

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFECTO DE LA ÉPOCA DE ENCARNERADA (TEMPRANA VS. TARDÍA)
SOBRE EL DESARROLLO DE LA POBLACIÓN FOLICULAR PILOSA
Y LA CALIDAD DE LANA DE LA PROGENIE DE ANIMALES
MERINO AUSTRALIANO**

por

**Luis Alberto GRILLI BARBOZA
Matias ORIHUELA BORGES
Matías PUENTES DÍAZ**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2018**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Ricardo Rodríguez Palma

Ing. Agr. PhD. Daniel Fernández Abella

Ing. Agr. Adriana Mayder Vallejo Travieso

Fecha:

10 de agosto de 2018

Autores:

Luis Grilli Barboza

Matias Orihuela Borges

Matías Puentes Díaz

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de la República Oriental del Uruguay y la Facultad de Agronomía por ser responsables de nuestra formación académica.

A Ricardo Rodríguez Palma por ser el tutor de la tesis y otorgarnos su apoyo y entusiasmo en el correr del trabajo.

A Adriana Vallejo por la instrucción en el laboratorio de histología de piel animal RN-EEFAS donde se procesaron las muestras de piel.

A Sully Toledo por la dedicación y amabilidad que nos tuvo para instruirnos en la presentación adecuada de un trabajo académico.

A Daniel Fernández Abella por sus aportes a la tesis.

A Helena Guerra y Elize Van Lier por otorgarnos los datos de esquila de la progenie y el manejo realizado.

A INIA Glencoe y sus trabajadores en donde realizamos las prácticas de extracción de muestras de piel ovina.

A Oscar Bentancur por la colaboración en el procesamiento de los datos y el análisis estadístico.

A nuestras familias y amigos quienes nos apoyaron incondicionalmente y nos alentaron y presionaron para ser mejores personas y profesionales.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VIII
1 <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2 <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 <u>ESTRUCTURA DE LA PIEL</u>	4
2.2 <u>EL FOLÍCULO PILOSO</u>	7
2.2.1 <u>Estructura folicular</u>	7
2.2.2 <u>Tipos y desarrollo de los folículos</u>	10
2.2.3 <u>Irrigación sanguínea de los folículos</u>	13
2.2.4 <u>Estructuras accesorias del folículo</u>	14
2.3 <u>RELACIONES ENTRE FOLÍCULOS</u>	15
2.3.1 <u>Grupo folicular</u>	15
2.3.2 <u>Densidad folicular</u>	18
2.3.3 <u>Relación folículo secundario/folículo primario (FS/FP)</u>	20
2.3.4 <u>Competencia folicular</u>	21
2.4 <u>LA FIBRA DE LANA</u>	22
2.4.1 <u>Estructura de las fibras</u>	22
2.4.2 <u>Propiedades físicas de la lana</u>	25
2.5 <u>CARACTERÍSTICAS DE LA LANA</u>	27
2.5.1 <u>Características con mediciones objetivas</u>	28
2.5.1.1 <u>Peso de vellón</u>	28
2.5.1.2 <u>Diámetro de las fibras</u>	29
2.5.1.3 <u>Largo de mecha</u>	33
2.5.1.4 <u>Resistencia a la tracción</u>	34
2.5.1.5 <u>Color</u>	34
2.5.1.6 <u>Rendimiento al lavado</u>	36
2.5.1.7 <u>Factor de confort</u>	37

2.5.2	<u>Características con mediciones subjetivas</u>	38
2.5.2.1	Toque	38
2.5.2.2	Estilo	39
2.5.2.3	Carácter	39
2.5.2.4	Finura	39
2.6	FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE LA LANA	40
2.6.1	<u>Factores genéticos</u>	40
2.6.2	<u>Factores ambientales internos</u>	40
2.6.2.1	Sexo	40
2.6.2.2	Edad	41
2.6.2.3	Efecto materno	42
2.6.2.4	Comportamiento reproductivo	42
2.6.3	<u>Factores ambientales externos</u>	43
2.6.3.1	Nutrición	43
2.6.3.2	Clima	43
2.6.3.3	Sanidad	44
2.6.3.4	Efecto de la esquila	45
2.7	ÉPOCA DE ENCARNERADA	45
2.7.1	<u>Encarnerada de primavera</u>	47
2.7.2	<u>Encarnerada de otoño</u>	47
3	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	49
3.2	ANIMALES	49
3.3	MÉTODOS	49
3.3.1	<u>Etapa de campo</u>	49
3.3.1.1	Generación de la progenie	49
3.3.1.2	Manejo nutricional	49
3.3.1.3	Manejo sanitario	50
3.3.1.4	Extracción de muestras de piel	51
3.3.2	<u>Etapa de laboratorio</u>	53

3.3.2.1	Determinación de la población folicular.....	54
3.3.3	<u>Esquila y análisis de calidad de lana</u>	56
3.3.4	<u>Etapas de análisis de datos</u>	56
4	<u>RESULTADOS</u>	58
4.1	PESO VIVO AL NACER	58
4.2	CARACTERÍSTICAS FOLICULARES	59
4.2.1	<u>Relación secundario/primario (S/P)</u>	59
4.2.2	<u>Número de folículos primarios</u>	60
4.2.3	<u>Número folículos secundarios</u>	61
4.2.4	<u>Número de folículos derivados</u>	62
4.2.5	<u>Porcentaje de folículos derivados</u>	62
4.2.6	<u>Densidad real</u>	63
4.3	CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LANA....	64
4.3.1	<u>Peso vellón sucio</u>	65
4.3.2	<u>Diámetro medio de fibra (DMF)</u>	66
4.3.3	<u>Coefficiente variación DMF</u>	67
4.3.4	<u>Rendimiento al lavado</u>	67
4.3.5	<u>Largo de mecha</u>	68
4.3.6	<u>Factor de confort</u>	69
5	<u>DISCUSIÓN</u>	71
5.1	COMPARACIÓN IA DE OTOÑO FRENTE A IA DE PRIMAVERA	71
5.1.1	<u>Hembras</u>	71
5.1.2	<u>Machos</u>	72
5.2	COMPARACIÓN ENTRE LOS DOS SEXOS PARA CADA ÉPOCA DE ENCARNERADA.....	73
5.2.1	<u>IA primavera</u>	73
5.2.2	<u>IA otoño</u>	74
5.3	CONSIDERACIONES FINALES	75

6	<u>CONCLUSIONES</u>	76
7	<u>RESUMEN</u>	77
8	<u>SUMMARY</u>	78
9	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	79
10	<u>ANEXOS</u>	90

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Evolución folicular.....	13
2. Características raciales	21
3. Componentes de la variación del diámetro de las fibras.....	31
4. Comparación de valores de precisión para Microproyección, Airflow, OFDA y Laserscan	33
5. Valores prom. de amarillamiento y luminosidad en razas de ROU.....	36
6. Rendimiento al lavado promedio para diferentes razas en Uruguay.....	37
7. Datos sobre lotes Merino con baja distribución del diámetro de fibra	38
8. Producción estacional de materia seca (MS)	50
9. Efecto variable "peso vivo al nacer"	58
10. Promedios variable "peso vivo al nacer"	58
11. . Efecto variable "relación secundario/primario".....	59
12. Promedio variable "relación secundario/primario".....	59
13. Efecto variable "número de folículos primarios"	60
14. Promedio variable "número de folículos primarios"	60
15. Efecto variable "número de folículos secundarios"	61
16. Promedios variable "número de folículos secundarios"	61
17. Efecto variable "número de folículos derivados"	62
18. Promedios variable "número de folículos derivados"	62
19. Efecto variable "porcentaje folículos derivados"	63
20. Promedios variable "porcentaje folículos derivados"	63
21. Efecto variable "densidad real"	64
22. Promedios variable "densidad real"	64
23. Efecto variable "peso vellón sucio"	65
24. Promedios variable "peso vellón sucio"	65
25. Efecto variable "diámetro medio de fibra".....	66
26. Promedios variable "diámetro medio de fibra"	66
27. Efecto variable "coeficiente variación DMF"	67

28. Promedios variable "coeficiente variación DMF"	67
29. Efecto variable "rendimiento al lavado"	68
30. Promedios variable "rendimiento al lavado"	68
31. Efecto variable "largo de mecha"	69
32. Promedios variable "largo de mecha"	69
33. Efecto variable "factor de confort"	69
34. Promedios variable "factor de confort"	70
35. Formación de los folículos primarios y secundarios.....	72

Figura No.

1. Corte de piel ovina	4
2. Regiones del folículo y sus principales actividades.....	8
3. Regiones diferenciadas de un folículo primario.....	9
4. Corte transversal del folículo	10
5. Folículos primarios, secundarios y secundarios derivados	15
6. Etapas de desarrollo del grupo folicular.....	16
7. Estructura de la fibra de lana.....	22
8. Estructura bilateral de la fibra de lana.....	24
9. Composición de un vellón sucio	28
10. Usos finales según diámetro de las fibras	30
11. Forma correcta de ver la muestra al microscopio	55
12. Corte histológico de una biopsia de piel ovina	55

Gráfica No.

1. Máxima producción de lana	41
------------------------------------	----

1. INTRODUCCIÓN

La producción ovina viene enfrentando en estas últimas dos décadas y media serios problemas de competitividad frente a otros rubros. Esto se debe en gran parte a la baja de los precios de la lana (principal producto exportado del rubro) a nivel mundial, lo que trajo aparejado una drástica reducción del stock a nivel nacional. En la primera década la reducción fue tan marcada que pasó de casi 26 millones a 12 millones de cabezas. En la década siguiente la reducción fue menor (de 12 a 7.5 millones) por cambios en el sistema de producción y productos exportables, jugando un rol importante la producción de carne.

En el presente existe un camino tecnológico a recorrer gracias a, entre otras, instituciones como SUL (proyecto “cordero pesado”), INIA (en el marco del CRILU: Consorcio Regional de Innovación en Lanas Ultrafinas) y Facultad de Agronomía (proyecto de selección de ovinos resistentes a parásitos gastrointestinales) que desarrollaron proyectos con el fin de mejorar la rentabilidad del sector; aunque, cabe destacar que dichas tecnologías generadas serán adoptadas gradualmente dependiendo no solo del impacto económico que la misma genere, sino también del contexto socio-cultural donde la misma se incluya.

En la actualidad las existencias ovinas se remontan a 6.800.000 cabezas (MGAP. DIEA, 2017). Uruguay enfrenta otros problemas aparte de la competencia antes mencionada, como lo es la falta de mano de obra capacitada, las jaurías de perros, el abigeato, la muerte de corderos por zorros y caranchos, falta de “cultura” para la producción ovina, entre otras, lo que dificulta la expansión y permanencia del rubro, provocando la deserción del mismo por parte de los productores.

A nivel mundial, el aumento de la demanda de lanas finas y ultra finas para la confección de prendas de vestir de mayor valor, destinadas a consumidores más exigentes (principalmente europeos) generó la posibilidad de un avance tecnológico de producción, impulsado por los altos precios que los consumidores están dispuestos a pagar por dicho producto a nivel predial. Cabe destacar que en Uruguay, las entidades investigadores de la producción ovina han avanzado en el desarrollo de nuevas tecnologías, pero se ha dificultado mucho la adopción de las mismas a nivel de establecimientos debido a las causas antes mencionadas.

Una herramienta de fácil implementación pero de alto impacto a disposición de los criadores, es la correcta elección de la época para el servicio de las ovejas. Una correcta elección afectará tanto el nivel productivo como económico de la empresa (porcentaje de preñez, cantidad y calidad de lana, entre otras).

En el presente trabajo de tesis se busca comprobar el efecto de dos épocas de encarnera (primavera vs. otoño), sobre el desarrollo de la población folicular pilosa de la progenie en animales de la raza Merino Australiano, con particular énfasis en la cuantificación de la densidad folicular, relación S/P (folículos secundarios/folículos

primarios) el porcentaje de folículos secundarios derivados. Y en función de ello, analizar la asociación con la producción y calidad de la lana de esos animales.

La importancia de conocer los resultados de ésta investigación se basa en poder transmitir a los productores laneros del país como la correcta elección de la época de encarnera puede influir en las características de la lana y en función de ello producir mayor cantidad, más fina y de mayor calidad, mejorando la posición del rubro a nivel país.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La lana es considerada “la reina de las fibras”, dada sus características naturales y aptitudes excepcionales, las cuales han sido tratadas de igualar por el hombre, pero aún sin éxito. Es una fibra natural, renovable, no contaminante y biodegradable, lo cual la antepone en la creciente conciencia actual de que el mundo es frágil y que debe preservarse, tomando relevancia los productos que la naturaleza brinda directamente, sin alterar el equilibrio ecológico. Es uno de los pocos elementos que se utilizan para la finalidad para la que fue creada por la propia naturaleza: servir de aislante entre el rigor del clima, cálido o frío y un cuerpo vivo (De Gea, 2007b).

La oveja es la mejor fábrica de textil que existe en el mundo, es decir una fábrica que trabaja incansablemente las 24 horas. La fibra de lana es de un alto valor; por ser costosa para producirla y procesarla. Es el doble de caro fabricar una prenda de lana que una de algodón de similares características y de tres a cinco veces más caro que una de fibra sintética (Whiteley, 2003).

La lana tiene características textiles que la convierten en una materia prima inigualable para lograr productos de alta calidad. Los mismos se basan principalmente en las siguientes propiedades (Elvira, 2009):

- Una compleja y muy versátil estructura química y una compleja y excelente estructura física cuya superficie se encuentra conformada por escamas
- Alta capacidad para absorber humedad y repeler en su superficie agua y/o líquidos
- Durabilidad a pesar de la baja resistencia en las fibras
- Ondulación natural o "crimp" en las fibras
- Alta resistencia al fuego y excelente aislante al frío y al calor
- Mayor confort debido a la aireación en los tejidos
- Resistencia a la suciedad y fácil limpieza
- Baja generación de electricidad estática
- Alta capacidad de elasticidad y recuperación
- Buena apariencia y retención de las formas de las prendas
- Excelente "caída", suavidad y "tacto" en tejidos planos
- Habilidad para ser afieltrada
- Absorción de olores y/o filtración de químicos tóxicos

La mayor o menor expresión de dichas características depende cada individuo. Es por eso que el objetivo de selección de los productores de lana debería ser aquel que permita el aumento de fibras más finas y con buena resistencia; un alto peso de vellón, buenas características de estilo, que no sean susceptibles a la podredumbre de vellón (fleece-rot), y con alta resistencia a los parásitos internos (Hynd et al., 1996).

2.1 ESTRUCTURA DE LA PIEL

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

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

La piel del ovino que varía entre 0.5 a 3 mm. de espesor, compuesta por tejido conjuntivo (fibras de colágeno), las cuales son distintas a las de queratina que es la principal sustancia que origina anexos cutáneos como, pelo, lana, cuernos y pezuñas (Ryder y Stephenson, 1968).

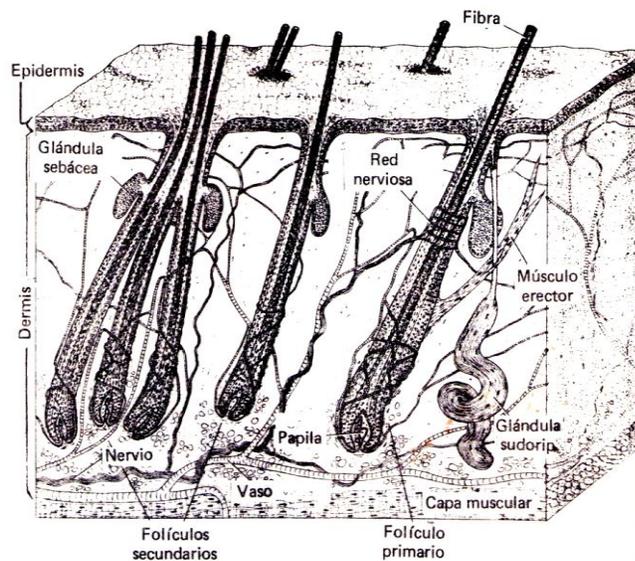


Figura No.1. Corte de piel ovina

Fuente: Lyne, citado por Williams (1976).

Según Ryder y Stephenson (1968), la epidermis tiene poco espesor, representando solamente el 5% del total de la piel. Es un tejido epitelial poliestratificado, que carece de vasos sanguíneos, nutriéndose de sangre de linfa de la dermis sobre la cual descansa.

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

- Estrato córneo
- Estrato lúcido
- Capa granulosa
- Estrato espinoso
- Estrato o capa basal o germinativa

Estrato córneo: constituido por varias capas de células muertas que contienen principalmente 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.

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

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.

Estrato espinoso: contiene una capa variable de células, que siempre está presente en la epidermis. En esta zona se encuentra la mayor cantidad de granos pigmentarios de melanina, disminuyendo su número en dirección distal. Dichos gránulos son producidos por células formadas en la capa basal denominadas melanocitos (éstas se oxidan transformándose en melanina). Los melanocitos se forma a partir del bulbo y la vaina interna de la raíz. Dietas pobres en vitamina A y D producen el decoloramiento de la fibra. Es importante destacar que la pigmentación de la piel es independiente de la pigmentación de la lana.

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. Se separa de la dermis por la membrana basal.

La dermis o corión está formada por tejido conjuntivo denso, y consta de dos capas:

- Dermis propiamente dicha, en contacto con la epidermis
- Hipodermis, que es la zona más profunda

La dermis propiamente dicha representa entre un 40-50% del espesor de la piel y consta de dos zonas, un estrato papilar y otro reticular. El primero, se compone de tejido conjuntivo elástico y colágeno. Este estrato es rico en capilares sanguíneos y nerviosos encargados de nutrir a la epidermis, además contribuye a la regulación de la temperatura corporal, siendo éste, 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. El segundo está formado por debajo del estrato papilar en donde las fibras de colágeno se engrosan y se entrelazan formando una red abierta; dicha capa garantiza la elasticidad, flexibilidad y capacidad de deformación de la piel.

La hipodermis es un tejido conjuntivo laxo, que une el corion a las partes adyacentes del organismo. Está constituida por fibras de colágeno, vasos sanguíneos y terminales nerviosas (Mendoza Amaral, 1968). Comprende en sus partes más complejas 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 esta por lo general poco desarrollado o ausente en el ovino.
- tejido conjuntivo compuestas por haces de fibras elásticas, denominada fascias superficiales, en dicha capa existen animales capaces de desarrollar en determinada zona del cuerpo una fina capa de músculo denominada músculo cutáneo (matambre).
- 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).

Tanto la dermis como epidermis son de fundamental importancia para el desarrollo folicular. La dermis es quien aparenta controlar no solo las características de los folículos sino también su distribución en la superficie productora de fibra (Moore, 1984).

La interacción entre estos tejidos que forman la piel del ovino es esencial no solo en la formación y desarrollo de los folículos de 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).

En promedio el grosor de la piel de ovejas Merino es de 1.83 mm y para ovejas cruza de 2.15 mm sin observarse cambios importantes con la edad (Lyne, 1961).

2.2 EL FOLÍCULO PILOSO

2.2.1 Estructura folicular

Folículo piloso generalmente es el nombre dado a los pequeños sacos o “bolsitas” que aparecen en la piel de los animales y donde se producen fibras tales como la lana o el pelo. Estas coberturas fibrosas proveen protección para la piel del animal, teniendo muchos usos para los humanos a nivel industrial (Ryder y Stephenson, 1968).

Cada fibra de lana deriva de un folículo, el número total y el tipo de folículo determina la cantidad y calidad de la lana producida por el animal, por lo tanto la investigación y el conocimiento obtenido sobre la estructura y funcionamiento del folículo y por consiguiente del crecimiento de la fibra de lana, es de vital importancia a nivel biológico y económico (Moule, 1962).

El folículo es una estructura de la epidermis que se origina por medio de la invaginación de la capa basal o germinativa que penetra la dermis. Los folículos se introducen 0,5 a 1 mm por debajo de la piel (Mendoza Amaral 1968, Pérez Álvarez et al. 1992).

Los folículos primarios se inician primero en la piel y poseen varias estructuras accesorias: glándula sebácea bilobulada, glándula sudorípara y músculo pili-erector (Black, 1987).

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 (Ryder y Stephenson, 1968).

En sentido próximo distal, o sea, en su longitud el folículo puede dividirse en tres porciones: región del bulbo folicular, región por encima del bulbo y tercio distal del folículo, las que son detalladas a continuación y se pueden observar en la Figura No. 2 y No.3

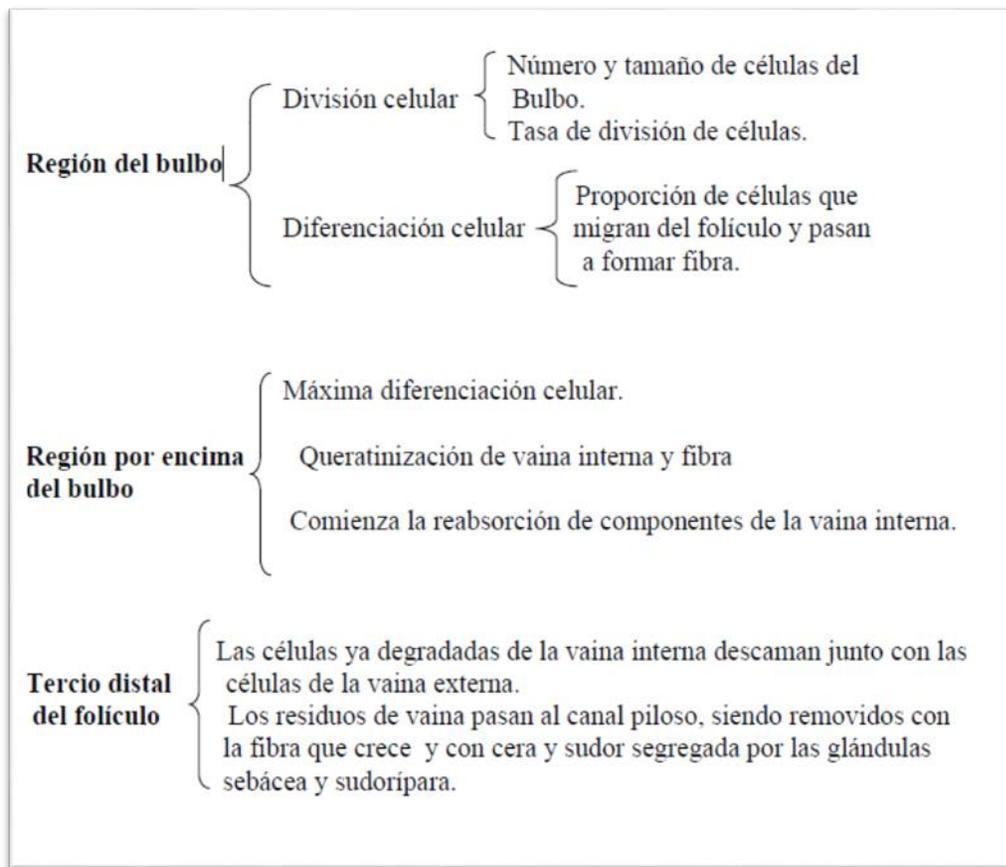


Figura No. 2. Regiones del folículo y sus principales actividades

Fuente: adaptado de Mendoza Amaral (1968).

- **Región del bulbo:** dentro de esta 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 si 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 distal 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.

