

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DETERMINACIÓN DE LA HEREDABILIDAD DE LUNARES EN
CORRIEDALE**

por

Mario A. VIDAL PÉREZ

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2010**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. M. Sc. JORGE URIOSTE

Lic. FRANCISCO PEÑAGARICANO

Lic. HUGO NAYA

Fecha: -----

Autor: -----

MARIO A. VIDAL PEREZ

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, a Verónica y a Victoria que me han apoyado desde mis comienzos y que nunca perdieron la fe en mí, que me comprendieron y más que apoyaron en todos esos días que no estuve, pero me hicieron recordar el por qué de este largo recorrido.

También quiero hacer un reconocimiento a al Ing. Agr. M. Sc. Jorge Urioste; así como las personas que hicieron posible que este trabajo saliera adelante en gran forma y sin los cuales no podría haberlo logrado. Francisco Peñagaricano, quien contagió a toda “la barra” con su incansable energía; Matías Ocampos, compañero en el proyecto; Nicolás Vázquez y Marcela Rodríguez, amigos y ayudantes de la cátedra de Zootecnia; y otras muchas personas que sin saber sus nombres y de manera desinteresada aportaron su granito de arena a lo largo de estos años, en especial a todas las personas que trabajan en la E.E.B.R. de Bañado Medina, Cerro Largo.

Por último, pero no menos importante, todos aquellos profesores y compañeros que a lo largo de mi carrera siempre estuvieron ofreciéndome su experiencia, motivación y amistad.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	6
2.1 IMPORTANCIA DEL RUBRO	6
2.2 IMPORTANCIA DE LAS FIBRAS COLOREADAS	12
2.2.1 <u>Importancia textil</u>	15
2.2.1.1 <u>Calidad de la lana</u>	18
2.3 FIBRAS COLORADAS Y PIGMENTADAS.....	19
2.3.1 <u>Origen del vellón blanco en ovinos</u>	19
2.3.2 <u>Origen de las fibras oscuras</u>	22
2.3.2.1 <u>Fibras coloreadas de origen ambiental</u>	24
2.3.2.2 <u>Fibras coloreadas de origen genético</u>	26
2.4 LUNARES DE COLOR.....	31
2.4.1 <u>Lunares congénitos</u>	33
2.4.2 <u>Lunares que aparecen con la edad</u>	35
2.4.3 <u>Fenotipo “Piebald”</u>	39
2.5 PARÁMETROS GENÉTICOS RELEVANTES.....	42
2.5.1 <u>Heredabilidad</u>	42
2.5.1.1 <u>Aplicaciones de la heredabilidad</u>	45
2.5.2 <u>Repetibilidad</u>	46
2.5.2.1 <u>Aplicaciones de la repetibilidad</u>	47
2.5.3 <u>Asociación entre características (correlaciones)</u>	47
2.5.3.1 <u>Aplicaciones de las correlaciones</u>	50
2.6 PARÁMETROS GENÉTICOS ASOCIADOS A CARACTERÍSTICAS DE PIGMENTACIÓN	50
2.6.1 <u>Heredabilidad de características de pigmentación</u>	50
2.6.2 <u>Repetibilidad de características de pigmentación</u>	54

2.6.3 <u>Correlaciones genéticas entre características de pigmentación</u>	55
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	59
3.1 <u>INSTALACIONES Y MAJADAS EXPERIMENTALES</u>	59
3.2 <u>REGISTROS EN LOS ANIMALES</u>	60
3.3 <u>LUNARES</u>	61
3.4 <u>MODELOS</u>	62
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	63
4.1 <u>RESULTADOS</u>	63
4.1.1 <u>Resultados descriptivos</u>	63
4.1.2 <u>Modelos</u>	70
4.1.2.1 <u>Modelos de umbral univariado</u>	70
4.1.2.2 <u>Modelos de umbral bivariado</u>	72
4.2 <u>DISCUSIÓN</u>	74
5. <u>CONCLUSIONES</u>	80
6. <u>RESUMEN</u>	82
7. <u>SUMMARY</u>	83
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	84
9. <u>ANEXOS</u>	92

