintenance of the follicles, which leads to a reduction in the diameter of fibers, maintaining the same weight of fleece.

In the UAM genotype the FD and SL are positively associated with the CFW. DF shows a high positive relationship with LM, which does not match the literature. This can be explained by the selection made on the WF trait, which by not increasing the number of follicles per skin area would boost the efficiency of conversion into fiber thus increasing the staple length.

It has been difficult in the past to get heavy and thin fleeces due to the positive association that exists between diameter and, so the S/P ratio could be of great help in obtaining thinner fleece and that do not have a significant drop in weight. Therefore, it is demonstrated in this work that animals with higher follicular densities, especially secondary follicles, will have smaller fiber diameters. This explained by follicular competition, at higher density greater competition for nutrients. This was confirmed by observing the low and negative selection tool in the finest animals, follicular density.

In view of the above, based on this work and those considered here it can be concluded with these results obtained that by selecting for greater S/P ratio will obtain fleeces with less fiber diameter, which induces that in the present and in the future it can be used as a valid selection criterion to decrease the diameter.

## **References**

1. Montossi F, de Barbieri I, Ciappesoni G, Ganzabal A, Banchero, G, Luzardo S, San Julian R, (2013). Intensification, diversification, and specialization to improve the competitiveness of sheep production systems under pastoral conditions: Uruguay's case. *Animal Front.*, 3:28–35.
2. De Barbieri I, Ramos Z, Montossi F (2018). *Lana Superfina: un camino conjunto de la investigación, la transferencia y la producción*. Montevideo, Uruguay. INIA Serie Técnica; 242: 43p.
3. Montossi F, de Barbieri I, Ciappesoni G, San Julián R., Luzardo S, Martínez H, Frugoni J, Levratto J (2007). Nuevas opciones genéticas para el sector ovino del Uruguay: evaluación de cruzamientos con Merino Dohne. En: *Revista INIA Uruguay* 10: 6-92.

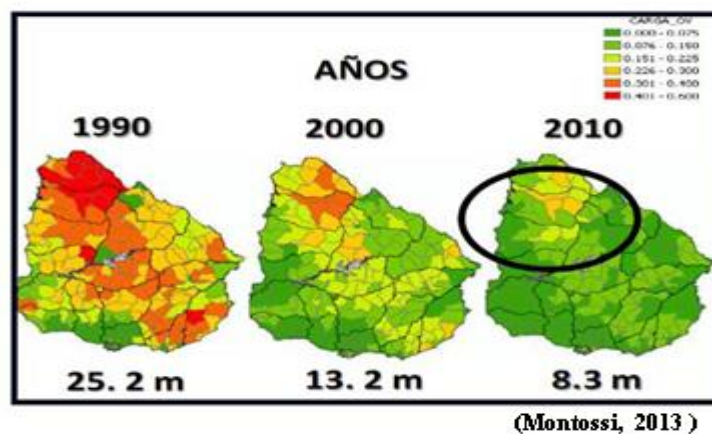
4. Montossi F, de Barbieri I, Ciappesoni G, Ravagnolo O, DE Mattos D, Pérez Jones J, Fros A, Grattarola M, Mederos, A, Soares de Lima M (2005). Núcleo fundacional de merino fino y superfino de la unidad experimental “GLENCOE” – INIA Uruguay: una experiencia innovadora de mejoramiento genético asociativo y participativo. *AGROCIENCIA*. Vol. IX:609– 616
5. Carter HB, Clarke WH (1957). Hair follicle group and skin follicle population of Australian Merino Sheep. *Australian Journal Research*. 8 (1): 91-108.
6. McCloghry CE (1997). Alternative dye banding method for measuring the length growth rate of wool in sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 40:569–571.
7. Maddocks LG, Jackson N (1988). Structural studies of sheep cattle and goat skin. *CSIRO Research*:57-65.
8. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Uruguay (2019). <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/indicadores-basados-en-la-declaracion-jurada-anual-de-existencias-dicose-snig>
9. McCloghry CE, Brown GH, Uphill GC (1997). Computer-assisted image analysis for measurement of wool follicle density and fibre diameter in skin sections. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 40:239-244
10. Gomez M, Regalado A, Stirling E (2004). Correlaciones fenotípicas entre la población folicular pilosa y características de calidad de la lana de borregas y borregos del Núcleo Merino Fino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 115 p.
11. Li L, Godwin I, Liu SM, Oddy VH, Nolan JV (2005). Skin characteristics and skin protein composition of Merinos differing in estimated breeding values for wool growth and fed at above and below maintenance. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46(7):937–941
12. Lyne AG (1961). The postnatal Development of Wool Follicles, Shedding and Skin Thickness in Inbred Merino and Southdown-Merino Crossbred Sheep.. *Australian Journal of Biological Sciences* 14(1): 141-156.

13. Nancarrow MJ, Nagorcka BN, Purvis IW (1998). Skin and follicle attributes contribute to differences in clean fleece weight in superfine Merino sheep. *Animal Production in Australia* 22:253-256.
14. Williams AJ, Winston RJ (1987). A study of the characteristic of wool follicle and fibre in Merino sheep genetically different in wool production. *Australian Journal of Agricultural Research* 38:743–755. Doi: 10.1071/AR9870743
15. Ryder M.L, Stephenson SK (1968). *Wool growth*. London, Academic Press. 805 p.
16. Schinckel PG, Short BF, (2001). The influence of nutritional level during pre-natal and early post-natal life on adult fleece and body characters. *Australian Journal of Agricultural Research* 12:176-202
17. Tuner HN, Young SSY (1969). *Quantitative Genetics in Sheep Breeding*. Cornell University, Ithaca, New York. pp. 134-137.
18. Black JL (1987). Mechanisms controlling the rate of growth, composition and morphology of wool in merino improvement programs in Australia. In: National Symposium NSW (1987, Leura, Australia). Proceedings. Melbourne, Australian Wool Corporation.:189-206.
19. Williams AJ, Thornberry KJ (1992). The skin thickness of medium wool Merino sheep and its relationship to wool production. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 19, 138-141.
20. Chapman R.E (1980). A comparison of the effects of some defleecing skin of sheep. In: Hudson PRW (ed) compounds on wool follicles, fibres and Wool harvesting skin of sheep. In: Hudson PRW (ed) research and development. Aust Wool corp. Melbourne:271-286
21. Hynd PI, Ponzoni RW, Grimson R, Jaensch KS, Smith D, 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.
22. Williams AJ, Winston RJ (1987). A study of the characteristic of wool follicle and fibre in Merino sheep genetically different in wool production. *Australian Journal of Agricultural Research* 38, 743–755. Doi: 10.1071/AR9870743