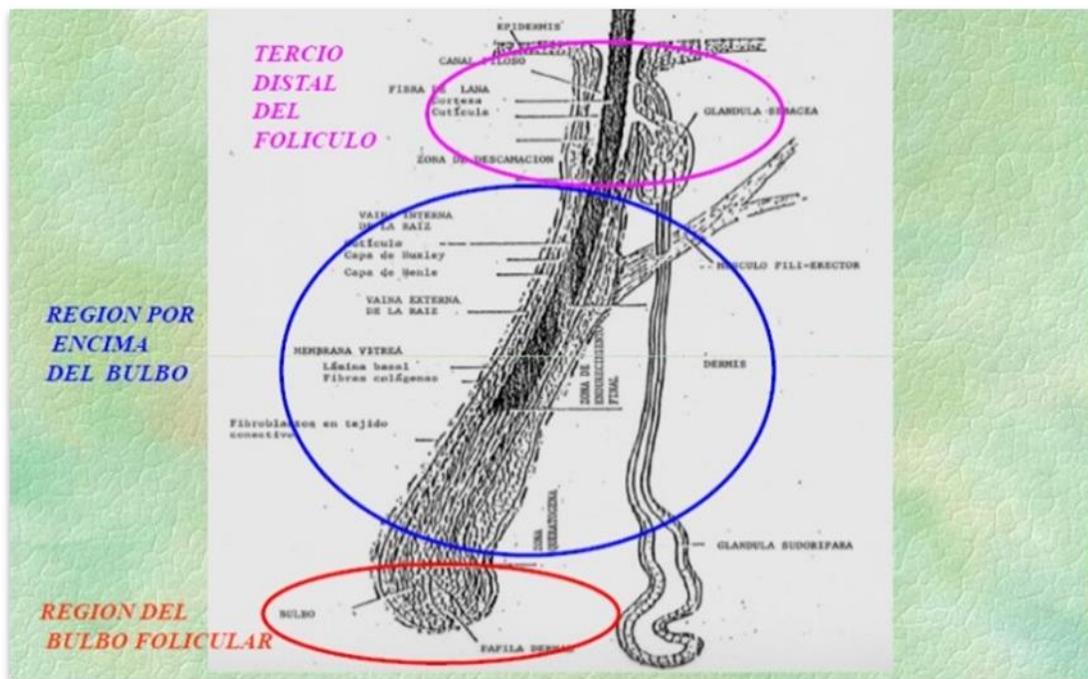


Figura No. 3. Regiones diferenciadas de un folículo primario

Fuente: adaptado de Chapman y Ward (1979).

En sentido perifero-axial y a través de un corte transversal se pueden distinguir las diferentes capas que forman el folículo, estas capas son las siguientes partiendo desde la más exterior y se pueden observar en Figura No. 4:

- vaina externa de la raíz
- vaina interna de la raíz
 - capa de Henle
 - capa de Huxley
 - cutícula de la vaina interna
- fibra de lana
 - cutícula
 - corteza médula (eventualmente)

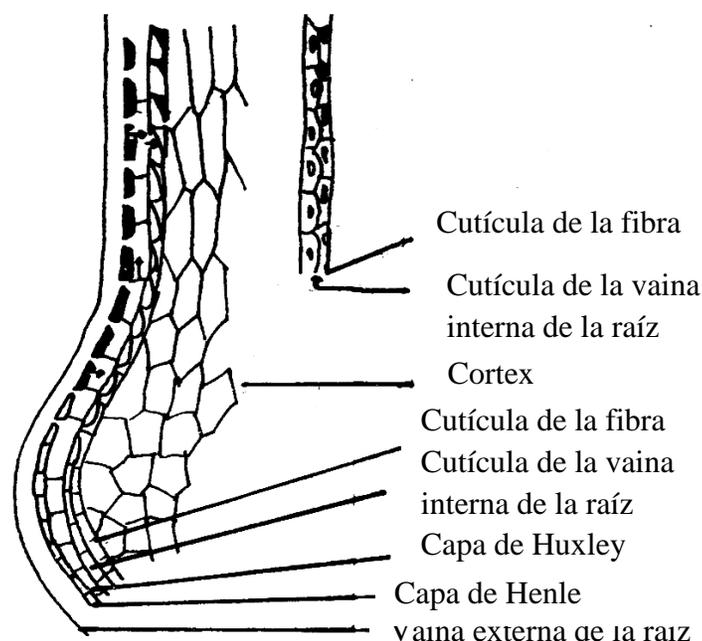


Figura No. 4. Corte transversal del folículo

Fuente: adaptado de Ryder y Stephenson (1968).

2.2.2 Tipos y desarrollo de los folículos

La piel de los lanares contiene dos tipos de folículos, primarios y secundarios. Estos tienen estructuras similares y que se diferencian por los órganos accesorios asociados, momento de iniciación y en el desarrollo fetal de la piel (Black, 1987, ver Anexos No. 1 y No. 2).

Los folículos primarios generalmente son los más grandes y están distribuidos en fila en la piel, en una conformación de tres de ellos por grupo folicular. Los folículos secundarios son más numerosos y están al lado de los primarios. El trío primario con sus folículos secundarios acompañantes constituyen el grupo folicular, el cual es la unidad de producción de lana. Los secundarios al ser de menor diámetro producen fibras más finas que los primarios (Ryder y Stephenson, 1968).

En el lado opuesto a los folículos primarios están los folículos secundarios, que se forman primero en la parte externa del grupo folicular y los folículos secundarios derivados distribuidos en el centro del grupo, hacia los primarios. En la raza Merino Australiano la mayoría de los folículos secundarios que se forman más tarde lo hacen por bifurcación de algunos de los folículos secundarios originales (Hardy y Lyne, 1956).

La forma en la cual los folículos secundarios originales se alejan de los primarios, el número de secundarios originales iniciados en cada grupo y por

consiguiente la forma final del grupo folicular varía en los diferentes biotipos ovinos (Ryder y Stephenson, 1968).

Animales con mayor cantidad de folículos secundarios indica mayor cantidad de folículos secundarios por trío de primarios, por lo que se espera animales más finos por mayor competencia entre folículos (Bonino y Condon, 2003).

La iniciación folicular comienza sobre el cráneo del feto cerca de los cuarenta 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 1988, Pérez Álvarez et al. 1992).

Según Ryder y Stephenson (1968) los cambios sucesivos (después de iniciados) de un folículo primario son,

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, 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, este 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 puede 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, aun no contiene ningún vaso sanguíneo, aunque algunas redes capilares se comienzan a formar 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, citado 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 se 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 solo un lazo alrededor de ella, sin haberse expandido como para llenar el volumen total de la papila.

El patrón de desarrollo de los folículos secundarios es similar al de los primarios, excepto por el hecho de que no se forman ni glándula sudorípara ni el músculo pili-erector. Por lo tanto los folículos secundarios probablemente se desarrollen más rápidamente que los folículos primarios (Ryder y Stephenson, 1968, ver Cuadro No. 1).

Los folículos secundarios tienden a alcanzar largos mayores que los folículos primarios antes de que sus bases comiencen a aplanarse, y los rudimentos de sus glándulas sebáceas no aparecen hasta más tarde. No es hasta el final de la fase 3 que los folículos secundarios derivados aparecen a partir de un secundario original, por debajo de la glándula sebácea. La formación del canal piloso se produce después que en los primarios, y este canal no es inclinado en folículos secundarios (Ryder y Stephenson, 1968).

Los folículos derivados también pasan por las mismas etapas del desarrollo, excepto que se originan a partir de un folículo secundario original y no a partir de la epidermis. La glándula sebácea se desarrolla más tarde en folículos derivados que en

los secundarios originales y el canal piloso, en el cual la fibra del folículo derivado entra, es el canal común para el conjunto de fibras (Ryder y Stephenson, 1968).

Cuadro No. 1. Evolución folicular

	Folículo primario	Folículo secundario
Comienza la formación	40-50 días de gestación	80-90 días de gestación
Comienza la maduración	100-110 días de gestación	120-130 días de gestación
Finaliza la maduración	nacimiento	4 meses llega al máximo y se completa al año de vida

Fuente: Minola y Elissondo (1989).

2.2.3 Irrigación sanguínea de los folículos

Una de las principales funciones del sistema sanguíneo en el cuerpo es el transporte de nutrientes y de otras sustancia tales como las hormonas a los tejidos. En la piel transporta nutrientes a la epidermis nutriendo el folículo productor de lana y sus glándulas. También son importantes ya que contribuyen en la regulación de la temperatura corporal (Ryder y Stephenson, 1968).

El abastecimiento de sangre al folículo consiste en una red de vasos capilares que rodean el tercio inferior del folículo que se extiende hasta el punto donde la fibra está completamente queratinizada y por otro lado, capilares que entran en la papila. De esta forma llegan los nutrientes necesarios para la división celular. 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).

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.

La disposición de nutrientes en cada uno de los tejidos depende de la concentración de nutrientes en sangre y la proporción de circulación de sangre en los tejidos. Ha sido argumentado que la mayor razón por diferencia en relación metabólica entre animales de diferente tamaño es la relación de flujo sanguíneo capilar. El cambio asociado al crecimiento de la lana es asociado con un importante incremento nutricional atribuido a un agrandamiento del número de células del bulbo del folículo, una disminución en el tiempo de compactación y un incremento en el tamaño de las fibras de las células corticales (Black, 1984).

2.2.4 Estructuras accesorias del folículo

Glándula sebácea: se encuentran al costado del folículo y su conducto desemboca en el interior de este. En los folículos primarios es bilobulada y unilobulada y más pequeña en los secundarios. Esta glándula segrega una cera, formada por esteres 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, producto que lubrica la fibra, protegiéndola de los agentes exteriores. 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. El contenido de suarda es un factor importante en la determinación del toque, característica utilizada para determinar la finura del vellón en lanas crusa fina y Merino (Ryder y Stephenson, 1968).

Músculo pili-erector: está formado por pequeñas fibras musculares que se encuentran ubicadas a un lado del folículo, sus extremos están unidos a éstos por un lado y a la epidermis por el otro. En la actualidad no se conoce 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, Pérez Álvarez et al. 1992). Este es el músculo que cuando es contraído, aunque de manera involuntaria en el hombre u otros animales, ocasiona que el pelo se pare de punta, en el ovino esta insertado muy arriba en el folículo para ser utilizado con este propósito eficientemente (Von Bergen, 1963). Ésta y las estructuras antes descritas se pueden apreciar en la Figura No. 5.

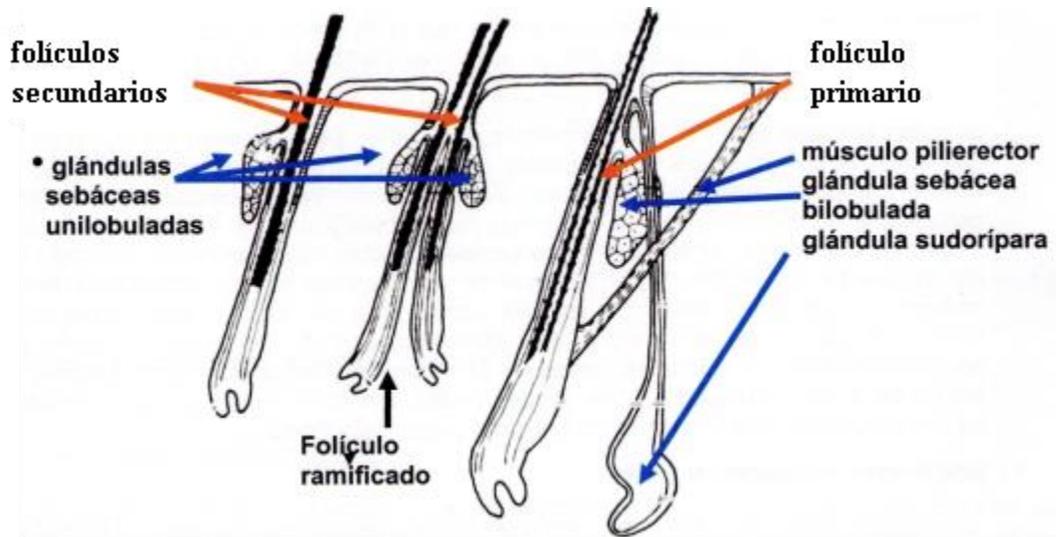


Figura No. 5. Folículos primarios, secundarios y secundarios derivados

Fuente: adaptado de Ryder y Stephenson (1968).

2.3 RELACIONES ENTRE FOLÍCULOS

2.3.1 Grupo folicular

Los folículos productores de lana no aparecen aislados, sino que se ordenan en grupos (Pérez Álvarez et al., 1992).

La población folicular comienza a desarrollarse con los folículos primarios cuando el feto está entre los 35 a 40 días de gestación. Inicialmente los folículos son producidos aisladamente, los que son denominados como primarios centrales por Pérez Álvarez (1987), momento conocido como pre-trío y luego aparecen dos más cerca de cada folículo inicial. Los tres folículos resultantes son conocidos como grupo folicular o “trío” y este período es conocido como fase de desarrollo del trío folicular (Ryder y Stephenson 1968, Moore 1984).

El inicio del grupo lo describen Carter (1943), Hardy y Lyne (1956), en dos etapas: primero comienza una ola de folículos primarios centrales y sigue con una ola de folículos primarios laterales (ver Anexo No. 3).

Su formación se divide en tres períodos bien definidos (Figura No. 6):

- Período pre-trío
- Período trío
- Período post-trío

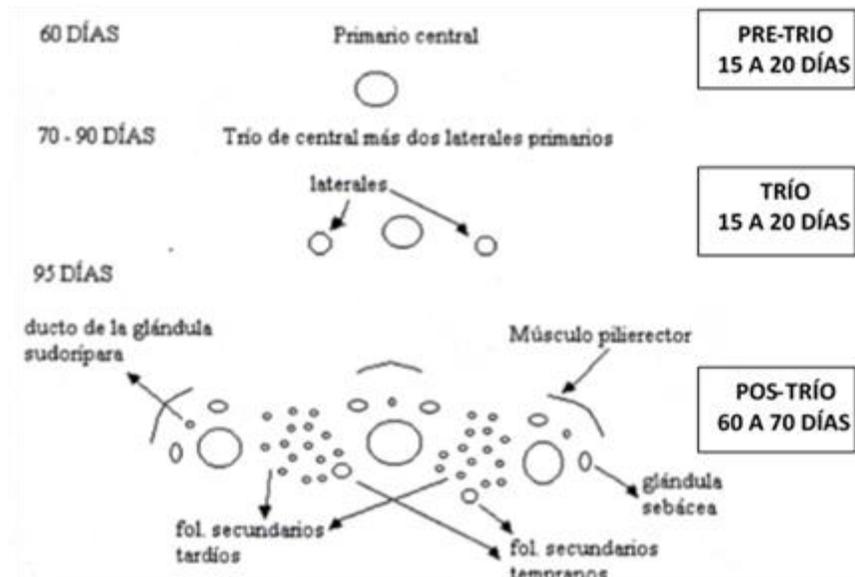


Figura No. 6. Etapas de desarrollo del grupo folicular

Fuente: adaptado de Ryder y Stephenson (1968).

Período pre-trío: la formación del grupo folicular comienza con la iniciación de un folículo primario, aislado de otros folículos primarios, todos destinados a ser miembros fundadores de sus respectivos grupos. Estos son llamados primarios centrales, y se inician aproximadamente entre los 50 a 65 días de preñez. La duración promedio de la fase en cualquier región de la piel es de aproximadamente 15 días (Mendoza Amaral 1968, Pérez Álvarez et al. 1992).

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 "Trio" es de 15 días, hasta ese momento solo los folículos primarios se han desarrollado, no hay presencia de folículos secundarios (Ryder y Stephenson, 1968)

La iniciación de los folículos laterales no siempre es completa, sino que la distribución de los folículos primarios centrales ocasionan una iniciación incompleta de

los folículos laterales en algunas zonas, provocando que se generen parejas de folículos o folículos solitarios en reemplazo del trío folicular esperado (Nagorcka, 1995).

El período trío comienza en el Romney de Nueva Zelanda a los 63 días, y se completa dicho período en todas las regiones del cuerpo en el día 95 de gestación. Carter (1943), Hardy y Lyne (1956) mostraron relaciones similares entre las etapas de desarrollo del grupo folicular en el Merino Australiano, por lo que parece correcto pensar que existe un patrón de desarrollo del trío, que lo hace medianamente constante entre razas.

Período pos-trío: finalmente, 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. Culmina con el establecimiento del "birthcoat" (capa de nacimiento = superficie de la piel al nacimiento) del cordero, más o menos a los 150 días de gestación. Esta etapa que es el período de desarrollo pre natal final del grupo folicular, se distingue por la primera aparición de pequeños folículos entre los miembros central y lateral del trío (folículos secundarios tempranos), y posteriormente se desarrollan otros folículos secundarios entre el trío de folículos primarios y los secundarios formados temprano (Nagorcka, 1995).

Todos los folículos que se desarrollan durante este período son secundarios, ellos consistentemente ocupan posiciones opuestas a aquel lado de grupos trío en los cuales las glándulas sudoríparas se desarrollan. Según Nagorcka (1995), la inserción del músculo pilierector en la epidermis, en la parte posterior del grupo trío, podría prevenir la iniciación de nuevos folículos en esta región.

Los dos principales acontecimientos que se dan durante esta etapa son la iniciación de los folículos secundarios, y el crecimiento y desarrollo de los folículos anteriormente formados hasta la producción de fibra de los mismos. Esto es conocido como la "maduración" (Ryder y Stephenson, 1968).

La maduración de todos los folículos primarios se realiza durante la vida fetal, mientras que los folículos secundarios comienzan a madurar cuando los corderos tienen más o menos una semana de vida y este se continúa por unos pocos meses, a pesar de que la maduración declina lentamente después del primer estallido de actividad que se da al nacimiento (Moule 1962, Mendoza Amaral 1968, Ryder y Stephenson 1968).

Al nacimiento, todos los folículos primarios estarán produciendo fibra, mientras que los secundarios estarán iniciados, aunque no todos estarán produciendo fibra. De hecho, solo entre 25% y 50% de los folículos secundarios estarán produciendo fibra al momento del nacimiento (Pérez Álvarez et al., 1989).

También en el nacimiento, el grupo folicular posee todos los caracteres esenciales del arreglo adulto, nuevos folículos secundarios pueden seguir agregándose al grupo y otros madurarán comenzando a producir fibra. Es de destacar en éste momento, la expansión en el área ocupada por cada grupo folicular, la emergencia bajo

la superficie epidérmica de la fibra producida por folículos secundarios y la sucesiva muda de fibra de folículos primarios. Estos tres procesos ocurren simultáneamente (Moule 1962, Ryder y Stephenson 1968).

No todos los folículos secundarios producen fibra hasta después de los 30 días de vida en la raza Romney y no hasta las 17-18 semanas después del nacimiento en Merino Australiano (Fraser, Schinckel, citados por Ryder y Stephenson, 1968).

Nay (1966), Nay y Hayman (1969), observaron dos órdenes del arreglo de los grupos foliculares en corderos de la raza Merino Australiano seleccionados por alta y baja producción de lana para la unidad anatómica. Un tipo de folículos primarios es ordenado en forma regular a lo largo, y acompañado por muchos folículos secundarios cuando la curvatura folicular es poco considerable. La rotura de la disposición regular se asocia con una extrema curvatura del folículo asociado con un incremento en la "área improductiva de la superficie de la piel" ocasionando la disposición desordenada.

Laxs y Brown, citados por Jackson et al. (1975), establecen que la maduración puede retardarse en la raza Merino hasta edades tan avanzadas como los 16 meses de edad.

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.

A modo de resumen De Gea (2007a) menciona que los folículos primarios, ubicados en la profundidad de la dermis alineados en grupos de tres, formando los tríos, están capacitados para producir los cuatro diferentes tipos de fibra que se pueden encontrar en el vellón, que pueden ser: lana, fibra heterotípica, pelos y kemps. Los folículos secundarios, en cambio, más numerosos y pequeños que los primarios, se encuentran rodeando a éstos últimos y producen únicamente fibra lana. Dichos tríos, 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.

2.3.2 Densidad folicular

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

Moule (1962) le da importancia a la densidad por su incidencia en el peso de vellón y por la capacidad del vellón de resistir la lluvia. Vellones más densos y cerrados evitan de manera más eficiente la entrada de agua que puede causar problemas de podredumbre del vellón, a lo que Mendoza Amaral (1968) agrega que además de

presentar una alta densidad de fibras, el vellón tendrá una cantidad adecuada de suarda para dicho propósito.

Las grandes diferencias en densidad que ocurren entre razas, son bien conocidas; 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 ocurre en la densidad de folículos secundarios (Pérez Álvarez et al., 1992).

La oveja merina tiene una concentración próxima a 60-80 folículos por mm², en comparación con otras razas de lana gruesa que es de 12 a 28 folículos por mm². Este desarrollo de los folículos en la oveja merina da lugar a una elevada densidad del vellón, y una gran uniformidad de las fibras. Estas, se agrupan constituyendo mechales rectangulares cuyas puntas se mantienen unidas por la acción aglutinante de la suarda, formándose un dibujo característico del vellón de aspecto cerrado y compacto (Mendoza Amaral, 1968).

Según Everitt, citado por Bonino y Condon (2003), los corderos hijos de ovejas desnutridas presentan mayor densidad de folículos primarios, suficiente como para compensar la mayor área de piel de corderos bien nutridos.

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 de tamaño del cuerpo, ambos factores son afectados fundamentalmente por la nutrición (Mendoza Amaral, 1968).

Al nacimiento de los corderos están todos los folículos iniciados y todos los folículos primarios maduros, pero hay un cierto número de folículos secundarios inmaduros (secundarios derivados de la 2a. ola de maduración, ver Anexo No. 3).

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

La densidad folicular en animales adultos, es interpretada como un indicador del grado de competencia entre folículos maduros y que por lo tanto determinan parcialmente el diámetro de la fibra (Maddocks y Jackson, 1988).

Aunque no está correlacionada la densidad folicular 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 de raza Merino (Nay y Hayman 1969, Nay 1970).

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, provocando un aumento en la calidad y cantidad de la producción. Animales con alta densidad folicular aparentemente pueden ser identificados mediante la selección de los mismos según buenas características de piel, buen toque y buena definición de rizo. La

selección de animales por alta densidad folicular probablemente resulte en una mejoría en las características que conforman el estilo (Hynd et al., 1996).

2.3.3 Relación folículo secundario/folículo primario (FS/FP)

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

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 con bajas relaciones S/P (Chapman y Ward, citados por Gómez et al., 2004).

Una mayor relación S/P significa un mayor número de folículos secundarios por cada primario, o sea una mayor densidad. En el Cuadro No. 2, se presenta la relación S/P y la densidad folicular y otras características de las razas ovinas productoras de lana de mayor interés.

Existen varios factores que pueden afectar la población de folículos secundarios, siendo la principal la raza; donde la Merino Australiano presenta una relación S/P de aproximadamente 21, Ideal 15, Corriedale 10, Romney Marsh 6, Lincoln 5 (Moule 1962, Mendoza Amaral 1968).

Otro factor determinante desde el punto de vista ambiental es la nutrición, fundamentalmente en el último tercio de gestación y los primeros meses de lactancia sumándose a esto diferentes factores como son el tipo de parto: borregas de primera cría y ovejas con mellizos (Moule, 1962).

En la raza Merino, un gran número de folículos secundarios (secundarios derivados) son iniciados 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 originados en folículos secundarios derivados (Hardy y Lyne, citados por Ryder y Stephenson 1968, Black 1987).

Cuadro No. 2. Características raciales

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

Fuente: Cottle (1989).