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Número de fibras coloreadas totales y de origen genético por kilo de top. Esquila con separación de vellones con lunares.....	13
2. Contenido y origen de fibras coloreadas en tops de lana acondicionada. Raza: Corriedale	24
3. Loci y alelos que afectan el color de ovejas	30
4. Clasificación de diferentes características según su heredabilidad	44
5. Ejemplos de correlaciones genéticas.....	49
6. Heredabilidades y sus errores estándar para diferentes rasgos de pigmentación.	51
7. Repetibilidad de pigmentación en zonas de no-vellón para animales de entre 1,5 a 5,5 años.	54
8. Correlaciones entre tipos de pigmentación en zonas de no-vellón en ovinos Corriedale	55
9. Correlación genética y fenotípica entre diferentes características de pigmentación y concentración de fibras pigmentadas aisladas.	56
10. Porcentaje de animales según grado de pigmentación y correlación fenotípica con diferentes características de pigmentación	57
11. Número de registros, número total y media por edad según tipo	63

12. Porcentaje de hijos sin lunares y con lunares por tipo según carnero.....	69
13. Estimaciones, desvío estándar y percentiles 2,5 y 97,5 (entre paréntesis) de parámetros genéticos para un modelo de umbral univariado.....	70
14. Media, percentil 2,5 y percentil 97,5 de parámetros genéticos para un modelo de umbral bivariado.....	72

Figura No.

1. Stock ovino en Uruguay	7
2. Estimación del equivalente base sucia de las exportaciones de lana y productos de lana	7
3. Evolución de las exportaciones de lana (en millones de kilos base sucia)	8
4. Principales destinos de las exportaciones de lana (en porcentaje sobre el total de U\$S – Marzo 2008/Febrero 2009)	9
5. Precios relativos de la lana con carne vacuna y ternero	10
6. Fibra coloreada detectada en un tejido de color claro.....	15
7. Fibras oscuras en lanas peinadas.....	16
8. Mouflón de Córcega.....	20
9. (a) Oveja con lana coloreada por la orina y heces. (b) Oveja a la que se le realizó una limpieza previa a la esquila	25
10. Fibras coloreadas en tops según finura	26

11. Corte histológico de la piel de un feto de cordero blanco (Merino) a los 85 días post concepción	28
12. Ejemplo de lunares congénitos	35
13. Lunares que aparecieron con la edad sobre el lomo de una oveja de 8.5 años, esquilada 3 meses atrás.....	38
14. Presentación de lunares congénitos de animales de la raza Merino tipo Piebald	41
15. Asociación entre el número de fibras coloreadas en el vellón y el grado de pigmentación.....	57
16. Porcentaje de lunares según origen de los animales para la EDAD 1	64
17. Evolución de lunares por edad según origen de la majada.....	66
18. Porcentaje de lunares según tipo, por edad para el total de animales	67
19. Número de lunares según posición en el cuerpo por edad	68
20. Distribución del muestreo de heredabilidad para los distintos tipos de lunares y lunares totales	71
21. Distribución de los diferentes parámetros estimados para el modelo de umbral bivariado	73

1. INTRODUCCIÓN

El rubro ovino y principalmente el sub-rubro lana, han sido uno de los principales componentes de la economía uruguaya a lo largo de su historia. Durante el período marzo-2008 a febrero -2009 ingresaron al país 205,5 millones de dólares por concepto de lanas y productos de lana, equivalentes a 47,2 millones de kilos de lana base sucia en términos de volumen (SUL, 2009). Esto significa una disminución del 17,9 % frente a igual período anterior, donde ingresaron al país unos 250 millones de dólares. La raza Corriedale es la más importante en número y en producción de lana, superando el 60% de la majada nacional. Es por ello la importancia que se le da al tema en el siguiente trabajo.

La lana posee determinadas características que definen su uso final, y por lo tanto su valor, como ser diámetro, color, largo de mecha, resistencia, etc. En el caso de la lana proveniente de animales Corriedale, la principal característica que limita su ingreso a los mercados más exigentes es la presencia de fibras oscuras. El origen puede ser debido a causas genéticas (pigmentadas por la presencia de melanina – Fibras pigmentadas ó FP) ó ambientales (manchadas por orina y heces, productos químicos, pinturas, etc.- Fibras coloreadas ó FC). La presencia de fibras oscuras constituye un defecto importante de las lanas, particularmente para la fabricación de telas y/o prendas de alta calidad para ser teñidas lo cual reduce su valor (entre el 15 – 20 %) cuando el número de fibras oscuras excede las 300 por kg de top, por encima de características como el color y fibras meduladas¹.

¹ Racket, F.; Ruvira, D .2008. Com. personal.