23. Van Wyk JB, Swanepoel JW, Delport GJ, Cloete SWP (2008). Across flock genetic parameters estimation for yearling body weight and fleece traits in the South African Dohne Merino population. *South African Journal of Animal Science*, 38 (1):31-37.
24. Reis JP (1982). Length growth and diameter relationships of Merino wool fibres. *Wool Technology and Sheep Breeding* 40 (2):52-55.
25. Cottle DJ (1989). Sheep breeds, Australian sheep and wool hand book. Melbourne, Australia, Inkata, pp. 19.63 CSIRO. 1973. Take a piece of sheepskin. *Rural Research*. 81:17-22.
26. Corbett JL (1979). Variation in wool growth with physiological satate. In *Physiological and environmental limitations to wool growth*. Eds J. I. Black y P J. Reis. Armindale. University of New England 79p.
27. Hynd PI, Schlink AC, Phillips PM, Scobie DR (1986). Mitotic activity in cells of the wool follicle bulb. *Australian Journal of Biological Sciences*. 39(4):329-340.
28. Fraser AS, Short BF (1960). *The Biology of the Fleece*. CSIRO. Melbourne.
29. Sanjurjo P (2005). Correlaciones fenotípicas entre la población folicular pilosa y características de calidad de lna de borregas y borregos de 3 cabañas del Proyecto Merino Fino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 173 p.

## 6.2 EVOLUCIÓN DEL STOCK Y SU LOCALIZACIÓN EN EL PAÍS

### Evolución del stock y localización



## 6.3 REDUCCIÓN DEL STOCK OVINO

**Cuadro 1. Reducción del *stock* ovino (millones de cabezas) entre 1990 y 2009 en Uruguay, Australia y Nueva Zelanda.**

País/Año	1990	2000	2009	REDUCCIÓN (%)
				2009 vs. 1990
Australia	170,3	118,6	72,7	42,7
N. Zelanda	57,9	42,3	32,4	56,0
Uruguay	25,2	13,2	8,7	34,3

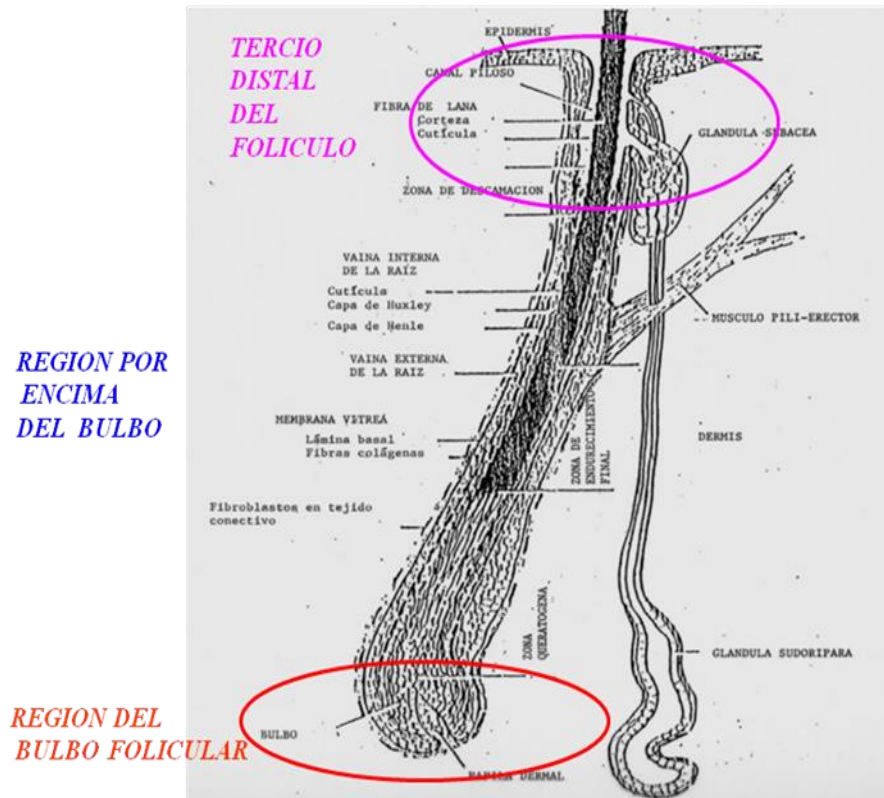
Fuente: Cámara Mercantil de Productos del País, 2012

#### **6.4 CATEGORIZACION DE LANAS MERINO (EN BASE A TWC, AWEX, CSIRO, ASFWA)**

<b>Categoria</b>	<b>Micras</b>
Ultrafino	14.9
Extrafino	15.0 - 16.9
Superfino	17.0 - 18.5
Fino	18.6 - 19.5
Medio	19.6 - 21.5
Fuerte	21.6 - 23.5
Extrafuerte	>23.6

Fuente: SUL (2004).