2.3.4 Competencia folicular

La cantidad de fibra producida por un folículo individual, es afectada significativamente por el número de folículos que lo rodean, debido a que competirían por los nutrientes y espacio (Fraser y Short, 1960). Animales con mayor número de folículos secundarios presentan mayor número total de fibras, fibras más finas, más cortas y uniformes en largo y diámetro, con similares dimensiones de fibras de folículos primarios y secundarios.

Daly y Carter, citados por Carter y Clarke (1957), establecen que son pocas las diferencias en las dimensiones de las fibras producidas por los folículos primarios y secundarios en los vellones de la raza Merino, ya que, cuando los folículos primarios están produciendo fibra sufren la competencia del gran número de folículos secundarios que se inician y maduran. En cambio en los vellones de la raza Lincoln la fibra de los folículos primarios son más largas y gruesas que las producidas por los folículos secundarios por sufrir menos competencia.

Los folículos secundarios por estar en mayor cantidad y por madurar todos en un intervalo relativamente corto de tiempo, compiten entre sí y producen fibras más finas que los folículos primarios (Fraser y Short, 1960).

Fraser y Short (1960), señalan que la competencia entre los folículos, se presenta sólo en la etapa de maduración folicular. Además afirman que durante el crecimiento de la fibra, el folículo compite por el sustrato para formar fibra y es más eficiente cuanto mayor es el crecimiento de la fibra. Por lo tanto concluyen que el peso de una fibra individual queda determinado por la cantidad de sustrato, la densidad de la población folicular y la eficiencia competitiva del folículo individual.

Estos mismos autores determinaron que la intensidad de competencia será más alta durante la iniciación de la primera ola de folículos primarios, luego caerá y luego

tendrá un segundo máximo durante el pico de iniciación de la segunda ola de folículos secundarios.

En aquellos ovinos con mayor número de folículos secundarios (Merino), se encontró que poseían un mayor número de fibras, que a su vez son más finas, y que el vellón posee una mayor uniformidad en el diámetro de sus fibras ya que las producidas por folículos primarios como las producidas por folículos secundarios son de similares dimensiones. Sucede lo mismo dentro de la raza Merino, donde el Merino fino tiene mayor cantidad de fibras por unidad de área de piel que el Merino fuerte (Mendoza Amaral, 1968).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por los diferentes investigadores sobre esta temática, se puede concluir que es de gran relevancia disponer de los conocimientos sobre la composición de la población folicular ya que determina la estructura del vellón, cantidad y calidad de lana producida por las diferentes razas o líneas dentro de una misma raza, e incluso individualmente.

2.4 LA FIBRA DE LANA

2.4.1 Estructura de las fibras

La lana es una fibra de origen epidérmico que forma la cubierta protectora de los ovinos. Es similar en su origen a otros tejidos como pezuñas, cuernos, pelos, por estar constituida por una proteína insoluble: la queratina (Fernández Abella, 1982).

La fibra de lana está formada por dos capas netamente diferenciadas, la cutícula y la corteza, y en determinado tipo de fibras, puede existir una tercera capa, la médula (Pérez Álvarez et al., 1992, ver Figura No.7).

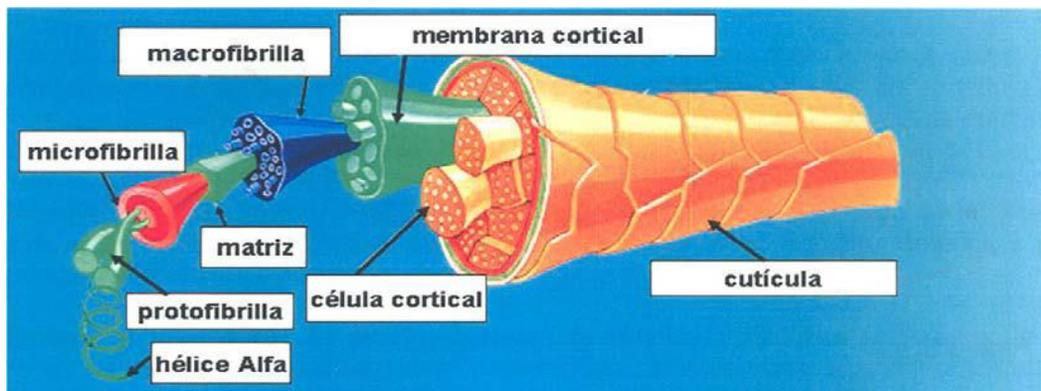


Figura No.7. Estructura de la fibra de lana

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

La cutícula es la capa externa que rodea la fibra, constituyendo el 10% de ésta, está formada por células en forma de escamas, que se superponen unas a otras con una parte libre hacia la punta de la fibra. Estas escamas, que le dan un aspecto aserrado a la fibra, tienen distinta disposición y tamaño según las diferentes razas ovinas (Mendoza Amaral 1968, Pérez Álvarez et al. 1992).

La cutícula es una capa de células aplanadas en forma de escamas que protegen al cortex o corteza de la fibra (Ryder y Stephenson, 1968).

El largo de las escamas es similar en los distintos tipos de fibras de lana, lo que varía es el grado de imbricación; siendo mayor la parte visible de la escama cuanto mayor sea el diámetro de la fibra. En razas de lana fina se encuentran mayor número de escamas que en lanas gruesas (Fernández Abella, 1982).

Cada célula escamosa consta de tres capas: epicutícula, exocutícula y endocutícula. La epicutícula es muy resistente a los agentes químicos e impide la entrada de colorantes durante el proceso del teñido. Esta desaparece durante el lavado y cardado ya que es sensible a los tratamientos mecánicos. La exo y endocutícula son susceptibles a los ataques enzimáticos (Von Bergen 1963, Pérez Álvarez et al. 1992).

La exocutícula constituye más de la mitad de la escama, es más resistente al ataque de reactivos químicos que la endocutícula, pero menos resistente al ataque enzimático, diferencias debidas a un mayor contenido de azufre (Fernández Abella, 1982).

En la corteza, las células corticales cuando son vistas al microscopio son más largas que anchas y además tienen terminaciones en punta las que, en ocasiones, son onduladas. La célula cortical puede variar desde 80-115 micras de largo y de 2-5 micras en el punto más ancho. Existe una pequeña variación en el tamaño de las células corticales entre razas, en Merino están generalmente doblada debido a la alta frecuencia de rizo en la fibra (Ryder y Stephenson, 1968).

La corteza constituye el 90% de la fibra carente de médula. Las células corticales son las responsables de las principales propiedades físicas de la lana. Podemos considerar a la célula cortical como la unidad elástica de la fibra (Mendoza Amaral 1968, Ryder y Stephenson 1968).

Las células corticales se unen transversalmente por medio de puentes intercelulares y longitudinalmente por estructuras fibrilares. Estas estructuras pasan de célula a célula a lo largo de la fibra a través de puentes intercelulares los cuales parecen tener origen en el cemento más que en la célula en sí (Fernández Abella, 1982).

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

- Cristalina
- Amorfa

La estructura cristalina se basa en la reunión de varios haces fibrilares (macrofibrillas) formados por microfibrillas (constituidas por protofibrillas). Cada protofibrilla está formada por 3 cadenas de polipéptidos entrelazados en alfa-hélice (Fernández Abella, 1982). Las alfa-hélices o cuerpos helicoidales, están formadas por la unidad básica de las proteínas, los aminoácidos. En la lana se han individualizado 19 aminoácidos (Pérez Álvarez et al., 1992).

La estructura amorfa consiste en una proteína que une o cementa a las fibrillas y se denomina cemento o matriz (Von Bergen, 1963). Los distintos haces de macro, micro y protofibrillas forman las células corticales. Las macrofibrillas ocupan el 37% del área del córtex, el 63% restante es ocupado por el cemento (Fernández Abella, 1982).

En la sección transversal de la fibra de lana se ven dos partes bien diferenciadas, las cuales tienen distintas propiedades físicas y químicas y que por lo tanto se tiñen diferentes (ver Figura No. 8). En una fibra ondulada el paracortex o paracorteza se encuentra del lado cóncavo, mientras que el ortocortex u ortocorteza se encuentra del lado convexo (Pérez Álvarez et al., 1992).

La ortocorteza es la parte externa del rizo y es la que muestra más afinidad al colorante, mientras que la paracorteza es la parte interna y presenta una menor actividad (Fernández Abella, 1982).

Esta estructura bilateral parecería ser provocada por una distinta velocidad de queratinización de los dos tipos de células que forman la ortocorteza y paracorteza. Durante el mencionado proceso puede suceder que células de la corteza pierdan líquido y queden llenas de aire, ya sea conservando las membranas o no, y formen lo que se conoce como médula. La incidencia de medulación aumenta en las lanas más gruesas, no siendo frecuente en fibras de menos de 35 micras (Pérez Álvarez et al., 1992).



Figura No. 8. Estructura bilateral de la fibra de lana

Fuente: Ryder y Stephenson (1968).

La medulación aumenta en las fibras gruesas, siendo una característica indeseable, ya que desvaloriza la lana (Pascual, s.f.).

Pascual clasifica los diferentes tipos de médulas,

- médula continúa en enrejado: la médula ocupa casi todo el ancho de la fibra. Propia del pelo kemp y de algunas fibras primarias de crecimiento continuo (razas de montaña).
- médula sencilla continua: características de los pelos.
- médula interrumpida: en razas como Romney Marsh o algunas británicas.
- médula fragmentaria: es muy estrecha aparece en algunos segmentos de la fibra.

Las células de la médula pueden romperse completamente durante la queratinización y dejan un canal hueco en el centro de la fibra. Aumenta la reflexión de la luz lo que hace que al teñir estas fibras parezca más clara, lo que hace que se desvalore el paño o hilo producido. Además es áspero al tacto y tiene un peor performance en el proceso que la lana sin fibras meduladas (Mendoza Amaral, 1968).

La complejidad de la composición química de la lana determina la dificultad en describir las secuencias de aminoácidos de las distintas fracciones, impidiendo esto, la obtención de la lana por mecanismos sintéticos (Fernández Abella, 1982). La lana también contiene un 1% de compuestos de esteroides y lípidos, y un muy bajo contenido de minerales y fósforo (Ryder y Stephenson, 1968).

2.4.2 Propiedades físicas de la lana

Los diferentes beneficios que la lana manifiesta como material textil son el resultado de tener una única e inigualable estructura física y química en sus fibras. Habitualmente en el laboratorio se miden algunas propiedades físicas para las fibras de lana, tales como el diámetro, largo, resistencia, color, entre otras, que le dan ciertas características importantes para la comercialización. Del mismo modo, la lana tiene excelentes cualidades en la performance de los procesos industriales y en la calidad de los productos finales (Elvira, 2009).

La fibra de lana tiene características textiles que la convierten en una materia prima inigualable para lograr productos de alta calidad, los que son detallados y explicados por Elvira (2009) como se muestran a continuación:

◆ **Absorción de humedad**

Es una de las mayores ventajas de la fibra de lana para con sus competidoras, debido a que es capaz de absorber hasta un 30% en peso de vapor de agua, sin generar la sensación de estar húmeda. Las moléculas de agua se absorben y quedan alojadas en la propia estructura de la fibra y durante este proceso se libera calor (energía). Por lo tanto en condiciones de frío y humedad una prenda de lana es cálida porque está generando calor, además del resto de sus propiedades particulares de aislamiento térmico. Contrariamente bajo condiciones ambientales cálidas y secas, al perder vapor de agua hacia el ambiente absorbe calor del cuerpo humano y el tejido nos otorga sensación de frescura.

La lana se hincha con la humedad (17,5% en DMF aproximadamente) mientras que el largo aumenta entre 1,2-1,8 % en atmósfera saturada (Mendoza Amaral, 1968).

Los tejidos de lana actúan como amortiguadores sobre las condiciones ambientales. Un ejemplo también son las alfombras de lana y revestimientos de interior y tapicería que, absorben rápidamente la humedad producida por la ocupación humana.

♦ **Mojarse y "erizarse" (repele el agua líquida)**

Aunque la lana absorbe fácilmente el vapor de agua, la lana limpia tiene incluida una capa muy delgada de material ceroso sobre la superficie de la fibra que actúa como un repelente superficial de líquidos. Este comportamiento hidrófobo inhibe también el "erizado" por presencia de agua líquida en la lana, y se mantiene con una cálida apariencia en el tejido.

♦ **Conducción de calor/ aislación térmica**

La habilidad de la lana de "aislar" al usuario del frío es debido al volumen que su rizo imparte a una prenda de lana y que permite atrapar el aire dentro de su estructura. Los vestidos de lana son más abrigados en invierno y más frescos en verano debido a la aislación térmica que ellos proporcionan y sus propiedades de absorción de agua.

♦ **Manchado y limpieza**

Comparado con la mayoría de las otras fibras, la lana tiene una resistencia propia a ensuciarse y, cuando ocurre, es también fácil de limpiar. Los repelentes superficiales al agua de la fibra dan tiempo suficiente para permitir limpiar los derramamientos antes de que ellos causen un manchado permanente. El solapamiento de las escamas de la superficie de la lana entranpan las partículas de la tierra en la parte superior de una alfombra para que esta tierra pueda ser fácilmente removida por limpieza en seco con aspiradora.

♦ **Elongación y resistencia a la rotura**

La lana tiene una buena elasticidad y propiedades de recuperación que contribuyen a su conveniencia en el uso en textiles donde el estiramiento es a menudo un requisito importante. Una fibra de lana puede estirarse por encima de 50% de su longitud original sin deformarse. La elasticidad natural de lana también le permite a un tejido estirado, volver rápidamente a su forma original. Es el caso de la recuperación de las alfombras de lana después de un intenso pisoteo. Por estas razones el tejido de lana se recupera rápidamente de arrugas.

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 (Pérez Álvarez et al., 1992).

♦ **Resistencia a la abrasión**

La lana es moderadamente resistente al rozamiento, y debido a esto tiende a producir bajo nivel de enredos por frotamiento, formando "bolitas". Mezclándola con una proporción de nailon (por lo general un 20%) en una alfombra, aumenta la resistencia a la abrasión y por ende la vida útil de la misma.

♦ **Resistencia al calor e inflamabilidad**

Debido a sus propiedades estructurales y de aislación, la lana ofrece un alto nivel de protección contra el calor y el fuego. Es difícil de encender y también de mantenerse ardiendo. Al contrario de lo observado en la mayoría de las fibras sintéticas, al quemarse no se funde y sus cenizas no se pegan, lo que hace que puedan cepillarse y eliminar rápidamente "la quemadura" sobre una alfombra o tejido de lana.

♦ **Electricidad estática**

Si el contenido de humedad en el aire es bajo se puede producir una alta carga eléctrica durante el procesamiento de la lana y también sobre una prenda de lana en uso. Bajo condiciones de humedad normales la electricidad estática es mucho menos evidente que en productos hechos con fibras sintéticas.

♦ **Afieltrado y encogimiento**

La superficie de fibras de lana está compuesta por escamas solapadas con bordes salientes. Cuando las fibras se mueven unas contra otras, como en un hilado o sobre un tejido (especialmente cuando está húmedo y caluroso), sus escamas pueden enclavarse y dar lugar a un efecto de mayor cohesión y resistencia. Este efecto puede ser una ventaja o una desventaja, dependiendo si el encogimiento y el afieltrado son resultados buscados o no. Este fenómeno único de la lana ha permitido producir especiales efectos de afieltramiento en los acabados de ciertos productos.

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA LANA

La lana es en definitiva la materia prima con la cual se elabora una gama muy variada de productos textiles. Pero la transformación de la misma desde su estado natural hasta su uso final está caracterizada por una serie de eslabones o etapas donde va sufriendo progresivamente modificaciones e intervienen productores, compradores, topistas, hilanderos, confeccionistas, vendedores y consumidores (Cardellino, 1977).

Los productores deberían conocer cuales características de la lana son las que importan desde el punto de vista de su procesamiento textil, a los efectos de su consideración en planes de mejoramiento genético, planes de manejo, sanidad, nutrición entre otros (Cardellino, 1977).

La calidad y el valor de la lana dependerán de los objetivos que se proponga satisfacer, donde se relacionan la genética con el efecto del ambiente y manejo (ver Anexo No. 4). Las principales características de la lana sucia son el resultado de la interacción de estos tres factores (Elvira, 2006)

Los caracteres de calidad a ser tenidos en cuenta en un programa de selección de lana deberían ser las siguientes: peso del vellón, rendimiento al lavado, diámetro promedio de la fibra, variabilidad del diámetro, largo de mecha, resistencia de la mecha, color, resistencia a la compresión, medulación (Ponzoni et al., 1992).

El hecho de contar con datos objetivos de la lana mejora la eficacia del proceso de comercialización y le otorga a los compradores información suficiente para poder predecir con la mayor precisión posible el comportamiento de la fibra en el procesamiento textil, permitiendo una mejor competencia con las fibras sintéticas (Ponzoni et al., 1992).

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

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.

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

2.5.1 Características con mediciones objetivas

2.5.1.1 Peso de vellón

El vellón tal como se esquila contiene polvo, suarda, materias vegetales y otras impurezas que aumentan el peso del mismo (ver Figura No. 9), y si bien generalmente la industria paga por el peso de vellón limpio (retirando todas las impurezas), la correlación genética entre estas dos variables es muy alta (Bigham et al. 1983, Mortimer 1987).

Esta característica define la cantidad de lana producida por cada animal, por lo que es de suma importancia para el productor, no así para la industria. A su vez está correlacionada positivamente con casi todas las características de corporales y de la lana, lo cual es una ventaja desde el punto de vista de la selección genética (Bonino y Condón, 2003).

Bonino y Condon (2003) también expresan que presenta como desventaja la correlación positiva con el diámetro, lo que ha llevado a los investigadores a crear índices de selección con el objetivo de poder seguir progresando favorablemente en ambas (mayor peso vellón y menor diámetro de fibra). Por lo general en función del sistema de producción y lo animales a mejorar se prioriza por una frente a la otra.

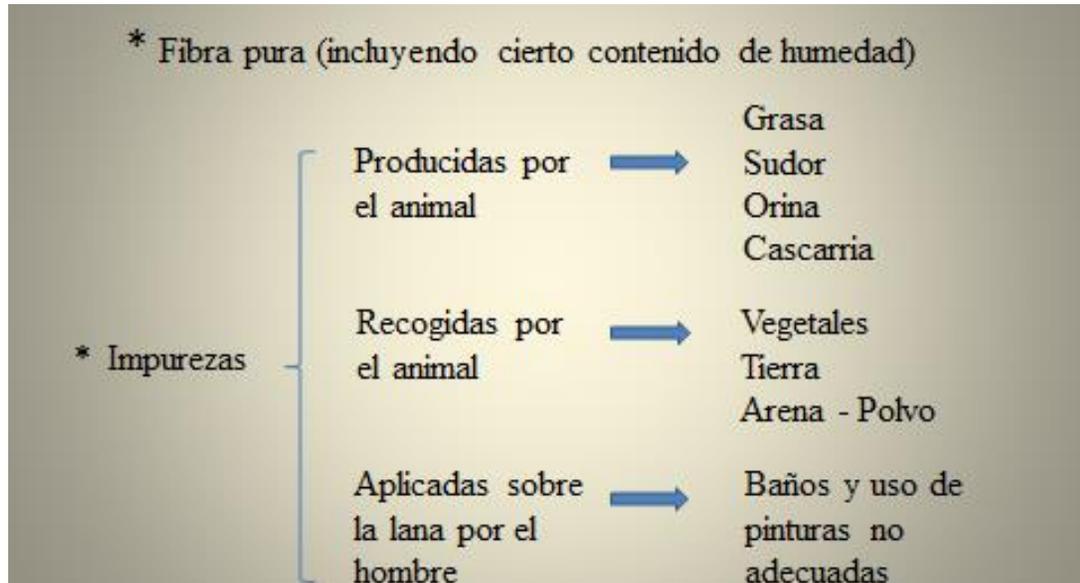


Figura No. 9. Composición de un vellón sucio

Fuente: adaptado de Rodríguez Palma (2014).

2.5.1.2 Diámetro de las fibras

El diámetro es la medida objetiva en micras, de su sección transversal. La finura es el promedio del diámetro de las fibras de la paleta, del costillar y de los cuartos (Minola y Elissondo, 1989).

Es la característica principal, determinante del uso final de las lanas teniendo gran influencia sobre su uso textil (ver Figura No. 10) estableciendo casi exclusivamente sus usos finales. Es por esto que el precio de la lana crece exponencialmente con la disminución finura alcanzando valores extremos en lanas ultra finas (Mueller, 2000).

En las distintas regiones del cuerpo del animal el diámetro no es uniforme. En este sentido, la lana de la paleta es más fina que la del costillar (que se toma generalmente como promedio), mientras que la lana más gruesa aparece en los cuartos. Sin embargo, dentro del vellón, la mayor variación se producirá entre fibras de una misma mecha (debido al tiempo de iniciación de los distintos folículos y a las complejas interacciones entre ellos) y a lo largo de la fibra (atribuido a variaciones en la actividad folicular debido a la nutrición, sanidad, entre otras) que puede significar hasta un 80% en la variación del diámetro en el vellón (Pérez Álvarez et al., 1992).

La variación de diámetro más importante desde el punto de vista del procesamiento textil es la que ocurre a lo largo de la fibra y no entre ellas. Fibras con marcadas variaciones en el diámetro a lo largo de la misma rompen más en el cardado y peinado que aquellas más uniformes, produciendo tops de menor calidad. A pesar de

esto, el promedio del diámetro en tops es mucho más importante para el procesamiento textil que la variación del diámetro (Cardellino 1977, Pérez Álvarez et al. 1992).

Es importante que el diámetro de la fibra se mantenga dentro de un rango estrecho, donde toda la variación del animal sea lo menor posible. A partir de ella se establece el grado de uniformidad del diámetro (Rodríguez Palma y Surraco, 2003).

La principal razón para explicar la gran importancia de esta característica es su influencia sobre el límite de hilabilidad, que define el grosor mínimo de hilado que se puede fabricar (ver Figura No. 10). Considerando que se precisa un mínimo de 40-50 fibras en la sección transversal del hilado para hacer un producto de buena calidad, cuanto más finas sean las fibras, más finos pueden ser los hilados producidos, lo cual representa para la industria textil una mayor flexibilidad y la posibilidad de producir una gama más amplia de productos textiles (Cardellino, 1977).

En el Cuadro No. 3 se puede observar que las fibras individuales pueden explicar entre 60% y 80% de la variabilidad en diámetro de la mecha (Giorello et al., 2006).

Categoría por tipo de lana	Diámetro de fibras (micras)	Razas principales	Uso de la lana
Fina	Hasta 25 μ	Merino, Ideal, cruza finas	Vestimenta, telas livianas de alta calidad. Tejido de punto de alta calidad
Media	25 – 30 μ	Corriedale, Merilin, otras (50% Merino – 50% británicas)	Vestimenta, telas de mediano peso y alta calidad. Tejido de punto a mano y a máquina
Gruesa	30 μ y más	Romney, Coopworth, Lincoln, Border Leicester	Ropa pesada, tapizado y alfombras. Tejido grueso de punto. Cortinas
Muy gruesa y medulada	40 μ	Drysdale, Scottish Blackface	Alfombras, tapicería, rellenos y mueblería

Figura No. 10. Usos finales según diámetro de las fibras

Fuente: adaptado de Ponzoni et al. (1992).