Los trabajos que se han realizado a nivel nacional tratando el tema son escasos. Algunos de esos trabajos tratan la incidencia de fibras coloreadas en lanas uruguayas (Cardellino, 1983) ó la incidencia de fibras oscuras en lanas peinadas uruguayas (Larrosa y Orlando, 1983). También se puede encontrar estudios relacionados con el origen de las fibras coloreadas en tops de lana uruguaya (Cardellino et al., 1992), así como relacionado a la herencia de fibras coloreadas (Cardellino, 1994), entre otros. Con el Plan de Acondicionamiento de Lanasy, impulsado por el S.U.L., se ha logrado reducir el contenido de fibras coloreadas. En un muestreo de tops realizados con lana acondicionada proveniente de diferentes majadas, incluyendo la majada Corriedale del C.I.E.D.A.G., se constató que los niveles de fibras coloreadas por kilo de top oscilaban entre 167-1213 y que entre 65-94 % de éstas eran de origen genético. Dichos valores muestran un revés a las situaciones de años anteriores donde no solamente los niveles de fibras eran más altos, sino que el 90 % de las mismas eran de origen no genético (Cardellino y Mendoza, 1996). Esto muestra lo lejos que aún se está del objetivo de las 300 fibras/kg de top, así como la importancia de encontrar una solución a dicho problema. Por su parte Mendoza y Maggiolo (1999) realizaron estudios acerca de la importancia de la calidad en la lana, también hay estudios sobre las fibras coloreadas en Corriedale (Mendoza et al., 2001) y sobre fibras coloreadas de origen genético en dicha raza (Mendoza et al., 2004). Investigaciones recientes sobre el tema fueron desarrolladas, y ya existen resultados preliminares sobre incidencia de lunares en la piel y pigmentación en Corriedale (Kremer et al., 2003), variabilidad de niveles de pigmentación en ovinos Corriedale sobre pigmentación en zonas de no vellón (Peñagaricano et al., 2007a, 2007b), variabilidad en niveles de pigmentación en ovinos Corriedale sobre lunares en zona de vellón, así como sobre la incidencia de lunares oscuros en la piel y pigmentación en majadas comerciales Corriedale. También sobre presencia de lunares oscuros en la piel y escores de pigmentación en hocico como un

caracter indicador de la presencia de fibras pigmentadas en vellones provenientes de animales Corriedale (Urioste et al., 2008b). En otro trabajo se estudió la presencia de lunares usando un modelo Poisson y un modelo Poisson con exceso de ceros (ZIP, sigla en inglés) (Naya et al., 2008). Más recientemente se realizó un estudio sobre los efectos genéticos de la presencia de lunares en ovinos Corriedale (Vidal et al., 2008).

A nivel internacional, los trabajos no solo son escasos sino que están referidos casi en su totalidad a la raza Merino Australiano. Fleet et al. (1984a) realizaron estudios sobre la ocurrencia de fibras pigmentadas aisladas en Corriedale, siendo éste el único estudio en el tema realizado por investigadores extranjeros. El mismo autor realizó un trabajo similar en ovejas adultas en la raza Merino Australiano, raza donde posee mayor número de investigaciones (Fleet y Forrest, 1984b). También posee otros trabajos sobre fibras pigmentadas en lana (Fleet, 1985b), y experimentos donde determinó asociaciones entre características de pigmentación en zonas de no-vellón y pigmentación en el vellón (Fleet y Stafford, 1989). Recientemente el mismo autor realizó un trabajo sobre el desarrollo de lunares pigmentados y fibras pigmentadas en la lana (Fleet, 2006a) y otra revisión sobre la relación entre fibras pigmentadas en lana cruda y tratada cuando otras fibras oscuras son controladas (Fleet et al., 2008). También existe un estudio llevado a cabo en Nueva Zelanda sobre animales Romney Marsh acerca de la incidencia y heredabilidad de lunares negros en la lana (Enns y Nicoll, 2002).

Existen otras tesis de grado realizados por estudiantes de la Facultad de Agronomía que apuntan en una misma dirección: tratar el problema de la presencia de fibras oscuras en la lana uruguaya. Efecto del desborde en galpón

de esquila sobre la incidencia de fibras coloreadas en tops (Bergos, 1984), Incidencia y origen de fibras coloreadas en tops de lana (Guillamon y Severi, 1988) y Descripción de diferentes tipos de pigmentación en la zona de vellón en una majada experimental Corriedale (De Miquelerena y Pereira, 2004) son los trabajos realizados al respecto. Este último trabajo es una primera aproximación al problema planteado y cuyo objetivo es describir y relacionar las diferentes zonas de pigmentación en una majada de la raza Corriedale, que podrían estar correlacionadas con el contenido de fibras pigmentadas en el vellón.