## 6.5 REGIONES EN LAS CUALES SE DIVIDE EL FOLÍCULO

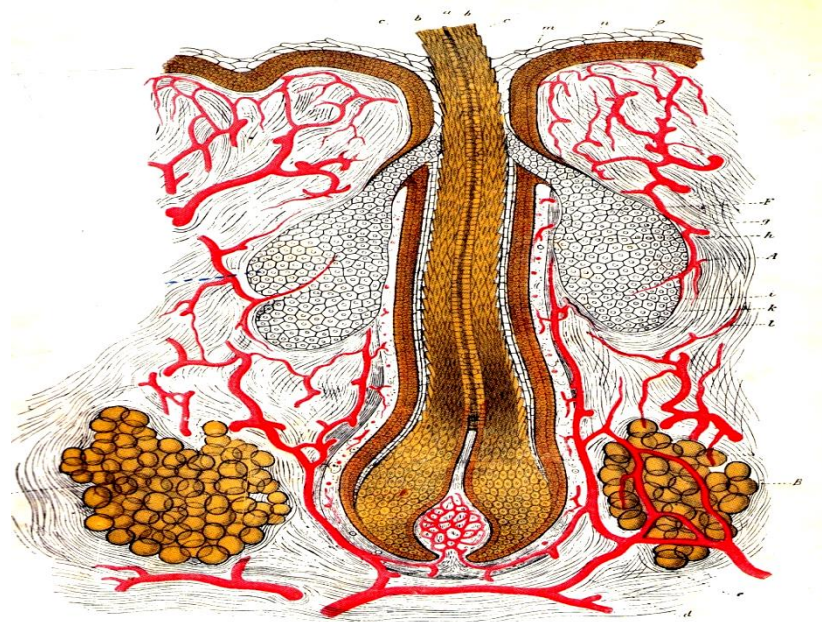


REPRESENTACION DIAGRAMATICA DE UN FOLÍCULO PRIMARIO

Fuente: Chapman y Ward, 1979

Fuente: adaptado de Chapman y Ward por Rodríguez Palma y Surraco (2003).

**6.6 CORTE PERPENDICULAR DE LA PIEL OVINA, MOSTRANDO LA RAÍZ DE LA LANA Y GLÁNDULAS ANEXA.**



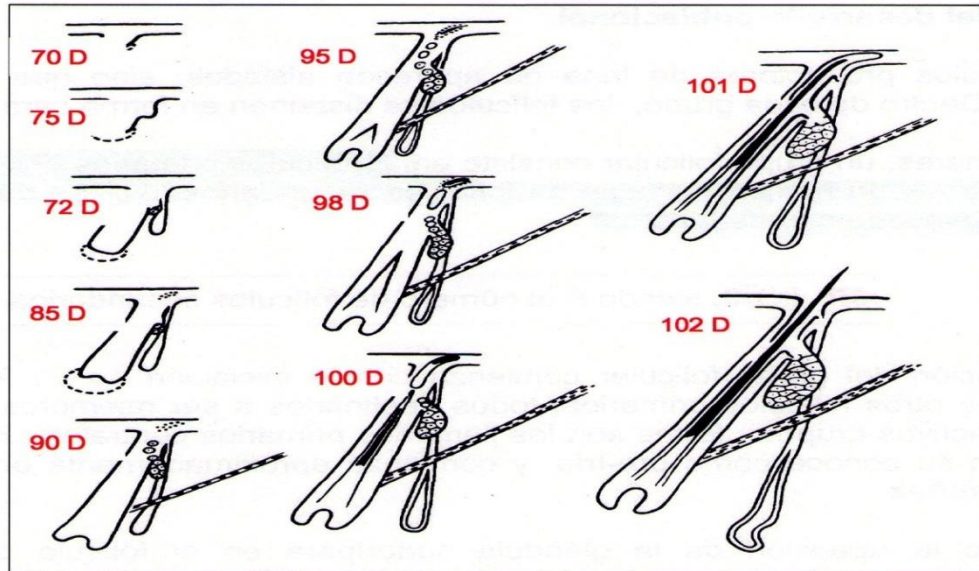
Fuente: Helman (1965)

**6.7 CORTE TRANSVERSAL DE LA PIEL OVINA, QUE SE MUESTRAN LAS FIBRAS CON SUS FOLÍCULOS, GLÁNDULAS SEBÁCEAS, TEJIDO CONJUNTIVO CON SUS FIBRAS ELÁSTICAS Y LOS VASOS SANGUÍNEOS.**



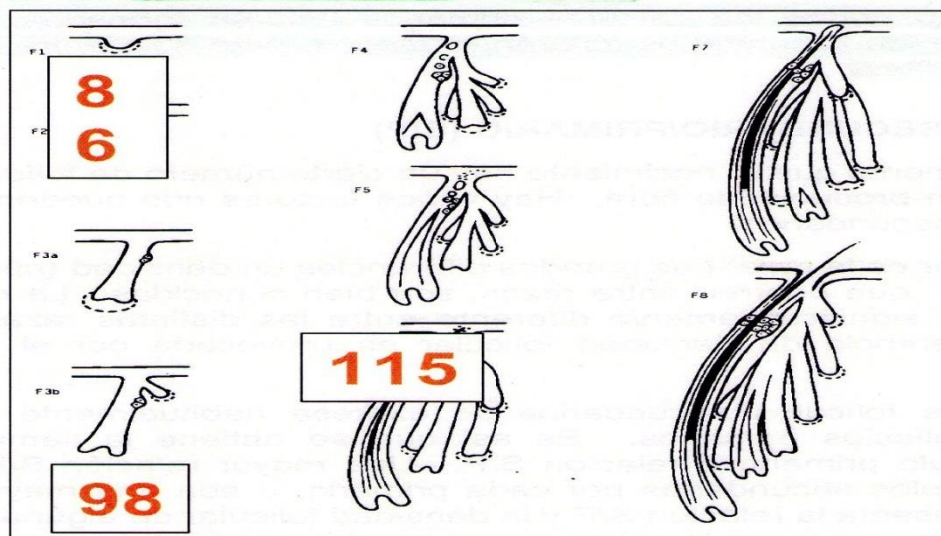
Fuente: Helman (1965)

## 6.8 EVOLUCIÓN EN DÍAS DE LOS FOLÍCULOS PRIMARIOS



Fuente: Ryder y Stephenson (1968)