Cuadro No. 3. Componentes de la variación del diámetro de las fibras

FUENTES DE VARIACIÓN	% DEL TOTAL
Entre zonas del animal	4
En la misma mecha	80
Entre fibras	64
A lo largo de una fibra	16
Entre distintos animales	16

Fuente: Whiteley (1972).

Giorello et al. (2006) citan a modo de ejemplo coeficientes de variación para la raza Merino que se ubican entre 19% y 25%. Fibras con mayor variación 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.

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 es causa de vellones débiles que pueden contener fibras menores a 10 micras (generalmente “cortan” en el proceso industrial cuando llegan a esta finura) muchas veces debido a un aumento de la temperatura corporal (Minola y Elisondo, 1989).

Lanas finas se destinan a vestimenta mientras lanas gruesas se destinan a tejidos más pesados, tapizados, alfombras, entre otras (Mueller, 2000, ver Anexo No. 5).

El diámetro medio de las fibras ha sido estimado tradicionalmente por el número de rizos/pulgada. En general las diferencias entre los diámetros estimados en base a finura visual y los diámetros medidos objetivamente, son mayores en razas de lana fina, sistemas de producción y/o años que impliquen cambios importantes en el ambiente, animales jóvenes (borregos/as) y cuando se consideran lotes de distinta procedencia e igual raza (Bianchi, 1996).

La determinación del diámetro se puede realizar a través de distintos métodos objetivos, como,

- ♦ equipo lanámetro o microscopio de proyección: se utiliza un microscopio de proyección con el que se mide fibra por fibra; aplicando una fórmula estadística, se puede establecer el valor del diámetro medio de fibra, su variabilidad y el porcentaje de fibras meduladas.

- ◆ equipo ultrasonic tester: es un método de ultrasonido, el instrumento registra la atenuación que muestra la lana cardada y lavada, de peso conocido, a la señal de ultrasonido realizándose la lectura en milivoltios, obteniéndose el diámetro medio en micras.
- ◆ 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, con el haz de luz de un rayo láser liberado por un dispositivo que convierte dicha 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.
- ◆ OFDA (Optical Fibre Diameter Analisis): determina el diámetro promedio de las fibras mediante lectura óptica. El OFDA 2000 permite obtener los siguientes resultados:
 - Diámetro promedio de fibras
 - Coeficiente de variación del diámetro
 - Porcentaje de fibras con menos de 30 micras
 - Porcentaje de fibras con menos de 15 micras
 - Curvatura y desvío estándar
 - Perfil de diámetro a lo largo de la mecha
 - Largo de la mecha
 - Posición de los puntos más finos y más gruesos a lo largo de la mecha
 - Diámetro promedio en los extremos 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 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 poder obtener un perfil de finura a lo largo de la mecha (OFDA, s.f.).

Es importante conocer la calibración y precisión de cada método para que las medidas sean lo más objetivas posibles, evitando errores metodológicos y consiguiendo las muestras más representativas. En el Cuadro No. 4 se muestran estas comparaciones.

Cuadro No. 4. Comparación de valores de precisión para Microproyección, Airflow, OFDA y Laserscan

EQUIPO	PRECISIÓN (LÍMITES DE CONFIANZA AL 95%)	
	20 μ	35 μ
Microproyección	+/- 0,87 μ	+/- 1,07 μ
Airflow	+/- 0,45 μ	+/- 0,80 μ
OFDA	+/- 0,36 μ	+/- 0,67 μ
Laserscan	+/- 0,32 μ	+/- 0,70 μ

Fuente: Sacchero (2005).

2.5.1.3 Largo de mecha

Es la segunda característica en orden de importancia, luego del diámetro, representando 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 y Trifoglio, 2005).

El largo de mecha es la variable más importante en determinar el largo de fibra en el top, el cual afecta tanto la hilatura como la calidad del hilado (Whiteley, 2003).

Diámetro y largo están relacionados, ya que a menor finura menor será el largo de mecha. Debido a 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).

Las lanas de mayor longitud (habitualmente se considera 7cm 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 y Trifoglio, 2005).

Lanas más cortas son hiladas bajo el sistema de cardado, donde no se puede lograr un paralelismo total, y el hilo obtenido presenta una superficie con puntas. Esto se debe a que las fibras cortas no son eliminadas, y presentan una disposición irregular en el hilado (Cardellino y Trifoglio, 2005).

Durante el proceso textil, la mecha tal cual se observa en el animal o en el vellón esquilado se desintegra. De modo que el largo de mecha como tal no interesa, salvo por su utilidad para predecir el largo de las fibras de lana. En contraste con el

diámetro medio, el largo de fibra promedio cambia continuamente durante el procesamiento (en promedio el 40% de las fibras se rompe durante el cardado). El largo que realmente interesa solo puede observarse después de que estos procesos han ocurrido (Bianchi, 1996).

2.5.1.4 Resistencia a la tracción

Desde el punto de vista textil, interesa que la lana sea lo más resistente posible a la tracción. Dado que es sometida a grandes fuerzas de tensión durante el cardado y el peinado jugando un papel importante en todos los sistemas de procesado, afectando el *haute* (largo promedio de fibra en el top) y el largo después del cardado (adaptado Ponzoni et al., 1992).

El afinamiento del diámetro de la fibra en un punto a lo largo de la fibra es responsable por la disminución de la resistencia de la mecha (Ponzoni et al., 1992).

Según Rodríguez Palma y Surraco (2003) las roturas se relacionan con la región de menor diámetro de la fibra o zonas de estrés generadas por el efecto de factores nutricionales, ambientales, sanitarios, entre otras. La resistencia a la rotura que presenta una mecha al ser estirada influye sobre:

- ◆ el largo promedio de fibra en el top
- ◆ el monto de pérdidas de fibras en las cardas
- ◆ la proporción de noils (porción menor en fibras que cortan)
- ◆ el rendimiento en la elaboración del top (tear).

Además de la resistencia de la fibra per se, también interesa la posición de la rotura a lo largo de la misma. 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 1977, Ponzoni et al. 1992).

La resistencia a la tracción se mide en Newtons/kilotex, donde el Newton (N) es una unidad de fuerza o carga y kilotex es la densidad lineal de una mecha o un sliver (gr/cm). Los valores para esta medida pueden variar desde niveles muy bajos hasta 90 N/ktex, lanas con valores mayores a 50 N/ktex son consideradas muy resistentes, entre 50 y 30 N/Ktex resistentes, lanas con valores menores a 30 N/ktex son consideradas débiles y aquellas con menos de 15 N/ktex son quebradizas (Sacchero, 2005).

2.5.1.5 Color

El color de la lana sucia no es un buen indicador del color final de las mismas, el que interesa es el que presenta la lana luego que ha sido lavada, una vez eliminados la suarda, el polvo, entre otras (Pérez Álvarez et al., 1992).

El color de la lana limpia puede limitar su potencial de tintura. La lana debe ser brillante y blanca para poder ser teñida de colores claros. Sin embargo la mayor

parte de la lana es comercializada y evaluada por color en el estado sucio (Ponzoni et al., 1992).

Es una característica difícil de predecir en la lana sucia, dado que es una combinación de efectos. Está influenciada por las impurezas tales como la suarda, suciedad, materia vegetal y distintas enfermedades (Rodríguez Palma y Surraco, 2003).

La industria textil está interesada en que el color de la lana limpia sea lo más blanco posible, pues ello permite el teñido con una gama de colores mucho más amplia, particularmente los colores claros. Lanas amarillentas tienen más limitados los colores con los cuales pueden ser teñidas, casi exclusivamente con colores oscuros (Cardellino, 1977).

Dos tipos de problemas pueden registrarse con el color de la lana; uno vinculado a la presencia de fibras coloreadas y otro relacionado al amarillamiento (Bianchi, 1997).

Según Cardellino (1995) las coloraciones más comunes son las amarillas (producidas por causas bacterianas y/o ambientales como heces, orina, manchas de pintura, específicos veterinarios no adecuados, contaminación durante la esquila, entre otras) y las negras o marrones provenientes de carácter genético. Estas últimas pueden aparecer como fibras aisladas o en lunares y constituyen un carácter indeseable que se debe erradicar, refugando los animales que lo presentan. La presencia de fibras pigmentadas es uno de los factores que contribuyen a la depreciación de las lanas uruguayas en el mercado internacional (Pérez Álvarez et al., 1992).

Fibras oscuras (coloreadas) en la lana blanca pueden causar problemas a quienes la procesan, restringiendo su competitividad con las fibras sintéticas y afectando su demanda (Bianchi, 1997).

Los factores que afectan el color se pueden agrupar como genéticos, dentro de los que se encuentran la raza, la susceptibilidad al amarillamiento, la arquitectura del vellón y la relación con el diámetro, y los no genéticos que pueden ser ambientales (suelo, humedad, luz y temperatura) o de manejo (Cardellino y Trifoglio, 2005).

El color se mide objetivamente mediante un instrumento llamado colorímetro (ver Anexo No.5), el cual otorga los valores de amarillamiento y luminosidad.

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). Los colores amarillos son un problema frecuente en países húmedos particularmente si son también calientes (Burns, citado por Giorello et al., 2006).

Este sería un problema en casos particulares como el de nuestro país (ver Cuadro No. 5). Otro punto importante es la luminosidad indicada como Y (siendo los valores mayores los de lanas más luminosas).

Cuadro No. 5. Valores prom. de amarillamiento y luminosidad en razas de ROU

¿Razas	Y-Z promedio	Y promedio
Merino 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).

2.5.1.6 Rendimiento al lavado

Es el cociente entre el peso de la lana lavada, secada y acondicionada y el peso de la lana sucia multiplicado por cien (Daza, citado por Sanjurjo, 2005). Como regla general el rendimiento aumenta con el diámetro de la lana 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).

Animales que presentan menor diámetro presentan también menor rendimiento al lavado explicado por una mayor producción de suarda (Mendoza Amaral 1968, Pérez Álvarez et al. 1992, Sanjurjo 2005, ver Cuadro No. 6).

Sanjurjo (2005) cita a Daza, quien expresa que se ha comprobado que los vellones de los machos, de las ovejas vacías y de las ovejas adultas acusan rendimientos al lavado algo menores que animales más jóvenes; parece que los machos y las ovejas vacías tienen mayor actividad fisiológica glandular de la piel produciendo más suarda.

El rendimiento al lavado de la lana sucia es importante en la fijación del precio, ya que la materia prima para la industria es la fibra limpia, pero no constituye una característica que de por sí sea importante en el procesamiento textil (Cardellino y Trifoglio, 2005).

Cuadro No. 6. Rendimiento al lavado promedio para diferentes razas en Uruguay

Razas	Rendimiento al lavado (%)
Merino Australiano	70 -72
Ideal	70 – 76
Corriedale	68 – 72
Romney Marsh	76
Lincoln	70 – 72
Merilín	68 – 72

Fuente: Pérez Álvarez et al. (1989).

2.5.1.7 Factor de confort

La tendencia actual de los consumidores es al uso de prendas de lanas más livianas y suaves. El menor diámetro y su uniformidad ha adquirido importancia últimamente a raíz de la constatación de que el efecto de picazón (cuando se usan prendas de lana sobre la piel) se debe principalmente a la presencia de fibras con diámetro de más de 30 μ en una proporción mayor del 5% (Whiteley, 1994).

Continuando con las investigaciones sobre el factor de confort, Sacchero (2005) demostró que no solo una excesiva cantidad de fibras con DMF mayor a 30 micras era importante, sino que también cobra un papel muy importante el diámetro de los extremos de las mismas. Esto se debe a que fibras de mayor diámetro son menos flexibles y por ende cuando entran en contacto con la piel generan un efecto de picazón.

Bianchi (1997) demostró que las prendas confeccionadas con lanas de 19 micras o menos son adecuadas para utilizarlas contra la piel y que aquellas realizadas con lana de 22 micras o más tienen una alta probabilidad de generar picazón sobre el cuerpo (ver Cuadro No. 7).

Cuadro No. 7. Datos sobre lotes Merino con baja distribución del diámetro de fibra

Diámetro medio (micras)	% de lotes para la venta con menos del 5% de fibras mayores a 30 micras
19	99,99
20	97,4
20,5	88,1
22	7,1
24	0

Fuente: Phillips, citado por Whiteley (1994).

Este factor también influye sobre las propiedades de los tejidos. Hay características como flexibilidad, suavidad, irritación para la piel, resistencia a la abrasión y formación de pelusas que están relacionadas directa e indirectamente con el diámetro promedio (Rodríguez Palma y Surraco, 2003).

2.5.2 Características con mediciones subjetivas

2.5.2.1 Toque

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 (Cardellino 1977, Pérez Álvarez et al. 1992).

Se comprobó que la suavidad o tacto aumenta en la medida que disminuye la resistencia a la compresión (Postle y Mahar, citados por Elvira, 2006).

No es una característica importante para un plan de mejoramiento pero es utilizada hoy en día por los criadores de Merino Australiano en la selección de animales

(en forma subjetiva) por su asociación con el diámetro (Rodríguez Palma y Surraco, 2003).

2.5.2.2 Estilo

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, etc. 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).

Los grados de estilo se utilizan en el sistema de comercialización de la lana australiana como ayuda a la descripción del potencial de procesado de la lana virgen (fabricación de tops). El estilo tiene influencia sobre el precio de la lana pero es menos importante que otros rasgos, como por ejemplo el diámetro de fibra (Ponzoni et al., 1992).

En el Proyecto Merino Fino de Australia se midió tanto subjetivamente como objetivamente con un analizador de imágenes desarrollado por el CSIRO. Los datos de investigación demostraron que aun ignorando los componentes de estilo como criterios de selección, los programas basados en la selección de peso de vellón y diámetro medio de las fibras producían una mejora en el estilo (Whiteley, 2003).

2.5.2.3 Carácter

El carácter, apreciado en la lana sucia, normalmente se refiere al grado de definición del rizo en la mecha, a su uniformidad y a la formación de la mecha. Sin embargo, el rizo de la mecha es destruido durante el procesamiento y por sí mismo no es de valor para el industrial (Cardellino 1977, Pérez Álvarez et al. 1992).

Particularmente, un nivel razonable de rizo en las fibras tiene importancia para algunos tipos de productos donde se requiere voluminosidad (bulk), por ejemplo, en tejidos de punto (Cardellino 1977, Pérez Álvarez et al. 1992).

Las evidencias sugieren que el carácter no es una característica que reviste gran importancia textil, y en aquellos casos especiales donde el rizo de la fibra tiene cierta importancia, el carácter no es un buen estimador del mismo y probablemente otras formas de medirlo sean más efectivas (Cardellino, 1977).

2.5.2.4 Finura

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 y Trifoglio, 2005).

2.6 FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE LA LANA

Los factores que afectan la producción de lana se pueden clasificar en externos (son aquellos que afectan sobre toda la majada) e internos (los que afectan en un grupo determinado de animales o solo sobre animales aislados, Turner, 1969).

En el proceso de producción de lana interactúan diferentes factores genéticos y ambientales actuando independientemente o interactuando entre sí, determinando la cantidad de lana producida por animal para determinadas condiciones (Rodríguez Meléndez, 1988b).

2.6.1 Factores genéticos

Schinckel (1960) sugirió que la principal causa en la diferencia de producción de lana entre ovejas es la diferente tasa de conversión de alimento a lana en cada animal. Las ovejas difieren en la eficiencia de conversión de alimento en el material bruto utilizado en la síntesis de fibra y/o también en la eficiencia de los folículos en convertir este material en queratina para la fibra.

Las causas fundamentales de las diferencias en producción de lana entre los distintos individuos de una majada están dadas principalmente por el tamaño corporal, superficie productora de lana, número potencial de folículos de lana por unidad de superficie de piel, su profundidad y curvatura. A su vez, la misma depende de la cantidad de aminoácidos destinados a la síntesis de fibra, cantidad de energía, irrigación sanguínea y concentraciones hormonales a nivel de las papilas bulbar, capacidad del folículo para responder a los diferentes niveles hormonales y nutritivos, habilidad folicular para la utilización de aminoácidos absorbidos, número y tamaño de las células del bulbo folicular, la tasa de recambio y la proporción de células producidas que pasan a integrar la fibra y su tamaño (adaptado de Rodríguez Palma, 1996).

2.6.2 Factores ambientales internos

2.6.2.1 Sexo

Los machos producen más lana que las hembras, esto se debe a que, por acción de la testosterona alcanzan mayor tamaño corporal. Por eso los carneros producen más que los capones gracias a la acción de dicha hormona proporcionándoles mayor eficiencia de conversión del alimento en lana.

En términos de producción de lana existe el siguiente ranking relativo: carneros>capones>ovejas secas>ovejas preñadas. Los factores involucrados en dicho variabilidad depende de: diferencias en el alimento consumido y en el tamaño corporal, efectos hormonales, eficiencia de conversión y mayor población folicular largo de mecha y diámetro de fibra por parte de los carneros (adaptado de Rodríguez Palma, 1996).

Los capones poseen una producción 10% mayor que las ovejas, a los 16-18 meses de edad, mientras que la diferencia encontrada entre carneros y ovejas puede llegar hasta valores cercanos al 20% (Turner, 1962).

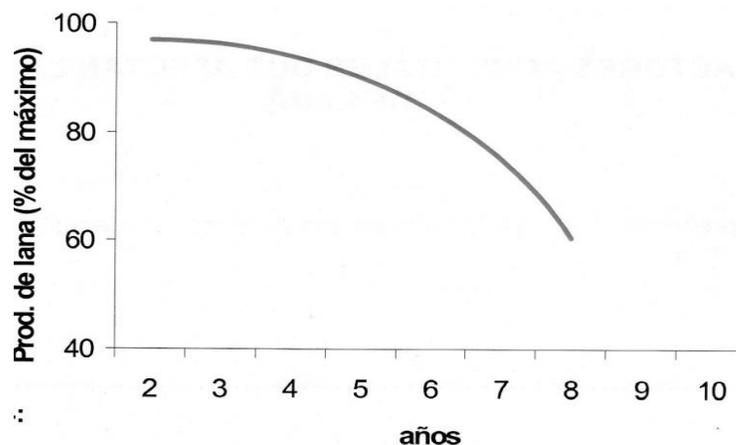
2.6.2.2 Edad

En nuestro país, llevando registros durante diez años en raza Corriedale, se encontró que la edad influyó sobre el peso del vellón sucio, siendo el pico de mayor producción alrededor de los tres años de edad (Kremer, 1983).

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, declinando posteriormente, viéndose también alteradas varias características del vellón (Brown et al., citados por Corbett, 1979).

En trabajos con varias razas de ovejas en Canadá encontraron que el pico de producción de lana se daba a los 3 a 4 años de edad y luego declinaba (Mullaney et al., 1969).

Como se puede observar en la Gráfica No. 1, la máxima producción de lana se registra entre los 2-3 años de vida del animal, declinando luego entre un 2-4% por año (Turner y Dolling, 1965).



Gráfica No. 1. Máxima producción de lana

Fuente: Turner y Dolling (1965).

La reducción en la cantidad de lana producida a consecuencia de la edad de los animales es inevitable, pero es importante en la discusión de la estructura óptima de edades que debe tener una majada. En el comportamiento reproductivo de la majada se mantienen ovejas hasta los 7 años de edad y aún más lo que ocasiona inconvenientes como: disminución de la producción de lana por cabeza de la majada y disminución del progreso genético anual debido a un aumento del intervalo generacional (Turner y Dolling 1965, Pérez Álvarez et al. 1992).

Brown et al. (1966), sugieren que la disminución en la producción de lana es debida entre un 20-30% a un menor número de folículos produciendo fibra por unidad de superficie, y el restante 70-80% se debe a la reducción en el volumen de fibra.

2.6.2.3 Efecto materno

Se ha observado que los animales hijos de borregas, y los nacidos como mellizos, producen como adultos entre 5-10% menos de lana por cabeza que los nacidos únicos como progenie de ovejas adultas. La diferencia se debe principalmente al menor número de folículos presentes en los hijos de borregas y a los nacidos mellizos; el total de folículos era menor por una deficiencia de folículos secundarios; no hay diferencias en cuanto al número de primarios (Turner, 1961).

Los animales nacidos como mellizos tuvieron menor peso de vellón (1,4%) que los nacidos como únicos. Esta pequeña diferencia relativa en producción de lana tendía a decrecer con la edad de los animales hasta 5 o 6 años de edad (González et al., citados por Bordaberry et al., 1995).

Trabajando con animales machos y hembras, nacidos de partos únicos y mellizos se encontró que el número de folículos por milímetro cuadrado para machos y hembras, es mayor para aquellos nacidos únicos que para los nacidos mellizos, y mayor en hembras que en machos. La relación S/P mostró diferencias para los machos pero no para las hembras. Para 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).

Gambeta et al. (1994) concluyeron que la población folicular no se vio afectada en forma permanente por el nivel nutritivo pre-destete y tipo de nacimiento, determinando únicamente un retraso en la maduración de los folículos secundarios, los cuales al año de edad estaban todos maduros.

2.6.2.4 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, tienen preferencia 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 esta a su vez 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).

Brown et al. (1966), 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.

Luego de culminada la lactancia, dependiendo del estado en que se encuentren las ovejas comienzan a recuperar el nivel productivo, debido a una nueva funcionalidad de los folículos y a un mayor largo y diámetro de lana producida; no teniendo efectos

permanentes, aunque las ovejas que están con mejor nivel nutritivo, se recuperan más rápidamente (Corbett 1979, Rodríguez Meléndez 1985).

Mientras que las restricciones alimenticias entre el nacimiento y el destete pueden afectar la producción de lana del animal, la sub-nutrición post-destete puede ser tolerada aún en los casos extremos, si a esos animales se les brinda posteriormente una buena alimentación (Williams, 1982).

2.6.3 Factores ambientales externos

2.6.3.1 Nutrición

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 postnatal temprana, 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 sub-nutrición en ese momento no solo 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 (Schinckel y Short, 1961).

La mayoría de los factores que afectan la tasa de crecimiento de la lana están determinados genéticamente, pero la variación en su crecimiento está estrechamente relacionada al suministro de nutrientes al folículo. El mayor efecto de la nutrición probablemente sea sobre la tasa de división de las células del bulbo y sobre el tamaño final de las células del bulbo y de la corteza (Black, 1988).

El crecimiento de lana, en condiciones de consumos fluctuantes, tiene una relación lineal con el consumo, con una intercepta positiva que muestra que los ovinos a niveles de consumo bajo, son más eficientes para producir lana por unidad de alimento, que cuando son alimentados a altos niveles de la misma dieta. Esta respuesta no proporcional, lleva a que en base a movilización de reservas corporales se logra una eficiencia mayor a niveles de consumo bajo mantenimiento, siendo importante que el animal acumule reservas corporales en determinadas épocas del año para movilizarlas en época de escasez (Rodríguez Meléndez, 1988a).

2.6.3.2 Clima

- Efecto del fotoperíodo

La oveja es un animal poliéstrico estacional de día corto, es decir, comienza a manifestar celo cuando los días se acortan y se hace receptiva al macho (Folch, 1991). El fotoperíodo (relación luz-oscuridad) estimula el complejo hipotálamo-hipófisis que inicia la actividad sexual cíclica (Karsch et al., 1984).

En los reproductores, la influencia del fotoperíodo no es tan marcada como en la oveja; pero se ha comprobado científicamente que durante los días largos de primavera y verano la producción de semen es inferior tanto en calidad como en cantidad (Ortavant et al., 1985).

El clima tiene un efecto indirecto sobre la producción de lana, a través de su incidencia en la cantidad y calidad de forraje producido (Pérez Álvarez et al., 1992).