La presente tesis se enmarca en la línea de investigación del Proyecto de Desarrollo Tecnológico PDT 35/02, “Disminución de fibras pigmentadas en Corriedale por vías genéticas”. El mismo apunta a diseñar y aplicar planes de selección que en el mediano y largo plazo disminuyan las fibras pigmentadas de origen genético.

Para diseñar planes de selección se requiere conocer los parámetros genéticos de aquellas características vinculadas con la presencia de fibras pigmentadas. Estos parámetros (heredabilidades, correlaciones genéticas, etc.) son escasos en el ámbito internacional, de limitada calidad debido a la baja precisión en las estimaciones y están referidos casi exclusivamente a la raza Merino Australiano. Esto les da poco valor para plantear un programa de selección en el Corriedale en Uruguay, raza mayoritaria en nuestro país.

El objetivo de este estudio es presentar una primera estimación de aquellos parámetros necesarios en un plan de mejora genética, tales como la

repetibilidad, correlación genética aditiva y heredabilidad de diversas medidas de lunares en la raza Corriedale.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTANCIA DEL RUBRO

Históricamente, el rubro ovino ha sido para el Uruguay uno de los principales componentes de la economía. El subproducto lana, en especial, ha tenido un papel fundamental en el PBI agropecuario, siguiendo variaciones a través de los años producto de la competencia con otras fibras, así como la competencia entre rubros por recursos escasos, y en especial por el recurso tierra.

Uruguay dispone de 13 millones de hectáreas para la producción ganadera, donde en la actualidad existen unos 11,7 millones de vacunos y 8,6 millones de ovinos, de los cuales más del 60% pertenecen a la raza Corriedale. La tendencia del stock ovino ha sido a la baja desde principios de los 90, aunque con un leve repunte y vaivenes desde hace 3 ó 4 zafras (URUGUAY. MGAP. DIEA 2008a, 2008b, URUGUAY. MGAP. DICOSE 2010a, 2010b); en consecuencia la producción de lana ha seguido la misma tendencia (Figuras 1 y 2). El componente capón ha sido el más afectado, con excepción de la raza Merino Australiano, donde se producen lanas finas y donde aún se justifica su mantenimiento dentro del rodeo.

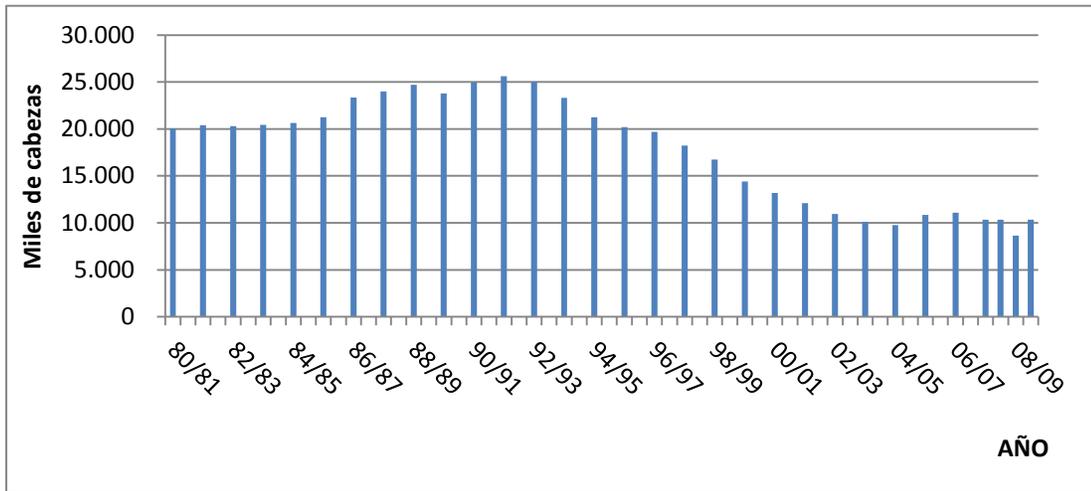


Figura 1. Stock ovino en Uruguay Fuente: URUGUAY. MGAP. DICOSE (2010b)