## 6.9 EVOLUCIÓN EN DÍAS DE LOS FOLÍCULOS SECUNDARIOS



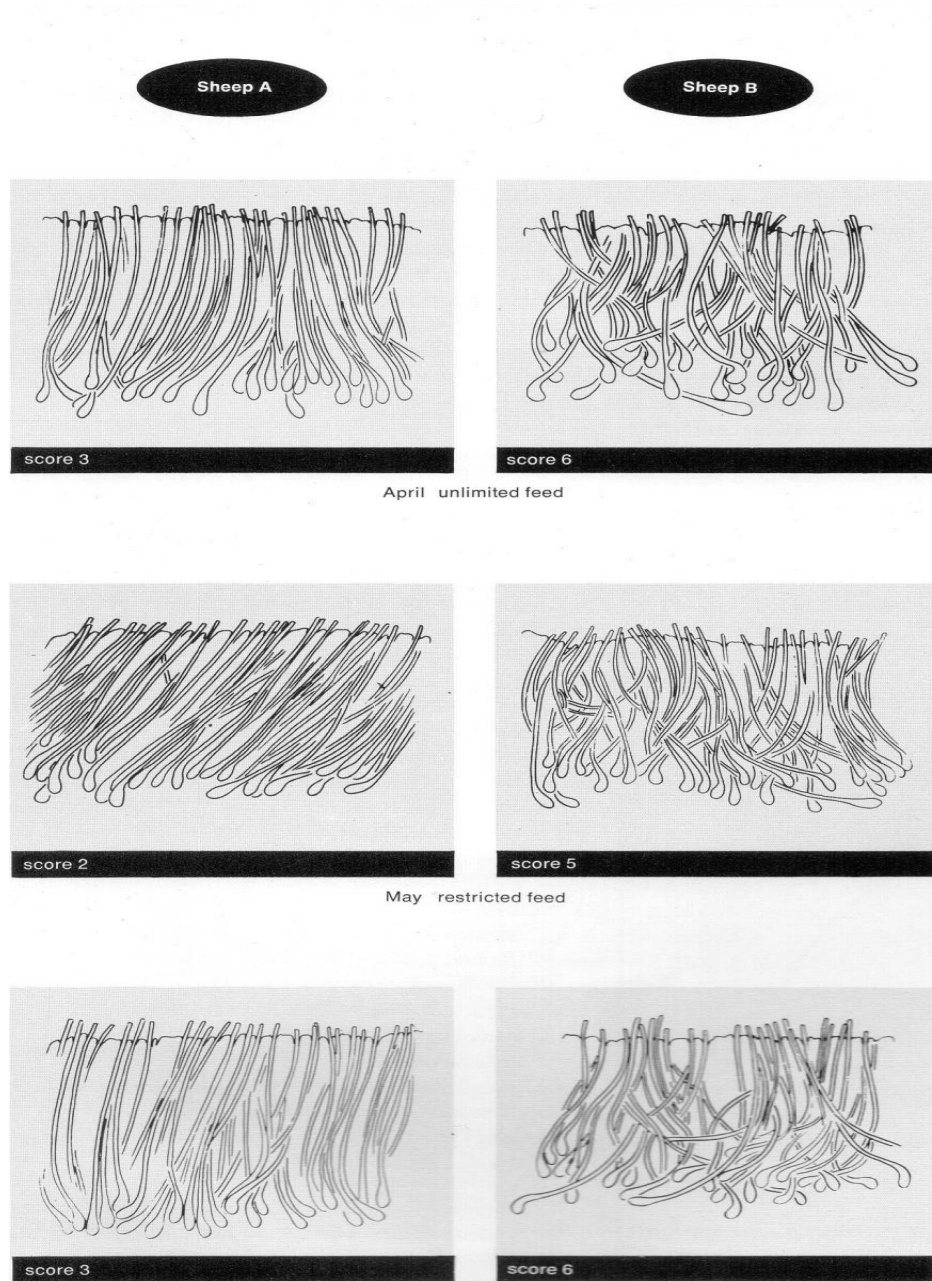
Fuente: Ryder y Stephenson (1968)

## 6.10 CARACTERÍSTICAS DE LOS FOLÍCULOS Y FIBRAS EN DIFERENTES RAZAS

TIPO DE VELLON	RAZAS	DENSIDAD FOLICULAR (fol/mm <sup>2</sup> )	REL. S/P	DIAMETRO MEDIO (μ)	dP/dS
Lanas finas (Merinos)	Merino Aust. Fino	64 - 80	20 - 27	16 - 21	
	Merino Aust. medio, fuerte	48 - 70	15 - 20	21 - 25	1.01-1.43
Lanas medias (English Down)	Dorset Horn Southdown Suffolk	16 - 28	4.8- 6.3	24 - 34	0.97-1.13
Lanas cruza (Merino*Lana larga)	Corriedale Ideal	19 - 54	9 - 15	18 - 34	0.97-1.25
Lanas largas (razas inglesas)	B. Leicester Lincoln R. Marsh	14 - 22	4.4-5.5	34 - 44	1.13-1.44
Lanas para alfombra europeas	S. Blackface Swaledale	7 - 13	2.9-5.3	34 - 49	2.00-3.30
Lanas para alfombra índicas	Bellary Bikaneri Mandya	7 - 14	1.2-1.9	35 - 56	1.60-3.60

Fuente: Reis, adaptado por Rodríguez Palma (2003)

## 6.11 EFECTO DE LA NUTRICIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN FOLICULAR



Fuente: CSIRO (1973)

## 6.12 CARACTERÍSTICAS QUE DETERMINAN EL VALOR DE LA LANA VELLÓN (THE WOOLMARK COMPANY)

### a) Lana vellón superfina (17.0 a 18.5 micras)

Características	Valores de importancia en %
Resistencia	32
Diámetro	27
Largo	13
Factores de Marketing*	12
Estilo	5
Materia Vegetal	3
Mediciones adicionales	2
Color	< 1

Fuente: SUL (2004)

\*FM:Factores de marketing son región, ventas por separado, remanipuleo de la lana y tamaño del lote.