Las distintas razas presentan diferentes respuestas al fotoperíodo. En este sentido, las razas de origen británico (lana larga) evolucionaron bajo un clima con estaciones bien marcadas, el merino (origen mediterráneo) evolucionó en un clima con escasas diferencias estacionales y fue seleccionado por producción de lana sin pelechamiento. La eficiencia de conversión del alimento en lana, juega un rol importante en la producción (adaptado de Rodríguez Palma, 1996).

Se ha observado que a lo largo del año existe variabilidad en el crecimiento de la lana, provocado por diversos factores, como ser el nivel nutritivo combinado con los efectos del fotoperíodo, temperatura, estrés y sanidad (Turner y Dolling, 1965).

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 (Minola y Goyenechea, 1975).

- Efecto de la temperatura

Las altas temperaturas durante la época de encarnerada producen un efecto negativo sobre la estación sexual y gestación. Con respecto a la primera, Dutt y Bush, citados por Azzarini y Ponzoni (1971) demostraron que ovejas mantenidas a 7°C entraron en celo 50 días antes con igual índice de fertilidad que ovejas mantenidas a 32°C. A su vez Hafez (1964), Smith y Chaneet (1966) han comprobado que el aumento de temperatura (de 35°C a 42°C) durante diferentes momentos de la preñez inducía un mayor índice de mortalidad embrionaria.

En cuanto a los machos, las altas temperaturas generan un efecto negativo mucho mayor que en la hembra, ya que la espermatogénesis se debe generar en un ambiente de 3-4 °C más bajo que la temperatura rectal del animal (Waites y Moule 1961, Fowler 1968). A su vez, el deseo sexual también se ve disminuido debido a la incomodidad provocada por el calor (Lindsay, 1969).

2.6.3.3 Sanidad

Parece innecesario destacar la importancia de este factor en la producción ovina y por lo tanto en la producción de lana. 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).

Las infestaciones por parásitos internos tanto gastrointestinales como pulmonares, pueden reducir el crecimiento de lana, particularmente en ovinos que soportan la primera infestación previa al desarrollo de resistencia (corderos destetados) y también en ovejas pariendo. Este es un factor directamente afectado por el clima, sugiriendo que disminuyendo la carga parasitaria se incrementa el crecimiento de lana por mayor tasa de consumo (Bonino y Condon, 2003).

Con respecto a las influencias de los parásitos externos sobre la producción de lana, las ovejas sufren fiebre, anorexia y estrés, el cual puede producir el rompimiento del vellón y por algún tiempo padecer estas severas causas (Donald, Barton y Brimblecombe, citados por Bonino y Condon, 2003).

2.6.3.4 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).

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.

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).

Las ventajas que se han evidenciado al esquilar con menos de un año de crecimiento se refieren a mejoras en el color y a la reducción de capachos. 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).

El cambio de época de esquila, especialmente en relación con el estado fisiológico de los animales, origina también ventajas de importancia. La esquila preparto naturalmente hará que los períodos de lactancia y gestación avanzada queden en los extremos de la mecha con los consiguientes beneficios. En resumen la esquila preparto mejora la calidad de la lana, reduce la proporción de categorías inferiores de lana y mejora la performance textil al dar un top más largo y menos noils (Story y Ross, Story, citados por Gómez et al., 2004).

2.7 ÉPOCA DE ENCARNERADA

La correcta elección de la época de encarnerada es una de las variables más trascendentes que definen la rentabilidad del rubro a nivel predial. Para lograr un manejo eficiente de la majada no solo se debe conocer la evolución económica de los

precios a lo largo del año, sino que también se debe estudiar la fisiología reproductiva de la raza que se utilice.

Según Bianchi (1994) la mejor época de encarnada para la majada nacional es una problemática muy polemizada y que no admite una única respuesta para las distintas regiones y distintos tipos de pasturas. Varios factores deben ser tenidos en cuenta: desde los objetivos de producción fijados, la raza, variaciones estacionales en fertilidad y prolificidad, condiciones climáticas durante la gestación y en especial durante la parición, al igual que realizar un cuidadoso ajuste entre requerimientos nutricionales de la oveja y la distribución de forraje en cantidad y calidad.

Los ovinos adquirieron genéticamente una estacionalidad de parición en primavera, ya que coincide con la máxima oferta de forraje y temperaturas adecuadas para la lactación y desarrollo de sus crías. Específicamente la raza Merino Australiano (raza mediterránea, mejorada en Australia a principios del siglo XIX) presenta una estación de cría (manifiesta celo) de septiembre a julio.

En cuanto a la producción de lana, trabajos realizados en el SUL (Azzarini et al. 1977, Azzarini 1984) y Facultad de Agronomía (Azzarini y Ponzoni 1973, Calleri y Fernandez 1983, Correa y Vergnes 1988, Medeiros y Lasaga 1998), demostraron que no se registran diferencias en el peso de vellón sucio de las ovejas por efecto del cambio en la época de encarnada. La calidad de la lana, evaluada subjetivamente, fue superior en las ovejas encarnadas tarde en el otoño, en relación a las encarnadas temprano en la misma estación y sobre campos de arena. En tanto que en campos de Basalto, resultó ser superior la calidad de la lana de las ovejas encarnadas en primavera, en relación a las encarnadas en marzo-abril. Por otra parte resalta que la velocidad de crecimiento en el período nacimiento-destete fue siempre superior en los corderos nacidos de agosto en adelante, en relación a los nacidos en abril-mayo, según Azzarini et al. (1977) realizando ensayos en predios de productores sobre Basalto y Cristalino.

Azzarini et al. (1977), Ferronato y Pires (1978) no encontraron diferencias significativas en el PVS (peso de vellón sucio) entre dos épocas de parición, primavera vs. otoño.

Ferronato y Pires (1978) en un ensayo con ovejas Ideal, señalan que la ocurrencia de la gestación y parición en el período otoñal con la lactación en el invierno, provocarían una disminución en el ritmo de crecimiento de la lana, afectando particularmente el largo de la mecha. Por su parte cuando la gestación se da en invierno con parición y lactación en primavera, el efecto depresivo del crecimiento se vería sobre el diámetro de la fibra.

Para el caso de la edad de la oveja y su influencia sobre la producción de lana se observa una superioridad de las borregas frente a las ovejas, explicándose por el desempeño reproductivo de cada categoría (Medeiros y Lasaga, 1998).

Según estos autores las fluctuaciones en la producción forrajera a la que son expuestas las ovejas en los diferentes períodos fisiológicos (gestación por ejemplo) explican una diferencia en el peso al nacer y el posterior crecimiento de los corderos al comparar dos épocas de encarnerada (febrero-marzo vs. abril-mayo).

La mayor producción de forraje lleva a mejor producción de leche de las madres, siendo este uno de los principales factores en determinar la ganancia diaria de los corderos (Azzarini y Ponzoni, 1971). En Uruguay, básicamente se utilizan 2 épocas de encarnerada, otoño y primavera, siendo la primera la más utilizada en el sector.

2.7.1 Encarnerada de primavera

En los servicios de primavera se obtienen corderos temprano, lo que significa una ventaja importante en relación al precio, al disponer de mercadería para la venta en una época en que la oferta de corderos es insuficiente. Por otra parte en el momento de la esquila, la corderada habría sido destetada, lo que simplifica la tarea respectiva, al esquilar sin el cordero al pie.

Debido a que en primavera las ovejas recién comienzan su época de cría (a manifestar celo), los carneros deben permanecer mayor tiempo con la majada de cría para maximizar en número de vientres servidos (60 vs. 45 días en otoño).

La principal desventaja de esta época de servicios está relacionada con la baja eficiencia reproductiva (menor fertilidad), propia del comienzo de la estación de cría. En la práctica este fenómeno que se expresa en forma de pariciones en goteo, reporta un índice de señalada inferior en un 20 % aproximado, al servicio de otoño.

2.7.2 Encarnerada de otoño

En otoño, es posible lograr mayor cantidad de corderos aprovechando la mejor tasa ovulatoria propia de la época, que se refleja en pariciones concentradas y en mejores índices de señalada. A su vez, en esta época se ajusta mejor a la curva de producción de forraje con las necesidades de la majada de cría (Banchemo et al., 2003).

A su vez, Mc Laughlin (1968) obtuvo diferencias significativas en el peso al destete probando las dos épocas de encarnerada (otoño y primavera) a favor de la primera con un 20% mayor de kg. Mazzitelli (1983) afirma que la diferencia existente entre ambas se debe, en un 50-70%, a la producción de leche de la madre, ya que aprovecha mejor la producción de las pasturas naturales.

Con respecto a la producción de lana, en situación de pastoreo, Otegui (1978) ha demostrado que la nutrición juega un papel más importante que el clima, ya que sobre campo natural se observa un pico de producción máxima en primavera y de mínima al final del invierno. Por otro lado, Rodríguez (1985) ha comprobado que el fotoperíodo también tiene cierta influencia sobre la misma, demostrando que el crecimiento de lana es mayor en primavera que en invierno.

Seleccionando la época de encarnerada en otoño, determinamos que la gestación y lactancia se presenten en la época de mayor producción del campo natural. La producción de lana es relegada frente a los anteriores procesos por lo que una disminución mayor en el nivel alimenticio repercutirá aún más negativamente sobre la producción de lana; lo anteriormente escrito se puede respaldar con los experimentos de Corbett (1979) en donde demostró que la producción de lana disminuyó en el período de gestación y lactancia entre un 10 y 14% en condiciones de buena alimentación, y un 20 a 25% frente a una mala alimentación.

A su vez, si la disponibilidad de alimento disminuye luego del parto, la disminución en la producción de lana se incrementará en mayor medida aún debido al efecto depresivo que ejerce la lactancia (Corbett y Furnival 1976, Gamarra et al. 1979, Gaggero 1983).

Como principales inconvenientes, se cita la esquila con el cordero al pie, en caso de que no se realice esquila preparto y el servicio haya sido tardío (fines de abril).

2.8 HIPÓTESIS DEL TRABAJO

En este trabajo de tesis se plantearon dos hipótesis:

- 1 Existe un efecto de la época de encarnerada en la producción de lana atribuible al desarrollo de la población folicular pilosa con variación en las características de calidad de lana.
- 2 Los animales nacidos de la época de IA otoño presentan un DMF menor que los nacidos de la época de primavera

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ANIMALES

Se utilizaron ovejas de la raza Merino Australiano (MA x MA) pertenecientes a la majada de la EEFAS y carneros de INIA Tacuarembó estación Glencoe, donde se trabaja en la selección de animales con lana ultrafina, y de la cabaña La Magdalena del señor Diego Otegui.

Con el fin de disminuir el error experimental y/o trabajar en igualdad de condiciones, se utilizaron solamente ovejas. Los reproductores, debían presentar como requisito, un diámetro promedio de fibra menor a 18,5 micras; cabe destacar que se utilizaron los mismos carneros en ambos tratamientos.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Etapa de campo

3.2.1.1 Generación de la progenie

Se realizaron dos tratamientos (servicio de primavera y otoño) conformado por 30 ovejas MA cada uno, en el cual, las mismas eran inseminadas a tiempo fijo y luego se realizaba un repaso con 2 carneros MA en ambas situaciones.

Tratamiento 1- Encarnerada de otoño (abril 2013)

n: 30 ovejas

n: 2 carneros*

Tratamiento 2- Encarnerada de primavera (noviembre 2013)

n: 30 ovejas

n: 2 carneros*

* Los dos carneros usados en los 2 tratamientos son los mismos.

En la época de parición se realizaron recorridas de campo principalmente por la mañana, ya que la mayor cantidad de partos ocurren en el crepúsculo y el amanecer. Los corderos fueron identificados en el momento que se lograba determinar correctamente a la madre, utilizando caravanas y registrando los datos recabados. Cabe destacar que la inseminación artificial permite saber que reproductor se utilizó para cada vientre.

3.2.1.2 Manejo nutricional

Los animales del respectivo ensayo fueron manejados sobre campo natural (potrero 33 y 35 de la EEFAS de 142,1 y 50,8 ha. respectivamente) durante todo el año, con excepción de la época de parición la cual tuvo lugar en el potrero No. 14 (4,5 ha.).

Se utilizó una carga ovina promedio de 0,23 UG/ha. con un mínimo en inv (0,11 UG /ha.) y un máximo en otoño y primavera (0,32 UG /ha.).

Dichos potreros se encuentran en la unidad geológica Itapebí Tres Arboles y presentan un tipo de suelo CONEAT 1.10b, el cual corresponde a basalto superficial negro con las características de producción del campo natural mencionadas en el Cuadro No. 8.

Cuadro No. 8. Producción estacional de materia seca (MS)

Basalto Negro	Superficial	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	TOTAL
Producción (kg./ha.)	M.S.	1207	792	566	1207	3772
Porcentaje	(%)	32	21	15	32	100
Variación (kg. /ha.)	Anual					5443-2330

Fuente: Berreta y Bemhaja (1998).

Debido a que la producción forrajera del campo natural se ve afectada directamente por las precipitaciones ocurridas en el período evaluado, resulta conveniente analizar los datos correspondientes a dicha variable y compararlos con la serie histórica de los últimos 30 años (1987-2017) registrados por INIA Salto Grande (ver Anexo No. 7).

El verano previo a la encarnada de otoño (enero-febrero-marzo 2013) las precipitaciones promedio fueron un 53% más bajas del promedio histórico, manteniéndose dicha diferencia durante la encarnada (51% menos en otoño 2013 frente a media histórica). A su vez, en el invierno (período de gestación) llovió un 23% menos de lo normal, destacándose el mes de junio en el cual llovieron 2 mm.

Los meses previos a la encarnada de primavera (setiembre-octubre-noviembre 2013) llovió un 33% más de la media histórica. En los meses estivales de gestación (enero-febrero 2014) las precipitaciones fueron un 11% superior al promedio.

Ambos tratamientos (IA primavera e IA otoño) fueron suplementados con afrechillo de arroz en torno al parto (un mes) para evitar muerte de animales y/o abortos que redujeran las repeticiones del experimento.

3.2.1.3 Manejo sanitario

Inseminación artificial de otoño

Los vientres que fueron inseminados a principio de mayo, se dosificaron contra parásitos gastrointestinales a mediados de marzo (primera dosis estratégica) y vacunaron contra clostridiosis. Durante los meses subsiguientes se realizó un seguimiento de los animales con el fin de detectar posibles infecciones parasitarias.

En agosto, luego de la esquila pre parto, la segunda dosis estratégica fue aplicada; también se dosificó contra clostridiosis y se aplicó pour on para el piojo.

El 30 de octubre se señalaron y vacunaron contra ectima a los corderos nacidos. Para las ovejas en lactación, se aplicó la tercera dosis estratégica contra parásitos gastrointestinales. Pasados 15 días, se castraron y descolaron con goma a los corderos y se aplicó la primera dosis de la primo vacunación a los mismos (dosificación contra clostridiosis).

Los corderos fueron destetados (separación total de la madre) el 18 de diciembre. A su vez, se completó la primo vacunación para los mismos, y la cuarta dosificación estratégica para las ovejas.

Inseminación artificial de primavera

Las ovejas que fueron inseminadas el 20 de noviembre se manejaron con un esquema sanitario igual al utilizado en el servicio anterior (dosificaciones estratégicas se mantienen), aunque cabe destacar, con un desfase en los meses debido a la particularidad del manejo reproductivo.

Como primera instancia, las ovejas fueron esquiladas en agosto en conjunto con las preñadas de otoño, pero no se dosificó como si se hizo en estas últimas. Un mes previo al servicio (octubre), los vientres fueron dosificados contra parásitos gastrointestinales (primera dosis estratégica). Los meses subsiguientes al servicio se mantuvo un seguimiento sanitario de la majada para controlar endo (gastrointestinales) y ecto (miasis) parásitos.

La esquila pre parto se realizó el 24 de febrero y en conjunto, se aplicó la segunda dosificación estratégica a las ovejas.

Los corderos nacidos en mayo, fueron señalados y vacunados contra ectima contagiosa el 10 de junio; a su vez, las ovejas fueron dosificadas con la tercera toma estratégica. Posteriormente, el 30 junio se castraron y descolaron los corderos y se aplicó la primera dosis de la primo vacunación a los mismos.

El destete tuvo lugar el día 21 de septiembre y en conjunto con el mismo, se dosificó con un antihelmíntico y se completó la primo vacunación para los corderos. Las madres de los mismos, fueron dosificadas con la última dosis estratégica.

3.2.1.4 Extracción de muestras de piel

Tanto a las ovejas como a los carneros se les extrajo muestras de piel, mediante el procedimiento descrito por Carter y Clarke (1957). Para su extracción se utilizó una trefina con cuchilla circular de 1,0 cm. de diámetro (“sacabocado”). Igual

procedimiento fue realizado en los corderos, la extracción de las biopsias de piel se realizó cuando cumplieron los 7 meses, ya que es un requisito para poder desarrollar el estudio de piel en corderos.

Siguiendo el protocolo de Chea (2013), los animales fueron acostados apoyando su lado izquierdo sobre una mesa, manteniéndolo en una posición distendida pero sin moverse, con las extremidades sujetas, para poder extraer una buena muestra provocándole el mínimo estrés.

Luego se esquiló y afeitó la región (10 x 10 cm) donde se practicó la incisión con la trefina en el lado derecho, en la zona del cuerpo conocida como lado medio, entre la línea media que separa la espalda de la barriga, sobre la última costilla. Es esencial asegurar que el sitio de la biopsia no esté bajo tensión o estirado y sin presencia de arrugas, ya que cualquiera de estos factores durante el muestreo provocaría una distorsión de la biopsia, una reducción de la superficie de la piel por la trefina y por ende la obtención de una muestra de mala calidad.

El sitio de muestra debe estar anestesiado antes de tomar la biopsia, ya que el movimiento del animal o “vacilar” de la piel durante el procedimiento de la biopsia puede resultar en daños a esta, a través de cortes secundarios con la trefina en la biopsia o mellar de las tijeras durante la escisión de esta (Maddocks y Jackson 1988, McCloghry 1997). Para ello se aplicó anestesia local (subcutánea) en el área de la biopsia utilizando agujas tamaño 21 G y jeringas de 10 ml, el anestésico utilizado fue Lidocaína al 2% 5 minutos antes de realizar la incisión (McCloghry, 1997). Todo el instrumental utilizado para la toma de muestras se mantuvo en una solución antiséptica (cloruro de benzalconio al 1%) durante las sucesivas extracciones.

Para cortar la muestra se realiza un movimiento circular de 180° con la trefina en la zona anestesiada, manteniendo firme el instrumento, ya que el peso del mismo realiza la presión necesaria para seccionar la epidermis hasta el musculo subcutáneo. A continuación se procedió a la extracción de la misma mediante el empleo de una pinza y una tijera quirúrgica de punta roma para cortar totalmente la epidermis que mantenía unida la muestra a la piel del animal.

La muestra inmediatamente se lo depositó en un frasco etiquetado para su identificación, conteniendo una solución fijadora en base de aldehído fórmico buffereado al 10%, la Formalina al 10% se prepara con antelación y la biopsia puede permanecer en la solución por 1 año sin sufrir ninguna alteración o deterioro.

Luego de la extracción, a la pequeña lesión provocada en la piel se aplicó un antiséptico curabichera para evitar infecciones futuras.

Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Histología, ubicado en la propia estación experimental para su posterior procesamiento.

3.2.2 Etapa de laboratorio

En dicha etapa, se procesaron las biopsias de piel ovina para poder realizar los posteriores análisis objetivos de las mismas en el microscopio. Cabe destacar que la precisión del estudio se encuentra asociado a la calidad de las muestras extraídas y secciones de piel producidas.

Según McCloghry (1997), los cambios en el área de superficie de las biopsias de piel se deben, en mayor frecuencia, al momento de extirpación de la misma. Los aumentos en el área de la muestra ocurren cuando se extrae la misma de una zona en donde la piel se ha distendido, o si los bordes de la biopsia se acoplan durante la incrustación. Por otro lado, las disminuciones de las mismas ocurren, cuando se aplica una tensión sobre la piel de la región al momento de la extracción, o muecas que se produzcan durante la escisión o en la preparación.

El procesamiento de los ejemplares para su estudio histológico se realizó siguiendo la técnica descrita por Madock y Jackson (1988), con modificaciones a la técnica llevada a cabo por DILAVE Miguel A. Rubino del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (ver Anexo No. 8).

El primer paso consta de un proceso de deshidratación en sucesivos pasajes de alcoholes a la muestra, la cual ha sido conservada en formol 10%. Durante doce horas, es conservada en alcohol al 95°, luego pasa a alcohol absoluto (100°) durante una hora más, para finalizar en un segundo alcohol absoluto en el cual permanecerá otra hora. Para culminar, se realizan dos pasadas continuas por cloroformo comercial por una hora en cada una.

Una vez culminada el primer paso, se realiza una infiltración de las biopsias en parafina pura fundida (p.f. 54-56°C) en dos pasajes sucesivos de una hora el primero y tres horas el segundo.

Seguidamente, se conformaron pequeños moldes de forma rectangular (2 cm X 3 cm) en el cual se depositó la muestra en la zona central con el lado epitelial hacia adentro, manteniéndola con una suave presión mientras se colocaba la parafina aun en estado líquido sobre el mismo.

En el siguiente paso se procede a cortar las muestras de piel con un Micrótopo de Rotación Manual (Spencer, Modelo 820) con cuchillas descartables marca Leica Modelo 819. Cabe destacar, que es de suma importancia utilizar cuchillas afiladas nuevas en el micrótopo. Una nueva sección del cuchillo debe ser utilizado para cortar cada bloque. Si la cuchilla es cerrada o astillada en su filo, las secciones de producción se dañan.

Las secciones de piel parafinadas fueron seccionadas en dos bandas, una a 4-5 micras de espesor para poder realizar conteo de folículos secundarios derivados; y uno a nivel estándar (Maddocks y Jackson, 1998) a nivel de la glándula sebácea para estudiar los folículos primarios.

Los cortes se colocaron en un baño de flotación con agua a 40°C y gelatina en base a oro, para luego ser fijados a un portaobjetos. Inmediatamente pasaron a una platina caliente a 45°C durante toda la noche para secarse.

Con la muestra ya fijada al portaobjeto, se procede a quitar la parafina existente; para el mismo, se realizan dos pasajes sucesivos en xilol, luego se hidrató con una secuencia de alcoholes de graduación decreciente y finalmente se efectuó un pasaje por agua destilada.

Con el fin de poder observar los diferentes componentes de la biopsia de piel, se debe teñir los mismos. Para ello, se utilizó: hematoxilina de Mayer (en este caso se sustituyó por hematoxilina de Harris porque colorea mejor los núcleos) ácido pícrico y eosina.

Para la coloración se colocó la muestra en hematoxilina durante cinco minutos, se enjuagó con agua corriente y se puso durante diez minutos en agua para lograr el viraje de la hematoxilina. Luego se coloca cinco minutos en ácido pícrico, se lava con agua destilada por un minuto, se hace un pasaje por alcohol 70 ° y por último se mantiene en la eosina de uno a tres minutos, posteriormente se hace un pasaje por alcohol 95 ° enjuagando y de ahí se coloca en alcohol 100° (alcohol absoluto) por tres minutos. Los cortes fueron deshidratados nuevamente y posteriormente, aclarados en dos baños de xilol de tres minutos cada uno.

El último paso, abarca la fijación del cubreobjeto sobre la muestra de piel teñida. Para el mismo, se utiliza bálsamo de Canadá sintético, y se dejó secar las láminas por setenta y dos horas en estufa a 40°C.

3.2.2.1 Determinación de la población folicular

Para el conteo de la población folicular se utilizó un microscopio OLYMPUS SERIE BX 41, de la UdelaR. Facultad de Agronomía, en Regional Norte, conectado a una computadora que posee el software de un analizador de imágenes. El objetivo y el ocular del microscopio en conjunto dan 10X/0.25 (aumento o magnificación). Para los cortes histológicos, de cada espécimen, se determina el número de folículos.

Para observar correctamente la muestra en el microscopio se debe seguir una metodología de corte específica con el fin de no mutilar los folículos de la biopsia, en la Figura No. 11 se demuestra cómo se debe proceder en la misma; a su vez, en la siguiente ilustración se especifica el corte histológico de piel que se observa al microscopio.

En la computadora se puede observar la imagen que transmite el microscopio (ver Figura No. 12); luego de realizar los ajustes correspondientes se procede a capturar las imágenes de cada espécimen. Cabe destacar que cada una de las mismas representa una superficie de 1,1656 mm² (0,94 mm de largo por 1,24 mm de ancho). Dichas imágenes son almacenadas en un pendrive para luego realizar los conteos correspondientes

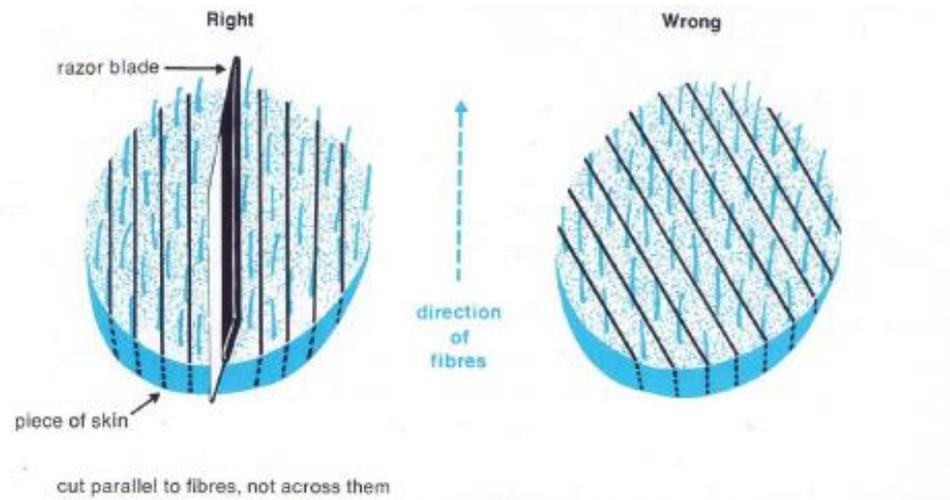


Figura No. 11. Forma correcta de ver la muestra al microscopio

Fuente: CSIRO (1973).

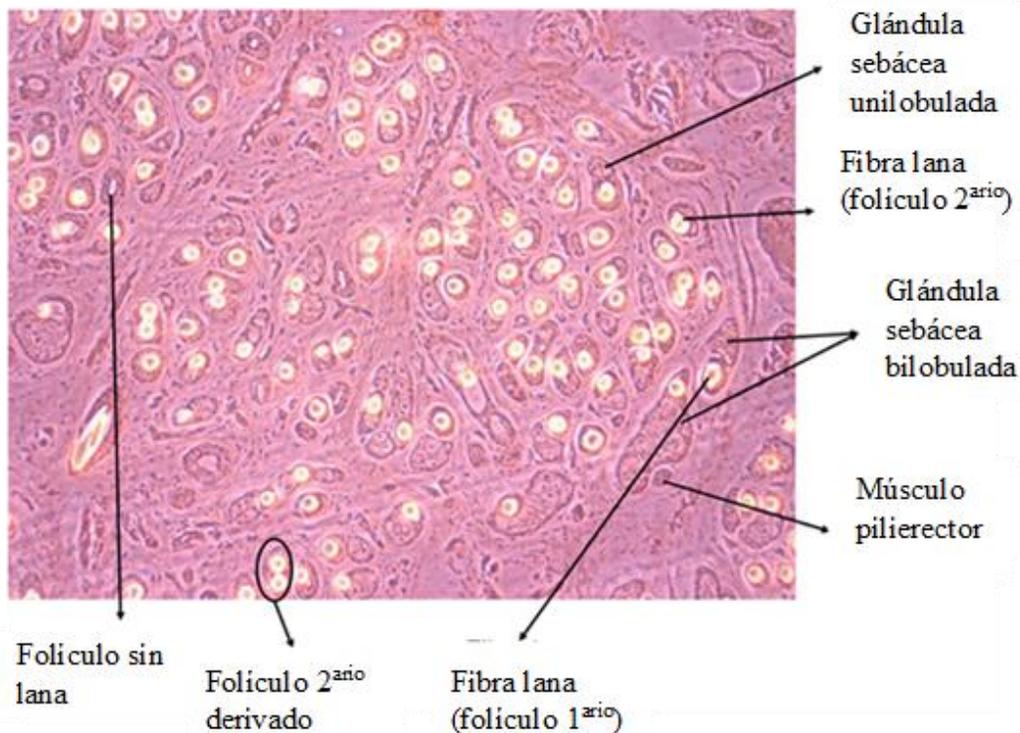


Figura No. 12. Corte histológico de una biopsia de piel ovina

Los folículos primarios y secundarios fueron estudiados con Adobe Photoshop CS6 extended donde se aplica a la foto una cuadrícula para tener mayor facilidad en el

conteo. De cada animal, se hacen cuatro lecturas de las muestras con mejor resolución (en lo posible donde el mismo este completa y sin alteraciones). Para disminuir el error se cuentan todos los folículos que caigan sobre los cuatro márgenes del campo, si de este se observa más del 80%, para no sobrestimar el número de folículos.

Los folículos se diferencian por sus estructuras accesorias. Mientras los primarios poseen glándula sudorípara, glándula sebácea bilobulada y musculo pili elector, los secundarios solamente presentan una glándula sebácea unilobulada. Para ambos folículos se detectan con y sin fibra y el total de los mismos, y en los secundarios también se determina la ramificación de los mismos (No. de folículos derivados); cabe destacar que los folículos secundarios derivados se reconocen porque son más grandes que los secundarios comunes y contienen más de una fibra o tienen muestras de haberlas producido.

Para lograr la calidad de la sección de la piel para la medición exacta de la densidad del folículo, se debe tener cuidado en cada etapa del proceso de la extracción de la biopsia en el campo, o la preparación de las secciones en el laboratorio. Si no se hace, sobre todo donde las secciones se van a medir con IA (Imagen Asistida), puede hacer imposible la medición, o cuando la superficie de la biopsia se ve afectada, puede causar mediciones de densidad folicular inexacta (McCloghry, 1997).

3.2.3 Esquila y análisis de calidad de lana

La progenie de la IA otoño fueron esquilados en agosto del 2014 obteniéndose el dato de peso de vellón sucio acondicionado y se extrajo del costillar una muestra de lana que se mandó a analizar al laboratorio de central lanera uruguaya (lasier scan) para obtener DMF (μ), CV DMF (%) y el % de fibras mayores a 30,5 μ . Cabe destacar que dicha información no fue utilizada en el análisis estadístico de la investigación.

En octubre de 2015 se realizó la esquila de los animales de ambas épocas de inseminación obteniendo el PVS sin acondicionar y se extrajo una muestra del costillar que se mandó a analizar al laboratorio de lanas del secretariado uruguayo de la lana para obtener DMF (μ), CV DMF (%), % de fibras mayores a 30 μ , RL (%) y LM (cm). Para la progenie del servicio de otoño correspondía a su 2do. vellón con 11 meses de crecimiento de lana y para la progenie de primavera correspondía a su 1er. vellón con 16 meses de crecimiento de lana.

En julio 2016 se realizó la esquila de animales de ambos lotes obteniéndose el peso de vellón sucio acondicionado y se utilizó este valor para el análisis estadístico debido a la pérdida de datos del año anterior.

3.2.4 Etapa de análisis de datos

Para analizar el efecto de la época de encarnerada, sexo y la interacción entre ambas se estudiaron 13 variables divididas en 3 grupos: peso vivo al nacer, características foliculares y características de producción y calidad de lana. Del total de

animales estudiados, se pudo recabar datos de 38 individuos de los cuales no todos presentan datos para los 3 grupos.

La nomenclatura utilizada para describir dichos resultados,

- IA = inseminación artificial y/o época de encarnerada.
- sexo = macho o hembra.
- IA*sexo = interacción entre el efecto de la época de inseminación y el sexo.
- dif. diasnac. = diferencia de días al nacimiento.

El modelo utilizado para el análisis de los datos fue el siguiente.

$$Y_{ijk}: \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta) + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde,

- Y_{ijk} : valor del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo sexo
- μ : media poblacional
- α_i : efecto del tratamiento época de servicio con $i : 2$ (primavera, otoño)
- β_j : efecto del sexo del cordero con $j : 2$ (macho, hembra)
- $(\alpha\beta)$: efecto de la interacción época de servicio por sexo
- γ_k : covariable que tiene en cuenta el día de nacimiento dentro de la fecha de parición
- ϵ_{ijk} : error experimental con distribución normal, media cero, varianza poblacional y residuales independientes

En aquellos efectos que presentaron interacción “época de IA por Sexo” se realizó una comparación de medias entre épocas de IA para cada sexo y entre sexos para cada IA. Cabe destacar que las variables analizadas fueron: número folículos secundarios, relación S/P, densidad real y diámetro medio de fibra.

Los rangos de significancia utilizados fueron:

no significativo (n.s.)= $p > 0,10$

tendencia de significancia = $0,05 < p < 0,10$

diferencia significativa = $p < 0,05$

diferencia muy significativa = $p < 0,01$

4 RESULTADOS

4.1 PESO VIVO AL NACER

Dicha característica contó con 10 datos de corderos para encarnerada de primavera y 26 para la encarnerada de otoño, a su vez hubieron 2 muestras que no se pudieron utilizar por pérdidas del dato, por lo tanto el valor $n=36$. De las 10 muestras analizadas de IA primavera 6 corresponden a machos y 4 a hembras, y para las 26 de otoño hubieron 8 hembras y 18 machos.

Como se puede observar en el Cuadro No. 9, la fecha de inseminación tuvo un efecto muy significativo sobre la variable peso vivo al nacer de los corderos, el sexo influyó significativamente sobre la misma y no se observaron diferencias significativas en la interacción IA*sexo ni en la diferencia de días al nacer.

Cuadro No. 9. Efecto variable "peso vivo al nacer"

Efecto	Pr>F
IA	0,0002
Sexo	0,0298
IA*Sexo	0,7996
<u>Dif. diasnac.</u>	0,4037

Como se puede observar en el Cuadro No. 10 la progenie nacida de ovejas inseminadas en primavera fue más liviana que aquella nacida de inseminación en otoño. A su vez, las hembras fueron más livianas que los machos en ambas fechas de servicio.

Cuadro No. 10. Promedios variable "peso vivo al nacer"

Peso vivo al nacer			
Sexo	IA		Promedio
	Primavera	Otoño	
H	3,00	4,25	3,62
M	3,62	4,75	4,18
Promedio	3,31	4,50	

4.2 CARACTERÍSTICAS FOLICULARES

Para todas las variables referentes a las características foliculares se utilizaron 10 datos de corderos nacidos de ovejas IA primavera y 24 datos de IA otoño. A su vez, para el servicio de otoño se analizaron 17 machos y 7 hembras y para el de primavera 7 machos y 3 hembras. El número de muestras analizadas fue de 34 biopsias de un total de 38 ya que hubo 4 que no se pudo realizar el conteo folicular por mala calidad.

4.2.1 Relación secundario/primario (S/P)

En el Cuadro No. 11 se observa que para la variable relación folículo secundario/primario la época de inseminación no tuvo efecto significativo, sin embargo en sexo y diferencia de días al nacer se observa una tendencia de significancia, y para el caso de la interacción IA*sexo existe una diferencia muy significativa entre las medias.

Cuadro No. 11. . Efecto variable “relación secundario/primario”

Efecto	Pr>F
IA	0,8180
Sexo	0,0554
IA*sexo	0,0016
Dif. diasnac.	0,0593

En el Cuadro No. 12 se puede observar que en la época de encarnada de primavera las hembras presentaron los mayores valores para dicha variable, contrario a lo que sucedió con los machos, ya que el mayor valor se encontró en la encarnada de otoño.

Cuadro No. 12. Promedio variable “relación secundario/primario”

Relación folículo S/P			
Sexo	IA		
	Primavera	Otoño	Promedio
H	35,33	29,86	32,59
M	23,57	33,53	28,55
Promedio	29,45	31,69	

4.2.2 Número de folículos primarios

El número de folículos primarios según la época de encarnerada arrojó una diferencia muy significativa, con respecto a la variable sexo la respuesta fue de una diferencia significativa, mientras que la interacción IA*sexo no fue significativo, los valores se representan en el Cuadro No. 13.

Cuadro No. 13. Efecto variable "número de folículos primarios"

Efecto	Pr>F
IA	0,0015
Sexo	0,0229
IA*sexo	0,1436
Dif. diasnac.	0,5248

En el Cuadro No. 14 se puede observar que la progenie de las ovejas con encarnerada en primavera presenta mayor número de folículos primarios tanto en machos como en hembras, y tanto en la encarnerada de primavera como la de otoño los machos muestran los valores mayores. Esto se explica, debido a que los animales de IA primavera son más chicos y por lo tanto tienen una concentración folicular más grande.

Cuadro No. 14. Promedio variable "número de folículos primarios"

Folículos primarios			
Sexo	IA		
	Primavera	Otoño	Promedio
H	6,00	5,14	5,57
M	7,29	5,53	6,41
Promedio	6,64	5,33	

4.2.3 Número folículos secundarios

Según el número de folículos secundarios obtenidos en las muestras se puede observar una diferencia significativa para época de encarnerada, en cambio para la variable sexo no fue significativa y se observa una tendencia en la interacción IA*sexo. Dichos resultados se observan en el

Cuadro No. 15.

Cuadro No. 15. Efecto variable "número de folículos secundarios"

Efecto	Pr>F
IA	0,0284
Sexo	0,5444
IA*sexo	0,0598
Dif. diasnac.	0,0303

En el Cuadro No. 16 se puede observar que para la época de encarnerada de primavera las hembras presentan mayor valor que los machos, en cambio en la encarnerada de otoño son los machos los que presentan los mayores valores. Entre épocas de encarnerada, la de primavera presentó mayor valor cuando se comparan las medias de las observaciones.

Cuadro No. 16. Promedios variable "número de folículos secundarios"

Folículos secundarios			
Sexo	IA		
	Primavera	Otoño	Promedio
H	209,67	155,29	182,48
M	169,14	177,77	172,45
Promedio	189,40	166,53	

4.2.4 Número de folículos derivados

En el Cuadro No. 17 se observa que no hay diferencias significativas para ninguna de los efectos estudiados.

Cuadro No. 17. Efecto variable "número de folículos derivados"

Efecto	Pr>F
IA	0,3624
Sexo	0,7095
IA*sexo	0,6840
Dif. diasnac.	0,7156

Como se puede apreciar en el Cuadro No. 18 solamente los animales nacidos de la encarcerada de otoño presentan folículos derivados tanto en macho como en hembras. Sin embargo, dichos valores no representan ninguna diferencia como se mencionó anteriormente.

Cuadro No. 18. Promedios variable "número de folículos derivados"

No. folículos derivados			
Sexo	IA		
	Primavera	Otoño	Promedio
H	0,00	1,71	0,85
M	0,00	3,47	1,73
Promedio	0,00	2,59	

4.2.5 Porcentaje de folículos derivados

Al igual que en el ítem anterior, el porcentaje de folículos derivados no presenta diferencias significativas entre las dos épocas de encarcerada como se muestra en el Cuadro No. 19.

Cuadro No. 19. Efecto variable "porcentaje folículos derivados"

Efecto	Pr>F
IA	0,2569
Sexo	0,8039
IA*sexo	0,8020
Dif. diasnac.	0,9808

En el Cuadro No. 20 se aprecia que el porcentaje de folículos derivados se limita solo a la época de encarnerada de otoño debido a que en primavera no se observó ninguno, aunque eso no generó una diferencia significativa entre ambas épocas.

Cuadro No. 20. Promedios variable "porcentaje folículos derivados"

% de folículos derivados			
Sexo	IA		Promedio
	Primavera	Otoño	
H	0,00	1,14	0,57
M	0,00	1,71	0,85
Promedio	0,00	1,42	

4.2.6 Densidad real

En el Cuadro No. 21 podemos observar que se aprecia una tendencia de significancia para la IA y para la diferencia de días al nacimiento. Con respecto a la variable sexo no existen diferencias significativas y existe una diferencia significativa para la interacción IA*sexo.

Cuadro No. 21. Efecto variable "densidad real"

Efecto	Pr>F
IA	0,0568
Sexo	0,1069
IA *sexo	0,0342
Dif. diasnac.	0,0568

Como se puede apreciar en el Cuadro No. 22, la diferencia entre las medias de las diferentes épocas de encarnera fue mucho menor que la diferencia encontrada entre machos y hembras.

Cuadro No. 22. Promedios variable "densidad real"

Densidad real			
Sexo	IA		
	Primavera	Otoño	Promedio
H	40,00	29,00	34,50
M	28,86	30,94	29,90
Promedio	34,43	29,98	

4.3 CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LANA

Para las variables que se utilizaron para el análisis de producción y calidad de lana se contaron con un máximo de 18 datos y un mínimo de 15 del total de 38 animales. Esto se debe a que no se pudo recabar datos de todos los animales al momento de la primer esquila debido a la faltante de los mismos, abigeato y/o extravío.

En el caso de la variable "peso vellón" se recabó información de 18 animales, de los cuales 3 machos y 1 hembra correspondieron a la IA de primavera y 8 machos y 6 hembras a la de otoño.

Para el caso del resto de las variables (diámetro medio de fibra, coeficiente de variación de la fibra, factor de confort, rendimiento al lavado y largo de mecha) se

contaron con 15 animales procesados ya que por cantidad de muestras incompletas no se pudieron utilizar los datos de 3 animales. De estos 15, 2 machos y 2 hembras se correspondieron a la IA de primavera y 4 machos y 7 hembras a la de otoño.

4.3.1 Peso vellón sucio

El PVS no estuvo afectado por la interacción IA*sexo, por la diferencia de días al nacimiento y tampoco por el efecto sexo. Sin embargo, se puede observar una tendencia de probabilidad en la IA. Dichos valores se pueden apreciar en el Cuadro No. 23.

Cuadro No. 23. Efecto variable "peso vellón sucio"

Efecto	Pr>F
IA	0,0706
Sexo	0,1017
IA*sexo	0,5699
Dif. diasnac.	0,3635

En el Cuadro No. 24 se puede observar como las diferentes épocas de encarnada afectan el PVS a favor de la IA de otoño, en la cual el vellón sucio fue 0,56 kg más pesado.

Cuadro No. 24. Promedios variable "peso vellón sucio"

Peso vellón sucio			
Sexo	IA		
	Primavera	Otoño	Promedio
H	3,30	3,75	3,52
M	3,87	4,53	4,20
Promedio	3,58	4,14	

4.3.2 Diámetro medio de fibra (DMF)

La época de encarnada presenta una diferencia muy significativa y la interacción existente entre IA*sexo una diferencia significativa como se observa en el Cuadro No. 25. Por otro lado, el efecto sexo y la diferencia de días al nacimiento no presentaron una diferencia significativa en el DMF.

Cuadro No. 25. Efecto variable "diámetro medio de fibra"

Efecto	Pr>F
IA	0,0024
Sexo	0,8754
IA*sexo	0,0161
Dif. diasnac.	0,1851

En el Cuadro No. 26 se puede observar como el DMF aumenta considerablemente en la IA de otoño frente a la de primavera, siendo las hembras las que presentaron la mayor diferencia, 3,49 versus 0,88 micras. A su vez, el efecto sexo, como se explicó anteriormente, no tuvo diferencia significativa presentando una diferencia mínima de 0,245 micras entre las medias.

Cuadro No. 26. Promedios variable "diámetro medio de fibra"

Diámetro promedio			
Sexo	IA		Promedio
	Primavera	Otoño	
H	14,80	18,29	16,54
M	16,35	17,23	16,79
Promedio	15,57	17,76	

4.3.3 Coeficiente variación DMF

En el Cuadro No. 27 se puede observar como el coeficiente de variación DMF está solamente afectado por la IA, la cual presenta una tendencia de significancia. El sexo, interacción IA*sexo y la diferencia de días al nacimiento no presentaron diferencia significativa.

Cuadro No. 27. Efecto variable "coeficiente variación DMF."

Efecto	Pr>F
IA	0,2918
Sexo	0,7650
IA*sexo	0,5790
Dif. diasnac.	0,8340

En el Cuadro No. 28 se puede observar que existe un menor coeficiente de variación en la IA de otoño comparada con la de primavera. A su vez, se puede observar que no existe diferencia significativa entre los diferentes sexos, valores muy similares en ambas fechas de servicio.

Cuadro No. 28. Promedios variable "coeficiente variación DMF."

Coeficiente de variación DMF			
Sexo	IA		
	Primavera	Otoño	Promedio
H	17,55	15,90	16,72
M	17,55	15,85	16,70
Promedio	17,55	15,87	

4.3.4 Rendimiento al lavado

El rendimiento al lavado se vio afectado con una diferencia muy significativa por la época de encarnada. Con respecto al sexo, interacción IA*sexo y la diferencias

de días al nacimiento no tuvieron diferencias significativas sobre dicha característica. Dichas afirmaciones pueden observarse en el Cuadro No. 29.

Cuadro No. 29. Efecto variable "rendimiento al lavado"

Efecto	Pr>F
IA	0,0010
Sexo	0,1141
IA*sexo	0,5634
Dif. diasnac.	0,6185

En el Cuadro No. 30 se puede observar como la época de encarnerada de otoño presenta un % de rendimiento al lavado marcadamente superior cuando se compara con los servicios de primavera.

Cuadro No. 30. Promedios variable "rendimiento al lavado"

Rendimiento al lavado			
Sexo	IA		
	Primavera	Otoño	Promedio
H	68,90	77,80	73,35
M	71,25	82,70	76,97
Promedio	70,07	80,25	

4.3.5 Largo de mecha

En el Cuadro No. 31 se puede observar que no se aprecian diferencias significativas para ninguno de los efectos estudiados.

Cuadro No. 31. Efecto variable "largo de mecha"

Efecto	Pr>F
IA	0,2217
Sexo	0,1176
IA *sexo	0,5560
Dif. diasnac.	0,3572

El largo de mecha no se vio afectado por la época de encarnerada ni por el efecto sexo como se puede observar en el Cuadro No. 32.

Cuadro No. 32. Promedios variable "largo de mecha"

Largo de mecha			
Sexo	IA		
	Primavera	Otoño	Promedio
H	9,25	9,43	9,34
M	8,25	8,88	8,56
Promedio	8,75	9,15	

4.3.6 Factor de confort

El factor de confort no se vio afectado significativamente por ninguno de los efectos estudiados, como se puede observar en el Cuadro No. 33.

Cuadro No. 33. Efecto variable "factor de confort"

Efecto	Pr>F
IA	0,7257
Sexo	0,7878
IA *sexo	0,4091
Dif. diasnac.	0,2344

En el Cuadro No. 34 se puede comprobar la inexistencia de diferencias significativas entre los efectos estudiados. Cabe destacar que en ningún caso el factor de confort (fibras mayores a 30 micras) supera el 5% del total, razón por la cual los vellones se consideran aptas para utilización directa con la piel sin sentir sensación de picazón.