### b) Lana vellón Merino (19.5 a 25.0 micras)

Características	Valores de importancia en %
Diámetro	70
Resistencia	11
Factores de Marketing*	6
Largo	5
Punto de rotura	2
Materia Vegetal	2
Mediciones adicionales	2
Color	<1
Estilo	<1

Fuente: SUL (2004)

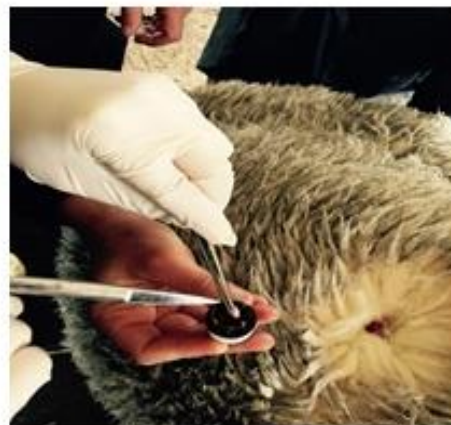
\*FM:Factores de marketing son región, ventas por separado, remanipuleo de la lana y tamaño del lote

**6.13 MUESTREO DE PIEL A CAMPO (TÉCNICA DE CARTER Y CLARKE, 1957)**

**Paso 1 y 2**



**Paso 3 y 4**



## 6.14 TÉCNICA EN LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE BIOPSIA DE PIEL (MADDOCKS Y JACKSON 1988)

a) *Técnica original*

### **PROCESAMIENTO DE BIOPSIAS DE PIEL OVINA**

#### **1. - Fijación.**

1.1.- Formalina al 10% (24 horas).

1.2.- Formalina al 10% (72 horas).

#### **2. - Deshidratación.**

	Histokinette	Manual
2.1.- Alcohol 50%	(2 horas ½)	(2 horas ½).
2.2.- Alcohol 70%	(2 horas ½)	(2 horas ½).
2.3.- Alcohol 90%	(6 horas)	(hasta próx. Día).
2.4.- Alcohol absoluto 1	(2 horas)	(2 horas).
2.5.- Alcohol absoluto 2	(2 horas)	(1 hora ½).

#### **3. Aclarado.**

3.1.- Benceno (1 hora) (1 hora).

3.2.- Disán 1 (1 hora) (1 hora).

3.3.- Disán 2 (1 hora) (1 hora).

#### **4.- Inclusión.**

4.1.- Infiltración.

4.1.1.- Parafina 1 (pura) (3 horas) (3 horas).

4.1.2.- Parafina 2 (cera) (3 horas) (4 horas).

-----  
4.2.- Bloques – tallado.

#### **5.-Cortes.**

**6.- Secado** (toda una noche).

#### **7.- Desparafinado.**

7.1.- Tolueno 1 (5 min.).

7.2.- Tolueno 2 (5 min.).

#### **8.- Hidratación.**

- 8.1.- Alcohol 90% (1 min.).
- 8.2.- Alcohol 70% (1 min.).
- 8.3.- Alcohol 50 % (1 min.).
- 8.4.- Agua corriente (5 min.).

**9.- Coloración.**

- 9.1.- Hematoxilina de Mayer (30 min.).
- 9.2.- Agua corriente (5 min.).
- 9.3.- Acido pícrico (5 min.).
- 9.4.- Agua destilada (1 min.).
- 9.5.- Eosina (5 seg.= pasaje...).
- 9.6.- Agua destilada (1 min.).

**10.- Deshidratación.**

- 10.1.- Alcohol 90% 1 (2 min.).
- 10.2.- Alcohol 90% 2 (2 min.).
- 10.3.- Alcohol absoluto 1 (2 min.).
- 10.4.- Alcohol absoluto 2 (2 min.).

**11.- Aclarado.**

- 11.1.- Disán 1 (2 min.).
- 11.2.- Disán 2 (2 min.).

**12.- Montaje.**

**13.- Secado (72 horas o más).**

b) Técnica modificada por DILAVE (MGAP), 1998

**SERIE:**

-Alcohol 95 %	(12 horas )
-Alcohol 100 %	(1 hora )
-Alcohol 100 %	(1 hora )
-Cloroformo 1	(1 hora )
-Cloroformo 2	(1 hora )
-Parafina 1	(1 hora )
-Parafina 2	(3 horas )

***Bloques***

**TINCIÓN:**

-Xilol 1	(10 min.)
-Xilol 2	(10 min.)
-Alcohol 100 %	(3 min.)
-Alcohol 95 %	(3 min.)
-Alcohol 70 %	(5 min.)
-Agua destilada	(1 min.)
-Hematoxilina	(5 min.)
-Agua corriente	(10 min.)
-Pícrico	(5 min.)
-Agua destilada	(1 min.)
-Alcohol 70 %	(pasaje)
-Eosina	(1 min.)
-Alcohol 95 %	(pasaje)

-Alcohol 100 %	(3 min.)
-Xilol 1	(3 min.)
-Xilol 2	(3 min.)

### **Solución Stock:**

Eosina Y (1 gramo)	
Agua destilada	(20 ml)
----- <b>Disolver</b> -----	
Alcohol 95 °	(80 ml)