Cuadro No. 34. Promedios variable "factor de confort"

Factor de confort			
Sexo	IA		
	Primavera	Otoño	Promedio
H	0,20	0,49	0,34
M	0,35	0,35	0,35
Promedio	0,27	0,42	

5 DISCUSIÓN

5.1 COMPARACIÓN IA DE OTOÑO FRENTE A IA DE PRIMAVERA

5.1.1 Hembras

Se comenzará el análisis por el peso vivo al nacer por ser la primer variable recabada al comenzar el experimento. El mayor PVN ($p=0,0026$) para la IA otoño frente a la IA primavera podría deberse a que el momento de mayor desarrollo que tiene el feto en el último tercio de gestación (85% del peso final), coincide con el inicio de la primavera y el rebrote de las pasturas, determinando una mejor nutrición maternal y mejores condiciones ambientales tal cual reportan Hight y Jury (1969).

Las corderas nacidas en otoño (IA primavera) presentaron un número de folículos secundarios 26% mayor ($p= 0,081$) que las nacidas en primavera (IA otoño); aunque esto no llegó a generar una diferencia significativa en la relación S/P ($p= 0,268$), producto del número de folículos primarios, que tendió ($p=0,071$) a ser 17% mayor en la época de encarnerada de primavera.

La densidad real fue 15% superior en el servicio de primavera ($p=0,047$) como consecuencia del mayor número de folículos primarios y secundarios. A su vez, al comparar el diámetro medio de fibra se puede observar que en las hembras de IA primavera se obtuvo valores $3,5 \mu$ menores ($p=0,002$) que las de IA otoño, dicho resultado es esperable en función de la mayor competencia entre folículos (Fraser y Short, 1960), determinando una menor cantidad de nutrientes recibido por cada folículo y por lo tanto éste será de menor tamaño y producirá fibras de menor diámetro.

Si se toman en cuenta las características de producción de lana y calidad se puede observar que las corderas de IA otoño a pesar de tener menos densidad real no se obtuvieron diferencias significativas en el PVS con respecto a las corderas de IA primavera. Esto podría explicarse porque las corderas de la época de encarnerada de otoño tienen una fibra que es un 24% más gruesa sin diferir en el largo, originando una fibra con un 55% más de volumen, pero con un 25% menos de densidad real que las de primavera. Dichos valores podrían verse afectados por el hecho de que para la IA otoño correspondía a su 3er. vellón en donde es esperable que el animal alcance la máxima producción de lana en su vida indicado por Kremer (1983), Rodríguez Palma (1996).

A su vez, la progenie de IA otoño presentó una diferencia ($p=0,036$) en rendimiento al lavado 9% mayor frente a la IA primavera, generando una diferencia aún mayor si se analiza el PVL (IA otoño 0,82 kg más pesado que IA primavera). Estos datos concuerdan con lo indicado por Mendoza Amaral (1968), Minola y Elissondo (1989), Pérez Álvarez et al. (1992), Sanjurjo (2005), en donde encontraron que a medida que el diámetro medio de fibra es mayor disminuye la producción de suarda y por ende aumenta el rendimiento al lavado.

El largo de mecha no presentó diferencias ($p=0,772$) entre las dos épocas de encarnerada. Dichos datos no concuerdan con el resultado de Ferronato y Pires (1978) en el cual establecen que la encarnerada de primavera provocaría una disminución en el ritmo de crecimiento de la lana, afectando particularmente el largo de la mecha. Cabe destacar que los datos de calidad de lana fueron recogidos con 4 meses de diferencia entre las corderas de IA otoño y las de IA primavera, lo cual pudo interferir los resultados debido al mayor tiempo de crecimiento de lana que tuvieron los corderos de IA otoño.

Si bien el análisis expuesto sigue un patrón lógico no se obtuvieron los resultados productivamente esperados por lo cual no se cumple con la hipótesis nula de la tesis, en donde se esperaban encontrar animales más finos en la encarnerada de otoño que en la de primavera. Esto se debe al momento en que ocurre el desarrollo de los folículos primarios y secundarios en el feto como se puede apreciar en la Cuadro No. 35. Los folículos secundarios deberían de haber sido menores en la IA primavera frente a la IA otoño ya que se formaron en una época menos propicia (nutrición de la madre) y con menor cantidad de alimento (otoño – invierno) que las de IA otoño (primavera – verano).

Cuadro No. 35. Formación de los folículos primarios y secundarios

MESES				
	Servicio	Formación fol. 1 ^{arios}	Formación fol. 2 ^{arios} y 1 ^{er} ola fol. derivados	2 ^{da} ola fol. derivados
IA. primavera	noviembre	enero a febrero	marzo a abril	mayo a setiembre
IA. otoño	abril	junio a julio	agosto a setiembre	octubre a febrero

5.1.2 Machos

Al igual que para las hembras, se iniciará el análisis por el PVN, en el cual también se obtuvieron los resultados esperados siendo los corderos de IA otoño más pesados ($p=0,0013$) que los de IA primavera.

Al estudiar la población folicular se puede apreciar que los corderos de IA otoño presentan un menor número de folículos primarios ($p=0,0036$) que los de IA primavera. Dichos resultados eran esperables debido al momento en que se forman los mismos (Cuadro No. 35) en donde se puede apreciar que los folículos primarios de los corderos de IA otoño se desarrollan en pleno invierno frente a los de IA primavera que se desarrollan en el verano con mejor disponibilidad de forraje para la madre. En cuanto a

los folículos secundarios no se observaron diferencias significativas entre una época y otra ($p=0,641$).

Lo anterior expuesto determina que la relación S/P sea mayor ($p=0,0008$) en los corderos de IA otoño frente a los de IA primavera. Esto es atribuible únicamente a las diferencias encontradas en la población de folículos primarios.

La falta de diferencia en la variable de densidad real ($p=0,580$) se explicaría porque no existieron diferencias entre épocas de encarnerada en la cantidad de folículos secundarios que cuantitativamente son los que más aportan a la población folicular.

El diámetro medio de fibra tampoco se vio afectado ($p=0,150$) por la época de encarnerada. Los datos obtenidos son congruentes con los analizados anteriormente en donde al no obtenerse diferencias significativas en la DR no se produjo un cambio en el DMF.

Los datos recabados de las características de producción y calidad de lana demuestran que el PVS en los corderos de IA otoño fue 0,6 kg más pesado que los de IA primavera ($p=0,0978$). Esto podría estar directamente relacionado al plano de alimentación que recibieron las ovejas en la lactancia y de los corderos en el post destete que generaría un mayor peso vivo el cual se traduce en mayor cantidad de superficie corporal produciendo lana. Al igual que para las hembras, la edad en la cual se registró el PVS (3er. vs. 2do.) pudo interferir en los resultados.

En cuanto al rendimiento al lavado se puede observar una diferencia ($p=0,0016$) donde los corderos de IA otoño rindieron un 11,5% más que los de IA primavera. Esto se puede deber al mejor desarrollo que presenta el vellón en la primer etapa de su vida generando una estructura más ordenada y con menor posibilidad de ensuciarse y juntar impurezas en su interior. Cabe destacar que los datos para los corderos de IA primavera corresponden a 18 meses de crecimiento de lana frente a los 14 meses para los de IA otoño (pudiendo generar una distorsión en el RL. Debido al mayor tiempo produciendo suarda y de exposición a las condiciones ambientales).

En el largo de mecha, al igual que para las hembras, no se obtuvieron diferencias ($p=0,184$) entre las dos épocas de encarnerada; por lo tanto, esto define que el mayor peso del vellón sucio se deba exclusivamente al mayor tamaño corporal ya que no difiere ni el DMF, DR ni LM el mayor tiempo de producción de lana para los corderos de IA primavera pueden estar enmascarando posibles diferencias en el LM.

5.2 COMPARACIÓN ENTRE LOS DOS SEXOS PARA CADA ÉPOCA DE ENCARNERADA

5.2.1 IA primavera

Debido a la interacción "IA x sexo" entre algunas variables analizadas se realizó el análisis para cada época comparando ambos sexos. Para continuar el orden de los

puntos anteriores se comenzará con el PVN en el cual se comprobó que no existieron diferencias ($p=0,100$) entre sexos para los vientres inseminados en primavera.

La población folicular no generó diferencias significativas para folículos primarios ($p=0,124$) ni folículos secundarios ($p=0,166$), aunque si se encontraron diferencias en la relación S/P ($p=0,018$). Esto se debe a que las hembras presentaron un menor valor numérico de folículos primarios y un mayor valor de folículos secundarios que los machos generando una diferencia significativa al realizar el cociente (S/P).

En cuanto a la densidad real se encontró una diferencia ($p=0,087$), lo cual concuerda con lo anterior expuesto en donde era esperable que las hembras presentaran mayor DR que los machos debido a la mayor relación S/P.

Dentro de las características de mediciones objetivas, DMF ($p=0,139$), PVS ($p=0,216$), RL ($p=0,171$) y LM ($p=0,105$), no se encontraron diferencias en ninguna de ellas comparando ambos sexos en la época de encarnerada de primavera.

5.2.2 IA otoño

Al igual que para la época de encarnerada de primavera, se analizó ambos sexos para la IA otoño. El PVN en los machos fue mayor que el de las hembras ($p=0,075$).

Las características foliculares no se diferenciaron entre machos y hembras en la IA de otoño (folículos primarios ($p=0,428$); folículos secundarios ($p=0,234$); relación S/P ($p=0,189$)). A su vez, la densidad real tampoco manifestó diferencias ($p=0,582$) lo cual es lógico si se tiene en cuenta que ni la cantidad de folículos ni la relación S/P presentaron diferencias.

Dentro de las características de producción de lana, se observaron diferencias para el PVS ($p=0,021$) en donde los machos presentaron vellones más pesados que las hembras; lo cual concuerda con lo indicado por Rodríguez Palma (1996). Sin embargo, en su primer vellón el PVS no difirió ($p=0,7613$) entre los sexos (machos= 2,13 kg.; hembras= 2,2 kg.).

En cuanto al DMF se observaron diferencias ($p=0,076$) en el cual los machos produjeron fibras de 1μ más finas que las hembras. El DMF medido en su primer vellón no se constataron diferencias ($p=0,5487$) entre sexos (machos= 16,21 μ ; hembras= 16,62 μ).

El rendimiento al lavado presentó diferencias ($p=0,077$) entre sexos, siendo mayor para machos que para hembras. Si se tiene en cuenta el hecho de que a su vez los machos presentaron menor DMF los datos no concuerdan con los datos de Mendoza Amaral (1968), Minola y Elisondo (1989), Pérez Álvarez et al. (1992), Sanjurjo (2005), en donde encontraron que a medida que el diámetro medio de fibra es mayor disminuye la producción de suarda y por ende aumenta el rendimiento al lavado.

Para finalizar las variables en análisis, el largo de mecha no difirió entre machos y hembras en la época de encarnerada de otoño ($p=0,238$).

5.3 CONSIDERACIONES FINALES

Cabe destacar que dicha investigación se realizó en una majada en particular, bajo determinadas condiciones, en una zona del país (San Antonio – Salto) y en un período de 26 meses (desde la primer IATF hasta la última esquila), que dada la corta duración de los ciclos productivos y el gran efecto que tienen las variaciones meteorológicas sobre los mismos, se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos por este grupo de trabajo no permiten que sea generalizados para otras condiciones productivas del país, por lo que se debería considerar la posibilidad de repetir el experimento por más años y con el seguimiento de las generaciones consecutivas.

Las limitantes que tuvo este trabajo de tesis fueron la posible baja cantidad de datos determinado por la cantidad de ovejas que integraron cada tratamiento, teniendo en cuenta todas las pérdidas que ocurren desde el servicio hasta el destete; la ausencia de mediciones de la oferta forrajera de los porteros en los que se manejaron los ovinos para obtener conclusiones más sólidas; el análisis para las características de producción y calidad de lana correspondían al primer vellón para la progenie de primavera y al segundo vellón para la progenie de otoño; el análisis del peso de vellón sucio correspondía al segundo vellón para la progenie de primavera y al tercero para la de otoño.

A su vez, se deberían haber pesado y medido (largo, perímetro pélvico y/o torácico) los animales al momento de la extracción de biopsia y esquila, ya que puede existir una explicación para las diferencias encontradas en variables como DR, rel. S/P y RL entre otras.

6 CONCLUSIONES

En este trabajo de tesis se analizó el efecto de la época de encarnada de primavera frente a la de otoño en las variables de peso vivo al nacer, foliculares (número folículos primarios, número folículos secundarios, número de folículos derivados, porcentaje de folículos derivados, relación S/P y densidad real) y características de producción y calidad de lana (diámetro medio de fibra, peso vellón sucio, coeficiente de variación del DMF, rendimiento al lavado, largo de mecha y factor de confort). Dicha investigación se pudo realizar gracias a la utilización de la raza Merino Australiano por presentar una época de cría amplia (setiembre a julio).

La primera hipótesis que planteaba un efecto de la época de encarnada sobre la población folicular y las características de la misma, y por lo tanto de estas sobre la producción y calidad de lana, no fue rechazada. No obstante, este tipo de respuesta no se constató en todos los animales sino que dependió del sexo de la progenie.

La hipótesis No. 2 que planteaba la existencia de un efecto de la época de encarnada en la producción de lana de la progenie, en donde la progenie de IA otoño presentarían menor diámetro de fibra que los de IA primavera, ha sido rechazada. Esto se debe a que no se encontraron diferencias significativas entre ambas épocas de encarnada para los machos y en el caso de las hembras los valores fueron contrarios a lo planteado en la hipótesis.

Si bien no se encontraron diferencias a nivel biológico en las características de producción de lana, si pueden tener un impacto en la ecuación económica. La progenie de la encarnada de primavera (15,6 μ) fue más fina que la de otoño (17,8 μ), pero con 0,8 kg. menos de PVL (2,5 kg. vs. 3,3 kg.), lo que significó una diferencia de U\$S 11 por animal a favor de los corderos de IA otoño (SUL en base a información de AWEX, 10/08/2017). Cabe destacar que lo planteado anteriormente podría modificarse en un escenario en donde la diferencia de precios entre lanas de 16 μ y de 18 μ fuera proporcionalmente mayor a la utilizada en el ejercicio.

Desde el punto de vista de sistema producción, la época de encarnada de otoño presenta una serie de ventajas sobre la época de encarnada de primavera en términos de fertilidad de la hembra y el macho, mayor peso al nacer del cordero y por ende mayor probabilidad de supervivencia, y mayor producción de leche de la madre que se expresaría en mayor crecimiento del cordero y mayor peso al destete. Considerando todas estas ventajas y la posibilidad de utilizar otras herramientas tecnológicas como la esquila preparto, entre otras, permitiría lograr una mayor eficiencia global del sistema expresándolo en kg. de cordero destetado por oveja encarnada.

7 RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo comprobar el efecto de dos épocas de encarnerada diferentes, primavera y otoño, en el desarrollo de la población folicular y las características de la lana en la progenie de animales Merino Australiano (MA). Se realizaron dos tratamientos (servicio de primavera= IA primavera y otoño= IA otoño) conformado por 30 ovejas MA cada uno, en el cual, las mismas eran inseminadas a tiempo fijo y luego se realizaba un repaso con dos carneros MA en ambas situaciones. Los carneros utilizados en ambas épocas fueron los mismos. Para la extracción de las muestras de piel tanto a las ovejas como a los carneros se utilizó una trefina con cuchilla circular de 1,0 cm de diámetro. En los corderos se realizó una extracción con la misma técnica cuando alcanzaron los siete meses de edad. Dichas muestras se procesaron en el laboratorio de histología de piel para la obtención de un preparado con un corte en el cual posteriormente se determinaron las siguientes características foliculares: densidad real, No. folículos primarios, No. folículos secundarios, No. folículos derivados, y relación secundarios/primarios. Al momento de la esquila se midió el peso vellón sucio y se extrajo una muestra a partir de la cual se determinó: diámetro medio de la fibra, coeficiente de variación del diámetro medio de la fibra, rendimiento al lavado, largo de mecha, factor de confort. El peso vellón sucio se registró en el mismo momento para ambas épocas de encarnerada (julio 2016) siendo el tercer vellón para los animales de IA otoño y el segundo para la progenie de IA primavera. Se observó efectos significativos de la época en la variable peso vivo al nacer, peso vellón sucio, rendimiento al lavado, folículos primarios y coeficiente de variación del diámetro medio de fibra. Las variables “folículos primarios” y “peso vivo al nacer”, difirieron según el sexo de la progenie. Existió interacción significativa entre época de encarnerada y sexo en las variables: relación S/P, folículos secundarios, densidad real y diámetro medio de la fibra. Se concluye que existe un efecto de la época de encarnerada en las características de producción y calidad de lana.

Palabras clave: Merino Australiano; Producción y calidad de lana; Población folicular pilosa; Época de encarnerada.

8 SUMMARY

The objective of this work was to verify the effect of two different breeding time, spring and autumn, on the development of the follicular population and the characteristics of the wool in the progeny of Australian Merino animals (MA). Two treatments were performed (spring service= IA, spring and autumn= IA, autumn) which 30 MA sheep each, they were inseminated at a fixed time and then a review was made with two MA rams in both situations. The rams used in both seasons are the same. For the extraction of the skin samples from both sheep and rams, a trephine with a 1.0 cm diameter circular blade was used. In the lambs, extraction was performed with the same technique when they reached seven months of age. The samples were processed in the skin histology laboratory to obtain a preparation with a cut in which the following follicular characteristics were subsequently determined: real density, No. primary follicles, No. secondary follicles, No. follicles derived, and secondary / primary relationship. At the time of shearing, the dirty fleece weight was measured and a sample was taken from which was determined: mean fibre diameter, coefficient of variation of the mean fibre diameter, yield to washing, staple length, factor of comfort. The dirty fleece weight was recorded at the same time for both periods of incarnated (July 2016) being the third fleece for AI autumn animals and the second for AI spring progeny. It was observed significant effects of the period on the variable live weight at birth, dirty fleece weight, washing performance, primary follicles and coefficient of variation of the mean fibre diameter. The variables primary follicles and live weight at birth differed according to the sex of the progeny. There was significant interaction between incarnated age and sex in the variables: S / P ratio, secondary follicles, real density and mean fibre diameter. it is concluded that there is an effect of the period of incarne in the characteristics of production and quality of wool

Keywords: Australian Merino; Wool production and quality; Follicular and pilosa population; Breeding time.

9 BIBLIOGRAFÍA

1. Azzarini, M.; Ponzoni, R. 1971. Aspectos modernos de la producción ovina; primera contribución. Montevideo, UdelaR. Departamento de Publicaciones. 197 p.
2. Azzarini, M. 1984. Efecto de la época de parición y de la esquila pre-parto sobre la producción de majadas de cría en la región de areniscas de Tacuarembó. SUL. Ovinos y Lanar. no. 12: 31-40.
3. _____.; Gaggero, C.; Florin, A. 1977. Estudios sobre época de encarnerada. SUL. Boletín técnico no. 1: 9-19.
4. Banhero, G.; Montossi, F.; Barbieri, I. 2013. Como lograr una buena encarnerada para mejorar la eficiencia reproductiva de nuestras majadas. Revista INIA. no. 32: 12-16.
5. Bianchi, G. 1994. Alternativas tecnológicas para mejorar la producción ovina. Elección de época de encarnerada. Cangüé. no. 2: 10-12.
6. _____. 1996. Cantidad y calidad de lana; algunos mitos y realidades, 1ª parte. Cangüé. no. 8: 19-22.
7. _____. 1997. Cantidad y calidad de lana; algunos mitos y realidades, 2ª parte. Cangüé. no. 9: 2-7.
8. Berreta, E. J.; Bemhaja, M. 1998. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de Basalto de la unidad Queguay Chico. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 10-20 (Serie Técnica no. 102).
9. Black, J. L. 1987. Mechanisms controlling the rate of growth, composition and morphology of wool. In: National Symposium NSW Merino Improvement Programs in Australia (1st, Leura, Australia). Proceedings. Melbourne, Australian Wool Corporation. pp.189-206.
10. _____. 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.
11. 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.

12. 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.
13. Brandini Néspoli, P. E. 2008. Avaliação de técnicas de biópsias hepáticas e renal em ovinos. Tese Doutor em Ciência Animal. Belo Horizonte, Brasil. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinaria. 120 p.
14. Brown, G. H.; Newton Turner, H. 1967. Response to selection in Australian Merino sheep. II Estimates of phenotypic and genetic parameters for some production traits in Merino ewes and an analysis of the possible effects of selection on them. Australian Journal of Agricultural Research. 19: 303-322.
15. BSC electronic. 2017. OFDA 2000, natural fibres. (en línea). Perth. s.p Consultado 22 abr. 2016. Disponible en http://www.ofda.com/Natural_fibres/Ofda2000.html
16. Calleri, R.; Fernández, J. 1983. Evaluación de dos épocas de encarnada en la raza Ideal en pasturas naturales de basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 118 p.
17. Calvo, C. A. 1977. Ovinos. Tecnologías. Buenos Aires, Editorial H.B. t. 2, 258 p.
18. Cardellino, R. C. 1977. Características de la lana y su importancia textil. Asociación de Ingenieros Agrónomos. Agronexo. no. 8: 3-7.
19. _____. 1995. La contaminación y las fibras negras ¿Cómo influyen en el mundo lanero? Anuario de Sociedad de Criadores de Corriedale del Uruguay 1995: 70-77.
20. _____.; Trifoglio, J. L. 2005. El mercado de lanas merino finas y superfinas. Producción ovina de lana (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 20-33. Consultado 10 ene. 2016. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina
21. Carter, H. B. 1943. Studies in the biology of skin and fleece in sheep. Melbourne, Council for Scientific and Industrial Research. 59 p. (Bulletin no. 164).