### **Solución de Trabajo:**

1 parte de Solución Stock
+ 3 partes Alcohol 80°
+ 0,5 ml Acido Acético Glacial

## 6.15 PREPARADOS HISTOLOGICOS EN LABORATORIO

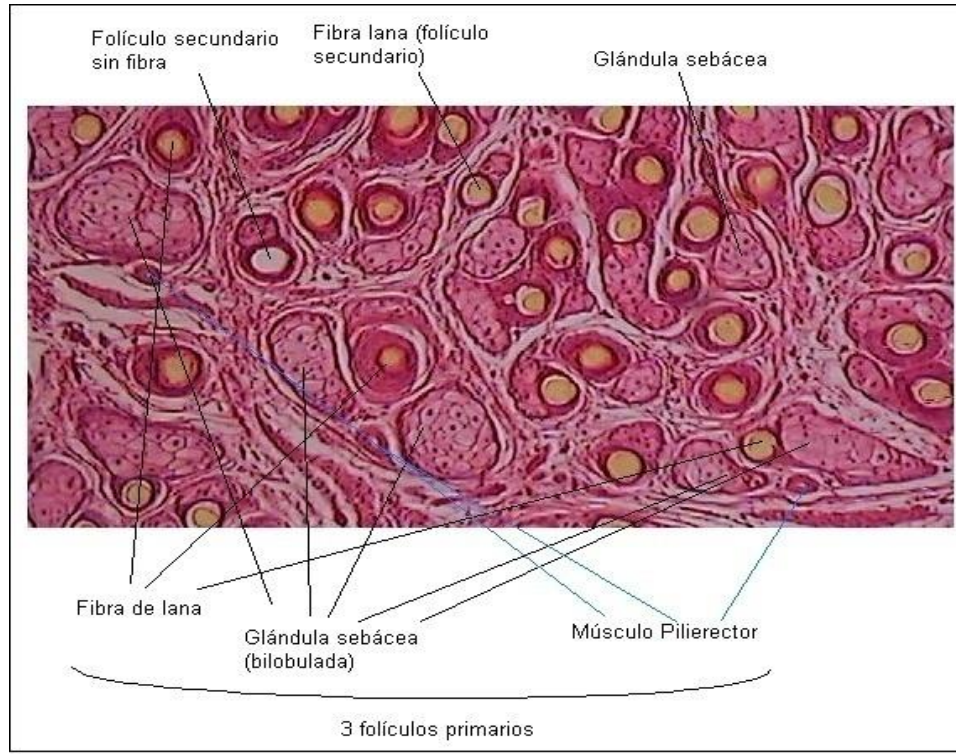
Preparado histológico



Tinción del preparado histológico



## 6.16 CORTE HISTOLÓGICO DE PIEL OVINA VISTO AL MICROSCOPIO



Fuente: Ryder y Stephenson (1968)

## 6.17 CONTEO FOLICULAR EN ANIMALES MAU

### a) Conteo folicular de carneros padres MAU

DATOS CONTEO FOLICULAR													
CARNEROS MERINO AUSTRALIANO ULTRAFINO													
CORD.	FOLICULOS PRIMARIOS			FOLICULOS SECUNDARIOS				TOTAL	Rel. S/P	Rel. S/P	Rel. S/P	% Deriv.	Fol. TOTALES
Nº Anima	c/lana	s/lana	TOTAL	c/lana	s/lana	Derivados							
						Nº derivado	Fibras tot. Deriv		c/lana	s/lana			
11213	5,00	1,00	6,00	127,00	3,00	11,00	20,00	130,00	21,67	25,40	3,00	8,09	136,00
12186	4,60	0,30	4,90	112,50	0,30	5,00	9,30	112,80	23,02	24,46	1,00	4,25	117,70
12267	2,60	0,00	2,60	88,70	0,00	3,00	6,00	88,70	34,12	34,12	0,00	3,29	91,30

### b) Conteo folicular de corderos MAU

RESULTADOS GENERALES															
CORDEROS MAU															
CORD.	RELACION		S/P		% DERIVADOS		DENSIDAD FOLICULAR		PESO de	PESO	DF	CVD	F. CONFORT	RL	LM
Nº Anima	2 meses	9 meses	2 meses	9 meses	2 meses	9 meses	2 meses	9 meses	VELLON	VIVO	μ	%	fib>30 micras	%	cm
14002	23,00	24,53	6,69	11,41	133,84	164,29	3,130	45,0	13,9	18,7	0,2	78,5	10,5		
14008	24,00	40,67	10,26	7,10	139,41	160,86	3,215	36,5	14,8	15,5	0,0	79,7	11,0		
14013	25,20	47,63	16,40	10,50	168,58	166,87	3,270	37,5	14,4	13,9	0,1	75,0	11,0		
14016	24,71	34,20	18,50	21,93	154,43	151,00	2,865	35,0	14,6	17,8	0,1	78,4	10,0		
14019	19,59	23,56	5,11	7,55	150,14	94,80	4,755	52,5	16,6	16,3	0,3	78,4	11,5		
14020	21,76	23,22	12,97	13,88	166,01	93,51	3,195	42,5	14,2	16,2	0,0	79,9	10,5		
14026	22,62	26,44	17,69	6,72	131,69	105,95	2,775	38,0	15,2	16,5	0,0	84,1	10,0		
14028	25,29	26,27	12,43	16,26	157,86	128,69	2,600	36,0	14,0	16,6	0,0	82,3	10,5		
14029	24,57	48,14	20,35	7,12	153,57	147,56	3,530	49,5	15,0	17,3	0,2	72,5	8,5		
14030	22,00	24,41	16,67	13,73	118,39	185,31	3,775	49,5	15,6	18,6	0,3	80,8	11,0		
14035	21,29	24,69	11,41	7,79	133,84	143,27	2,980	39,0	15,0	18,8	0,3	63,8	10,0		
14036	19,92	25,17	8,88	12,58	116,68	134,69	3,135	36,0	16,4	13,4	0,1	78,7	11,5		
14037	20,92	26,90	8,82	9,29	122,25	119,68	3,460	39,5	16,3	17,2	0,1	77,7	11,0		
14055	19,50	32,90	7,69	9,73	105,53	145,42	4,025	56,0	16,6	15,7	0,1	80,1	10,5		
14063	20,29	37,73	5,63	8,67	127,83	182,74	3,320	47,5	15,1	15,2	0,2	71,0	10,0		
14074	21,73	28,09	12,55	13,59	107,24	137,27	3,130	41,0	14,9	18,1	0,1	77,5	10,5		
14082	22,38	35,33	10,31	22,01	130,40	140,27	2,765	37,5	15,3	15,0	0,2	78,9	10,0		
14101	39,89	43,00	9,19	10,96	157,86	132,12	3,015	34,5	14,4	15,3	0,0	78,5	10,0		
14121	22,40	24,17	16,67	5,52	150,57	129,55	2,815	41,5	14,4	13,9	0,1	75,7	9,5		
14135	18,93	37,18	7,75	7,82	128,26	180,16	2,730	40,5	14,1	17,0	0,2	69,6	9,0		
14140	30,42	34,27	7,12	7,16	161,72	166,44	2,055	28,5	13,4	17,2	0,0	75,3	7,5		
14171	24,42	29,20	5,46	6,85	130,83	129,55	3,120	44,5	13,9	15,1	0,0	71,2	9,0		
14182	23,29	23,50	5,52	6,81	145,85	105,10	1,875	39,5	14,1	14,2	0,0	68,7	8,5		
23 CORD.	23,12	31,08	11,26	10,86	140,79	143,06	3,011	41,20	14,66	16,58	0,15	76,68	9,29		

## 6.18 CONTEO FOLICULAR EN ANIMALES MD

### a) Conteo folicular de carneros padres MD

DATOS CONTEO FOLICULAR													
CARNEROS DOHNE													
CORD.	FOLICULOS PRIMARIOS			FOLICULOS SECUNDARIOS				TOTAL	Rel. S/P	Rel. S/P	Rel. S/P	% Deriv.	Fol. TOTALES
Nº Animal	c/lana	s/lana	TOTAL	c/lana	s/lana	Derivados		TOTAL	Rel. S/P	Rel. S/P	Rel. S/P	% Deriv.	Fol. TOTALES
					Nº derivado	Fibras tot. Deriv							
30016	5,00	0,00	5,00	98,00	0,00	2,70	5,60	98,00	19,60	19,60	0,00	2,62	103,00
31009	3,60	0,33	3,93	88,50	0,00	3,30	6,00	88,50	22,52	24,58	0,00	3,57	92,43
39038	4,30	0,00	4,30	93,30	0,00	4,00	9,00	93,30	21,70	21,70	0,00	4,10	97,60

### b) Conteo folicular de los corderos MD

CORDEROS MD															
CORD.	RELACION		S/P		% DERIVADOS		DENSIDAD FOLICULAR		PESO de	PESO	DF	CVD	F. CONFORT	RL	LM
	Nº Animal	2 meses	9 meses	2 meses	9 meses	2 meses	9 meses	VELLON	VIVO	µ	%	fib>30 micras	%	cm	
34001	23,80	32,67	10,08	8,67	106,38	91,27	3,12	58,00	18,20	17,60	0,50	71,60	9,00		
34003	20,11	22,00	7,73	10,00	163,01	139,85	3,21	47,00	19,10	15,70	0,40	79,40	10,50		
34005	19,43	19,32	8,09	6,27	122,68	105,25	3,21	57,00	19,10	14,10	0,10	72,50	11,00		
34006	19,28	21,13	4,32	9,47	156,57	134,33	2,52	47,00	20,00	17,50	0,90	65,00	9,00		
34007	19,06	26,50	8,45	7,55	154,86	132,86	3,01	49,50	18,70	16,00	0,60	66,90	8,00		
34009	21,93	21,36	9,42	9,36	147,56	126,60	3,34	70,50	18,60	18,80	0,70	69,20	7,00		
34014	18,44	22,58	5,42	5,90	150,14	128,81	2,64	58,50	17,60	15,90	0,30	73,70	9,00		
34017	21,36	21,33	11,71	7,03	134,27	115,19	3,14	58,00	17,60	15,90	0,60	71,30	8,50		
34018	18,93	21,40	4,93	7,48	128,26	110,04	2,20	40,50	18,40	17,40	0,50	74,40	11,00		
34024	25,00	24,20	9,14	6,61	78,50	67,35	2,58	54,50	18,20	18,70	0,50	69,00	10,00		
34030	19,56	20,62	6,25	8,96	158,72	136,17	2,95	48,00	18,60	17,20	0,40	75,20	9,00		
34032	20,94	20,60	12,92	7,77	160,00	137,27	2,95	49,50	19,80	16,20	0,70	65,70	9,00		
34036	20,05	22,10	9,71	11,76	171,59	147,21	2,62	53,00	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d		
34038	20,50	19,60	8,54	11,22	184,45	158,25	2,85	64,50	18,40	19,60	0,80	65,70	8,00		
34045	19,28	22,00	10,95	18,18	156,57	134,33	2,50	55,00	18,50	14,60	0,20	70,00	8,50		
34046	18,26	23,40	4,32	20,51	157,00	134,70	3,08	62,50	19,10	16,20	0,20	82,70	10,00		
34050	22,60	25,29	9,73	10,73	101,24	86,85	3,01	55,00	17,40	21,80	0,40	70,20	8,50		
34051	18,20	20,40	4,40	8,82	164,72	141,32	1,93	43,50	19,30	20,70	1,00	71,90	9,00		
34052	18,80	26,00	7,09	25,00	127,40	109,30	2,34	48,50	18,40	16,90	0,40	75,20	8,00		
34053	25,97	26,00	16,78	8,46	161,98	138,96	2,33	49,00	16,40	15,30	0,00	80,30	8,50		
<b>20 CORD.</b>	<b>20,28</b>	<b>22,63</b>	<b>8,73</b>	<b>10,71</b>	<b>146,26</b>	<b>125,60</b>	<b>3,41</b>	<b>53,45</b>	<b>19,47</b>	<b>17,52</b>	<b>0,52</b>	<b>72,40</b>	<b>9,70</b>		