22. _____.; Clarke, W. H. 1957. Hair follicle group and skin follicle population Australian Merino sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*. 8(1): 91-108.
23. Chapman, R. E.; Ward, K. A. 1979. Histological and biochemical features of the wool fibre and follicle. *In*: Conference Physiological and Environmental Limitations to Wool Growth (1st., 1979, Leura, NSW). Proceedings. Armidale, New England, University of New England. pp. 193-208.
24. Corbett, J. L. 1979. Variations in wool growth with physiological stats. *In*: Black, J. L.; Reis P. J. eds. Physiological and environmental limitations to wool growth. Armidale, Australia, University of New England. pp. 79-98.
25. Correa, P.; Vergnes, P. 1988. Evaluación de dos épocas de encarnera en raza Ideal sobre pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 153 p.
26. 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). Río Cuarto, Córdoba, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 24-29. Consultado 9 dic. 2015. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/14-piel.pdf
27. Cottle, D. J. 1989. World Sheep and Wool Production. *In*: Cottle, D.J. Australian Sheep and Wool Handbook. Melbourne, Australia, Inkata. pp. 1-49.
28. CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, AU). 1973. Take a piece of sheepskin. *Rural Research*. 81: 17-22.
29. Curso Internacional sobre Producción de Ganado Ovino (3º., 1991, Zaragoza, España). 1991. Actas. Zaragoza, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación de España. s.p.
30. De Gea, S. G. 2007a. El ganado lanar en la Argentina. Manejo. (en línea). 2ª. ed. Río Cuarto, Córdoba, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 68-94. Consultado 22 abr. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/000-ganado_lanar_en_argentina_libro/07-capitulo_3.pdf
31. _____. 2007b. El ganado lanar en la Argentina. Producción ovina de lana. (en línea). Río Cuarto, Córdoba, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 38-67. Consultado 14 abr. 2016. Disponible en

http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/000-ganado_lanar_en_argentina_libro/06-capitulo_2.pdf

32. Dutt, R. H.; Bush, L. F. 1955. The effect of low environmental temperature on initiation of the breeding season and fertility in sheep. *Journal of Animal Society*. 14:885-896.
33. Elvira, M. 2005. Características de lanas Merino e importancia en el procesamiento industrial. (en línea). In: *Curso de Actualización Ovina (7º., 2005, INTA Bariloche, Argentina)*. Memorias. San Carlos de Bariloche, INTA. pp. 231-238. Consultado 21 abr. 2016. Disponible en https://prolana.magyp.gob.ar/archivoadm/publicaciones_Caracteristicas%20de%20lanas%20Merino.pdf
34. _____. 2009. De qué está hecha la lana y principales características textiles. (en línea). *Carpeta Técnica, Ganadería*. 33: 1-4. Consultado 8 abr. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/11-lana.pdf
35. Fernández Abella, D. 1982. *Estructura de la fibra de lana*. Montevideo, Facultad de Agronomía. 216 p.
36. Ferronato, O. J.; Pires Figueiro, P. R. 1978. Efeito da época de parição sobre a produção de la limpa na raça ovina Polwarth (Ideal). *Revista do Centro de Ciencias Rurais (Brasil)*. 8(2): 89-95.
37. Folch, P. J. 1991. Influencia de la alimentación sobre la reproducción de la oveja. In: *Curso Internacional sobre Producción de Ganado Ovino (3º., 1991, Zaragoza, España)*. Actas. Zaragoza, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación de España. pp. 9-23.
38. Fowler, D. G. 1968. Skin folds merino breeding. Variation in scrotal, testis and rectal temperatures as affected by site of measurement, acclimatization to heat and degree of skin fold. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 8(31): 125-132.
39. Fraser, A. S.; Short, B. F. 1960. *The biology of the fleece*. Melbourne, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). 108 p. (Animal Research Laboratories technical paper no. 3).
40. Gaggero, P.; Muttoni, M.; Rodríguez, B. 2006. Correlaciones fenotípicas entre características de la piel y calidad de la lana en cuatro cabañas

pertencientes al núcleo Merino Fino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 75 p.

41. Gambetta, A.; Bado, M.; Urrutia, A.; Rodríguez, A. 1994. Efecto del tipo de nacimiento y nivel nutritivo pre y post destete en la población folicular de borregos Merino Australiano. *In:* Congreso Mundial de Merino (3°. , 1991, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, s.e. pp. 303-304.
42. Giorello, D.; Olivera, A.; Rusconi, B. 2006. Correlaciones fenotípicas entre población folicular pilosa y características de calidad de lana de ovejas madre de cuatro cabañas del Proyecto Merino Fino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 65 p.
43. 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.
44. 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.
45. Hafez, E. S. E. 1964. Effect of high temperature on reproduction. *International Journal of Biological Macromolecules*. 7:223-230.
46. Hardy, M. G.; Lyne, A. G. 1956. The pre-natal development of wool follicles in merino sheep. (en línea). *Australian Journal of Biological Sciences*. 21: 423-441. Consultado 13 abr. 2016. Disponible en http://www.publish.csiro.au/?act=view_file&file_id=BI9560423.pdf
47. Helman, M. B. 1965. *Ovinotecnia*. 2ª. ed. Buenos Aires, Argentina, El Ateneo. 805 p.
48. Henderson, A. E. 1968. *Growing better wool*. Christchurch, New Zealand, Reed (A.H. & A.W.). 108 p.
49. High, K.; Jury, L.E. 1969. Lamb mortality in hill country flocks. *Proceedings of de New Zeland Society of Animal Production*. 29:219-232.
50. Hynd, P. I. 1995. Skin and follicle-based selection for wool production and quality. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 43(1): 15-23.
51. _____.; Ponzomi, 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.

52. INIA. GRAS (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Unidad de Agro-clima y Sistemas de Información, UY). 2017. Banco de datos agroclimáticos; Salto. (en línea). Montevideo. Consultado 16 ago. 2017. Disponible en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>.
53. 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.
54. Karsch, F. J.; Bittman, E. L.; Foster, D. L.; Goodman, R. L.; Legan, S. J.; Robinson, J. E. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Progress in Hormone Research*. In: Laurentian Hormone Conference (41st., 1984, Boston, USA). Proceedings. *Recent Progress in Hormone Research*. 40: 185-232.
55. Kremer, R. 1983. Parámetros genéticos y fenotípicos en Corriedale. *Anales de Facultad de Veterinaria*. 18/20: pp. 65-76.
56. Lindsay, D. R. 1969. Sexual activity and semen production of rams at high temperatures. *Journal of Reproduction and Fertility*. 18: 1-8.
57. Lyne, A. G. 1961. The postnatal development of wool follicles, shedding, and skin thickness in inbred Merino and Southdown-Merino crossbred sheep. (en línea). *Australian Journal of Biological Sciences*. 14: 141-156. Consultado 13 abr. 2016. Disponible en http://www.publish.csiro.au/?act=view_file&file_id=BI9610141.pdf
58. McCloghry, C. E. 1997. Wool technology and sheep breeding. Histological technique for the determination of wool follicle density. *Sheep Journal*. 45 (2): 129-145.
59. Mc Laughlin, J. W. 1968. Autumn and spring lambing of Merino ewes in South Western Victoria. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 7:223-229.
60. Maddoks, I. G.; Jackson, N. 1988. Structural studies of sheep cattle and goat skin; a review of CSIRO research into histological and morphological observations on sheep, cattle and goat skin, with reference to the work of Mr. Ted Nay. 2nd. ed. Blacktown, New South Wales, CSIRO. Division of Animal Production. pp. 57- 65.

61. Mazzitelli, F. 1983. Algunas consideraciones sobre el crecimiento de corderos. SUL. Boletín Técnico. no. 8:53-61.
62. Medeiros, F.; Lasaga, F. 1998. Efecto de la época de encarnera (febrero-marzo vs. abril) sobre la performance de ovejas y corderos Corriedale y Merino Australiano pastoreando en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 65 p.
63. Mendoza Amaral, A. V. 1968. Curso básico teórico práctico de lanares y lanas que se dicta en la Comisión Honoraria de la Producción Ovina. Montevideo, Uruguay, MGA. 144 p. (Serie Técnica no. 33)
64. Minola, J.; Elissondo, A. 1989. Praderas y lanares; tecnología ovina sudamericana. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 64 p.
65. Moore, G. P. M. 1984. Growth and development of follicle populations and critical stage of growth. In: Wool Production in Western Australia (1st, 1984, Perth). Proceedings. Perth, WA Australian of Animal Production. pp. 69-76.
66. Mortimer, S. I. 1987. Australian estimates of genetic parameters for wool production and quality traits. In: McGuirk, B. J. Merino improvement program in Australia. Melbourne, Australia, Australian Wool Corporation. pp. 159-173.
67. Moule, G. R. 1962. Wool production. Melbourne, Australia, Agricultural Research Liaison Section. s.p.
68. _____. 1966. Ovine reproduction in tropical Australia. Australian Veterinary Journal. 42: 13-18.
69. Mueller, J. 2000. Mejoramiento genético de la lana. In: Congreso Lanero Argentino (3^o., 2000, Trelew, Argentina). Actas. Bariloche, INTA. p. 7(Comunicación técnica no. 374).
70. Mullaney, P.; Brown, G.; Young, S.; Hyland, P. 1969. Genetic and phenotypic parameters for wool characteristics in fine wool Merino, Corriedale, and Polwarth sheep. Influence of various factors on production. Australian Journal of Agricultural Research. 20 (6): 1161-1176.
71. 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.

72. _____. 1995b. The reaction-diffusion (RD) theory of wool (Hair) follicle initiation and development. II Original secondary follicles. Australian Journal of Agricultural Research. 46: 357-378.
73. Nay, T. 1966. Wool follicle arrangement and vascular pattern in the Australian Merino. Australian Journal of Agricultural Research. 17 (5): 797-805.
74. _____.; Hayman, R. 1969. Relationships between body weight and some follicle and fleece characters in an Australian fine-wool Merino flock. Australian Journal of Agricultural Research. 20: 1177-1187.
75. _____. 1970. Follicle characteristics in a group of Merino sheep selected up and down for fleece weight. Australian Journal of Agricultural Research. 21: 951-954.
76. Neimaur, K. 2014. Características que afectan la calidad de la lana II. (en línea). In: Curso Orientado Producción Ovina y Lanar (2014, Montevideo). Textos. Montevideo, Uruguay, Facultad de Veterinaria. pp. 10-49. Consultado 21 abr. 2016. Disponible en http://fvvet2.fvet.edu.uy/sites/default/files/ovinos-y-lanas-archivos/polca_CALIDAD2.pdf
77. Ortavant, R.; Pelletier, J.; Ravault, J. P.; Thimonier, J.; Volland-Nail, P. 1985. Photoperiod, proximal and distal factor of reproductive cycle. Biology Journal. 7: 305-345.
78. Otegui, F. 1978. Utilización de pasturas con ovinos. Plan Agropecuario. Anuario no. 7: 10-27.
79. Pascual, I. s. f. Producción de lana; resumen de rumiantes menores. (en línea). Rio Cuarto, Córdoba, Sitio Argentino de Producción Animal. 11 p. Consultado 16 abr. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/24-Produccion_lana.pdf
80. Pérez Álvarez, E.; Methol, R.; Coronel, F. 1987. Apuntes de lanares y lanar, pasturas, registros. 2ª. ed. Montevideo, Secretariado Uruguayo de la Lana. 60 p.
81. _____.; _____.; _____. 1990. Apuntes de lanares y lanar; la lana. 3ª. ed. Montevideo, Secretariado Uruguayo de la Lana. 63 p.
82. 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 Lanar (2º. 1992, Piriápolis,

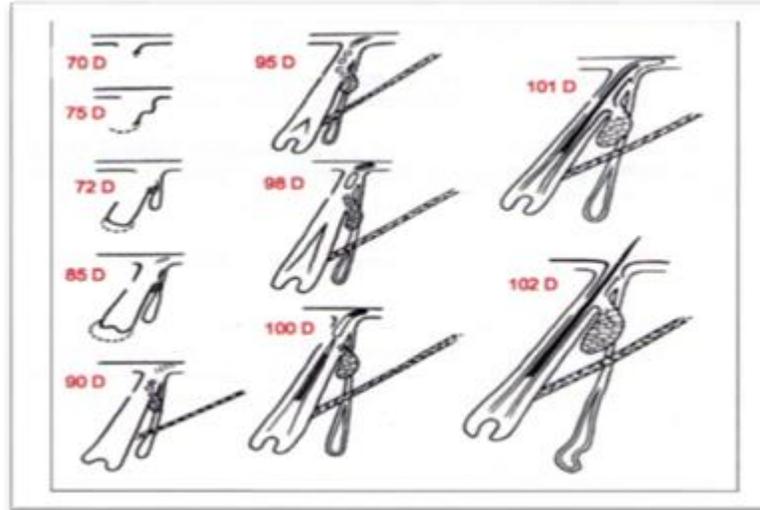
- Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Cardellino y Azzarini. pp. 63-82.
83. Rincón, F.; De León, F. 2015. Ganadería vacuna y lanar, año agrícola 2013/2014. (en línea). Anuario Estadístico Agropecuario DIEA 2015:39-49. Consultado 21 abr. 2016. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2015/DIEA-Anuario2015-01web.pdf>
 84. 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.
 85. _____.1988a. Eficiencia del proceso de producción de lana I. Relación entre el nivel de consumo y la eficiencia del proceso de producción de lana. *Producción ovina*. no. 2:1-10.
 86. _____. 1988b. Evaluación del crecimiento de lana; técnicas disponibles y su apropiada elección. *Producción Ovina*. no. 1: 15- 24.
 87. Rodríguez Palma, R. 1996. Eficiencia del proceso de producción de lana. *Repartido del curso de Ovinos y Lanas*. Código 402/200/96. pp 34.
 88. Rodríguez Palma, R.; 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.
 89. Ryder, M. L.; Stephenson, S. K. 1968. *Wool growth*. London, Academic Press. 805 p.
 90. Sacchero, D. 2005. Utilización de medidas objetivas para determinar calidad en lanas. (en línea). *In*: Curso Actualización Ovina (7º., 2005, Bariloche). Trabajos presentados. San Carlos de Bariloche, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1-22. Consultado 21 abr. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/69-calidad_lanas.pdf
 91. Sanjurjo, P. 2005. Correlaciones fenotípicas entre la población folicular pilosa y características de calidad de la lana de borregos y borregas de 3 cabañas del Proyecto Merino Fino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 173 p.

92. Schinckel, G. P.; Short, B. F. 1961. 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.
93. Smith, I. D.; De Channet, G. 1966. Embryonic mortality in Merino ewes exposed to high ambient temperatures. *Australian Veterinary Journal*. 42: 468-470.
94. Tribe, D. E.; Coles, J. R. 1966. Prime lamb production. Melbourne, Australia, F.W. Cheshire. 239 p.
95. Turner, H. N.; Dolling, C. H. S. 1965. Vital statistics for an experimental flock of Merino sheep. II. The influence of age on reproductive performance. *Australian Journal of Agricultural Research*. 16(4): 699-712.
96. _____; Young, S. S. Y. 1969. Quantitative genetics in sheep breeding. Ithaca, NY, Cornell University. pp. 134-137.
97. Uruguay. Secretariado Uruguayo de la Lana. 2004. Curso de capacitación en lanas. Montevideo. pp. 31-52.
98. Vallejo, A. 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.
99. Von Bergen, W. 1963. Wool handbook. 3rd. ed. New York, Wiley. 800 p.
100. Waites, G. M. H.; Moule, G. R. 1961. Relation of vascular heat exchange to temperature regulation in the testis of the ram. *Journal of Reproduction Fertility*. 2:213-224.
101. Whiteley, K. J. 1972. Some observations on the classing of fleeces for fineness. *Wool technology and sheep Breeding*. 20: 31-32.
102. _____. 1994. The influence of wool fibre characteristics on processing and garment performance. In: World Merino Conference (4th., 1994, Montevideo, Uruguay). Proceedings. Montevideo, SUL. pp. 209-227.
103. _____. 2003. Características de importancia en lanas finas y superfinas, lanas merinas finas y superfinas, producción y perspectivas. In: Seminario Internacional (1^o., 2003, Salto, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 17-22.

104. Williams, A. J. 1976. Wool production. In: Graziers Association, Sheep Production Guide (1976, Sydney, Australia). Proceedings. Sydney, Mee Arthur. pp. 83-106.
105. _____ ; Winston, R. J. 1987. A study of the characteristics of wool follicle and fibre in Merino sheep genetically different in wool production. Australian Journal of Agricultural Research. 38: 743-755.

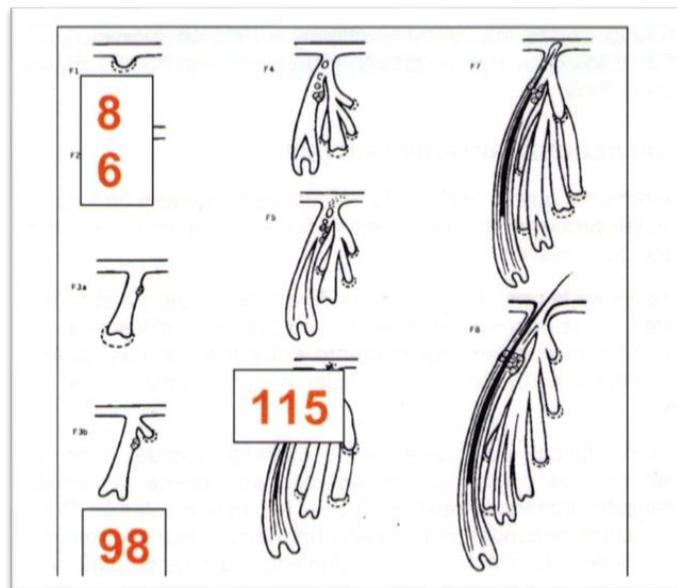
10 ANEXOS

ANEXO No. 1. Evolución del desarrollo de un folículo primario



Fuente: Ryder y Stephenson (1968).

ANEXO No. 2. Evolución del desarrollo de un folículo secundario



Fuente: Ryder y Stephenson (1968).

ANEXO No. 3. Principales estadios del desarrollo folicular.

EDAD FETAL (días)	INICIACION FOLICULAR	INICIACION DE GLANDULAS	FIBRA DE LANA
35 – 40	Primario central en cabeza y cara		
55 – 65	Primario central en todo el cuerpo		
75 – 90	Primarios laterales	Sudoripara en 1 ^{er} o central	
80 – 95		Sebacea en 1 ^{er} o central y sudoripara en 1 ^{er} os laterales	
90 – 110	Secundarios originales	Sebacea en 1 ^{er} os laterales	Iniciación en 1 ^{er} o central
100 – 120		Sebacea en 2 ^{er} os originales	Iniciación en 1 ^{er} os laterales. Emergencia en 1 ^{er} o central
115 en adelante	Secundarios derivados		
115 – 120	1 ^{er} ola		Emergencia en 1 ^{er} os laterales
120 en adelante		Sebacea en 2 ^{er} os derivados	Iniciación en 2 ^{er} os originales
130 en adelante	2 ^{da} ola		Emergencia en 2 ^{er} os originales
135 – 145			Iniciación en 2 ^{er} os derivados
140 – 150			Emergencia en 2 ^{er} os derivados de 1 ^{era} ola
Post-natal			Emergencia en 2 ^{er} os derivados de 2 ^{da} ola

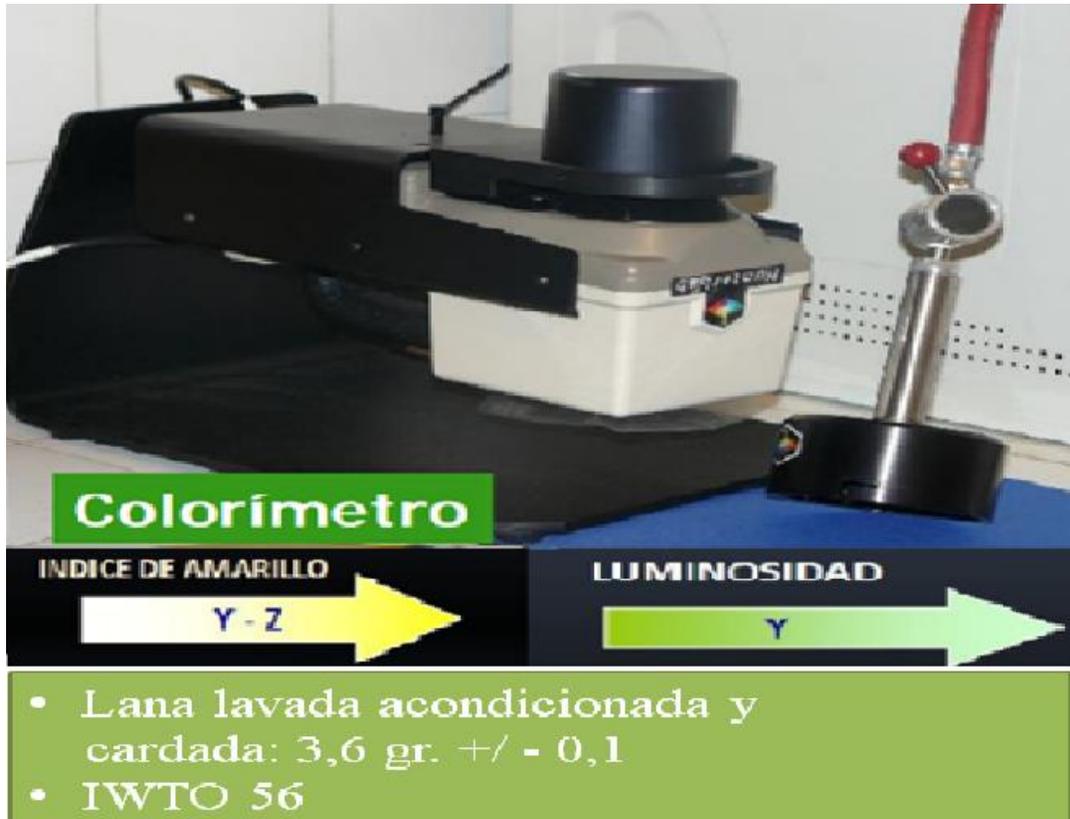
Fuente: adaptado de Hardy y Lyne (1956).

ANEXO No. 4. Importancia de caracteres de la lana sucia sobre su procesamiento para vestimenta.

Característica de la lana sucia	Lavado y top	Hilado	Tejido	Teñido y terminado	Confección
Diámetro de fibra	xxx	xxxxx	xxx	xxx	xxx
Contaminación: cera, suint, suciedad	xxxx	x	-	-	-
Contaminación: material vegetal	x	x	-	xxx	x
Resistencia a la tracción de la mecha	xx	x	x	-	-
Largo de mecha	xxx	xx	x	-	-
Rizo (definición de ondulaciones)	x	x	-	-	-
Color (grado de blancura)	x	-	-	xxx	-
Variación del diámetro	-	x	x	x	-

Fuente: adaptado de Whiteley (1994).

ANEXO No. 5. Determinación de amarillamiento y luminosidad con colorímetro



Fuente: adaptado de Neimaur (2014).

ANEXO No. 6. Importancia de los efectos genéticos y ambientales sobre la calidad de la lana

Influencia genética	Influencia ambiental y de manejo
Diámetro de fibras ***	Diámetro de fibras ***
Largo de mecha ***	Largo de mecha ***
Resistencia de mecha ***	Resistencia de mecha ***
Rizo u ondulación*	Punto de rotura **
Variación del diámetro **	Variación del diámetro **
Peso de vellón **	Material vegetal **
Color *	Rinde **
Fibras negras **	Fibras teñidas **
Alineación de fibras --	Residuos de pesticidas, contaminantes **
Estilo *	Estilo --
Factor de confort **	
Tipo de punta *	

(***Muy importante, **Importante, *Regular).

Fuente: Elvira (2005).

Anexo No. 7. Precipitaciones promedio durante la época de encarnrada

PRECIPITACIÓN PROMEDIO				
	2013	2014	2015	PROMEDIO 1987-2017
enero	45	119	253	125
febrero	118	222	66	143
marzo	65	131	21	158
abril	49	154	25	171
mayo	123	117	111	100
junio	2	54	55	75
julio	35	160	10	50
agosto	18	21	288	67
setiembre	114	78	108	84
octubre	162	174	147	162
noviembre	214	180	183	131
diciembre	34	228	436	138
TOTAL	978	1639	1702	1404

Fuente: INIA. GRAS (2017).

Anexo No. 8. Procedimiento para la obtención de la muestra

SOLUCIÓN	TIEMPO DE ESPERA (min)
Xilol 1	10
Xilol 2	10
Alcohol 100%	3
Alcohol 95%	3
Alcohol 70%	5
Agua destilada	1
Hematoxilina	5
Agua corriente	10
Ácido pícrico	5
Agua destilada	1
Alcohol 70%	Pasaje
Eosina	1
Alcohol 95%	Pasaje
Alcohol 100%	3
Xilol 1	3
Xilol 2	3

Fuente: Ryder y Stephenson (1968).