## 6.19 CONTEO FOLICULAR EN ANIMALES CON DIFERENTE ALIMENTACIÓN

TABLA RELACION DATOS (CON ALIMENTACIÓN)																	
CORD.	RELACION	% DERIV.															
Nº Animal	S/P		Fnac	Sexo	Padre	F señ	PV señ	F	PV	F	PV	F	PV	F	PV	F dest	PV Des
15293	46,92	3,83	17-oct	M	11318	22-oct	12,5	29-oct	8,50	12-nov	12,50	26-nov	16,0	10-dic	19,0	28-dic	22,5
15305	23,17	5,52	24-sep	M	11318	22-oct	10,5	29-oct	13,50	12-nov	15,50	26-nov	21,5	10-dic	21,0	28-dic	22,0
15307	21,06	4,03	24-sep	M	11318	22-oct	10,0	29-oct	12,50	12-nov	17,50	26-nov	21,5	10-dic	22,5	28-dic	25,0
15308	20,47	35,62	24-sep	M	11213	22-oct	13,0	29-oct	16,50	12-nov	18,50	26-nov	23,5	10-dic	24,5	28-dic	29,5
15309	20,00	5,86	24-sep	H	11318	22-oct	12,5	29-oct	15,50	12-nov	19,50	26-nov	24,0	10-dic	25,5	28-dic	28,5
15310	21,14	12,26	24-sep	M	11318	22-oct	8,0	29-oct	8,50	12-nov	12,50	26-nov	17,0	10-dic	18,5	28-dic	20,0
15314	29,00	3,85	25-sep	H	11318	22-oct	11,5	29-oct	14,00	12-nov	16,00	26-nov	20,0	10-dic	22,5	28-dic	25,0
15315	19,47	4,89	25-sep	H	12267	22-oct	8,5	29-oct	11,00	12-nov	15,00	26-nov	19,5	10-dic	22,0	28-dic	23,0
15316	20,89	3,61	25-sep	M	11213	22-oct	7,5	29-oct	10,00	12-nov	11,50	26-nov	15,5	10-dic	17,5	28-dic	20,5
15321	42,31	5,86	26-sep	H	11213	22-oct	9,0	29-oct	11,50	12-nov	16,00	26-nov	19,5	10-dic	19,5	28-dic	22,5
15322	23,42	3,41	26-sep	H	11213	22-oct	10,5	29-oct	14,00	12-nov	17,00	26-nov	22,0	10-dic	23,5	28-dic	27,0
15323	41,25	4,93	26-sep	M	11318	22-oct	9,5	29-oct	11,50	12-nov	14,00	26-nov	15,5	10-dic	18,5	28-dic	21,0
15324	29,36	8,38	26-sep	H	11213	22-oct	9,5	29-oct	13,00	12-nov	14,50	26-nov	20,5	10-dic	21,5	28-dic	23,5
15325	30,20	5,13	26-sep	H	11318	22-oct	8,5	29-oct	11,50	12-nov	14,00	26-nov	18,5	10-dic	18,5	28-dic	21,5
15326	23,17	7,59	26-sep	M	12186	22-oct	3,5	29-oct	9,50	12-nov	11,00	26-nov	15,5	10-dic	17,0	28-dic	20,0
15327	21,40	24,11	26-sep	H	12186	22-oct	6,5	29-oct	9,00	12-nov	12,50	26-nov	14,5	10-dic	17,5	28-dic	18,0
15335	20,58	4,25	28-sep	H	11213	22-oct	8,5	29-oct	12,50	12-nov	14,00	26-nov	16,5	10-dic	18,5	28-dic	20,5
15337	22,85	9,03	28-sep	H	11318	22-oct	5,5	29-oct	6,53	12-nov	8,00	26-nov	10,0	10-dic	11,0	28-dic	14,0
15341	27,00	3,27	28-sep	M	11318	22-oct	9,0	29-oct	12,00	12-nov	15,50	26-nov	19,5	10-dic	21,0	28-dic	24,0
15345	21,58	2,95	30-sep	M	sd	22-oct	8,5	29-oct	12,00	12-nov	14,50	26-nov	18,5	10-dic	18,5	28-dic	23,0
15347	21,75	8,79	01-oct	H	11318	22-oct	8,5	29-oct	12,00	12-nov	14,00	26-nov	19,5	10-dic	20,5	28-dic	22,0
15348	21,31	7,93	09-oct	M	12186	22-oct	14,5	29-oct	10,50	12-nov	14,50	26-nov	18,0	10-dic	21,0	28-dic	25,5
15350	27,83	3,76	12-oct	H	11213	22-oct	11,0	29-oct	9,00	12-nov	11,00	26-nov	15,0	10-dic	15,5	28-dic	18,5
15360	21,62	14,29	14-oct	M	11318	22-oct	9,5	29-oct	7,00	12-nov	9,50	26-nov	11,5	10-dic	11,0	28-dic	15,5
15361	23,42	5,80	14-oct	M	12186	22-oct	9,5	29-oct	8,00	12-nov	9,50	26-nov	14,5	10-dic	16,0	28-dic	20,0
15362	27,08	6,82	14-oct	M	11318	22-oct	10,0	29-oct	9,00	12-nov	10,00	26-nov	12,0	10-dic	13,5	28-dic	16,0
15369	20,70	13,36	16-oct	H	11318	22-oct	11,5	29-oct	8,00	12-nov	11,50	26-nov	14,0	10-dic	13,5	28-dic	14,5
<b>27 cord C/A</b>	<b>25,52</b>	<b>8,12</b>					<b>9,52</b>		<b>10,98</b>		<b>13,69</b>		<b>17,54</b>		<b>18,85</b>		<b>21,59</b>

**TABLA RELACION DATOS (SIN ALIMENTACIÓN)**

CORD.	RELACION	% DERIV.							
Nº Animal	S/P		sexo	F Nac	Padre	F seña	PV seña	F Dest	PV Des
15291	22,00	5,80	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
15292	22,57	3,64	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
15302	25,67	5,00	M	21-sep	11318	22-oct	10,00	28-dic	20,00
15311	28,33	4,26	M	24-sep	11318	22-oct	10,00	28-dic	14,00
15312	30,36	3,77	H	25-sep	11213	22-oct	6,50	28-dic	13,50
15318	36,20	4,30	H	26-sep	11318	22-oct	7,50	28-dic	15,00
15329	37,64	3,76	H	26-sep	12165	22-oct	10,50	28-dic	19,50
15330	25,54	7,54	M	26-sep	11318	22-oct	11,00	28-dic	21,00
15332	24,00	5,67	H	26-sep	11318	22-oct	10,50	28-dic	18,50
15334	19,50	6,50	H	26-sep	11213	22-oct	10,00	28-dic	21,00
15336	20,00	4,76	M	28-sep	11318	22-oct	9,50	28-dic	21,00
15342	23,10	9,54	M	28-sep	s/d	22-oct	8,50	28-dic	15,50
15343	22,69	4,22	M	29-sep	12186	22-oct	7,50	28-dic	14,00
15344	20,43	6,67	H	29-sep	s/d	22-oct	8,00	28-dic	17,00
15346	29,58	3,27	M	30-sep	11318	22-oct	9,00	28-dic	17,00
15353	19,67	6,45	M	13-oct	13021	22-oct	7,50	28-dic	9,50
15354	20,80	5,96	H	13-oct	11213	22-oct	9,50	28-dic	17,00
15356	21,00	3,72	H	13-oct	11318	22-oct	7,00	28-dic	11,00
15357	20,08	26,88	H	13-oct	12267	22-oct	12,50	s/d	s/d
15368	27,75	5,22	H	15-oct	11318	22-oct	9,50	28-dic	12,50
15370	23,50	30,61	H	16-oct	11318	22-oct	8,50	28-dic	14,50
<b>21 cord S/A</b>	<b>24,78</b>	<b>7,50</b>					<b>9,11</b>		<b>13,50</b>

<b>CARNEROS</b>
11213
11318
12165
12186
12267
13021