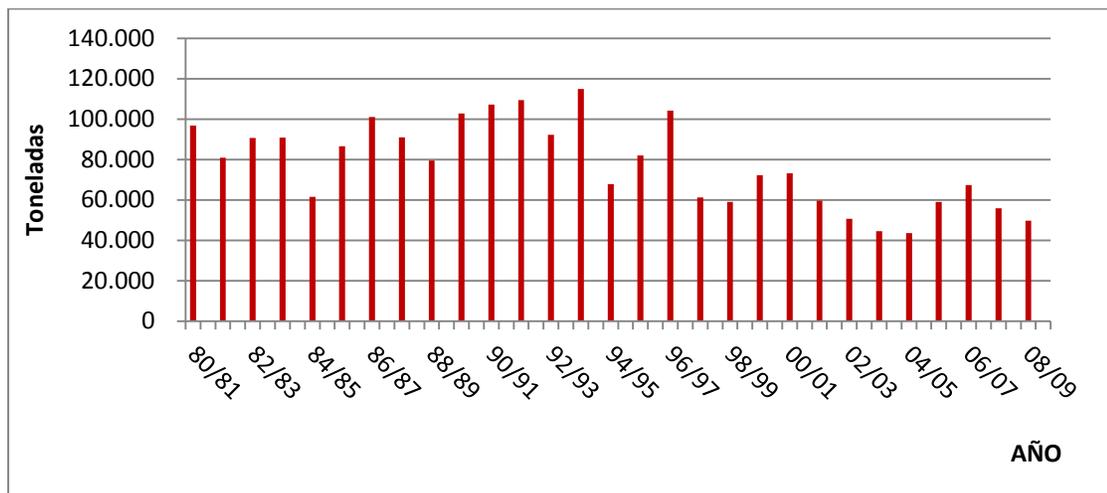


Figura 2. Estimación del equivalente base sucia de las exportaciones de lana y productos de lana Fuente: elaborado en base a datos de exportaciones del SUL (s.f.)

El rubro ovino y principalmente el sub-rubro lana, ha sido uno de los principales componentes de la economía uruguaya a lo largo de la historia. Durante el período marzo-2008 a febrero-2009 ingresaron al país 205,5 millones de dólares por concepto de lanas y productos de lana, 17,8 % menos

frente a igual período anterior, donde ingresaron al país unos 250 millones de dólares. Del total, 152 millones de dólares corresponden a lana sucia, lavada y peinada, un 24,3% menos que el período anterior, el resto corresponde a productos y subproductos de lana (SUL, 2009). Esto equivale en términos de volumen a 46,2 millones de kilos de lana base sucia, siendo la lana peinada (tops) la amplia mayoría de lo exportado (Uruguay es actualmente el segundo exportador mundial de lana peinada), seguido de la lana sucia y por último lavada (Figura 3).

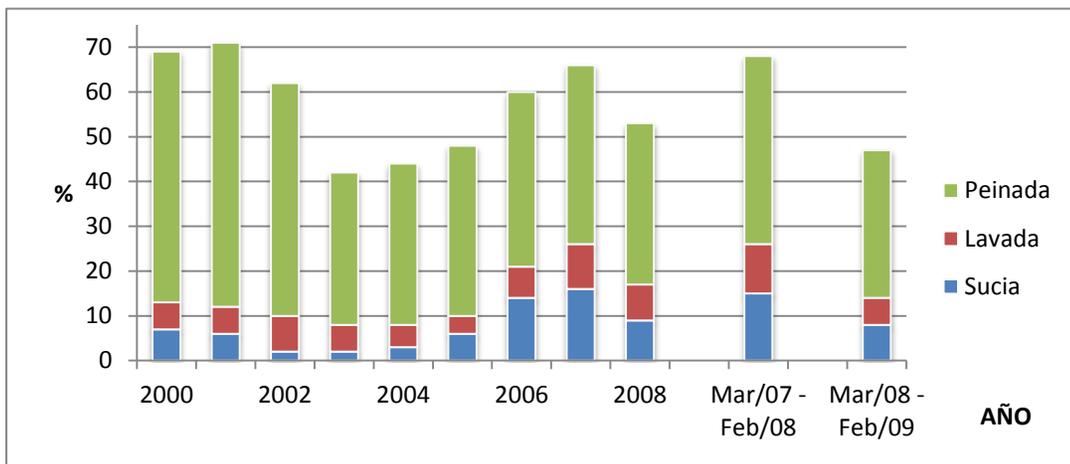


Figura 3. URUGUAY: Evolución de las exportaciones de lana (en millones de kilos base sucia) Fuente: SUL (2009)

China sigue siendo el principal destino de las lanas uruguayas en sus 3 principales formas de exportación, seguido de Alemania, Italia e India (Figura 4).

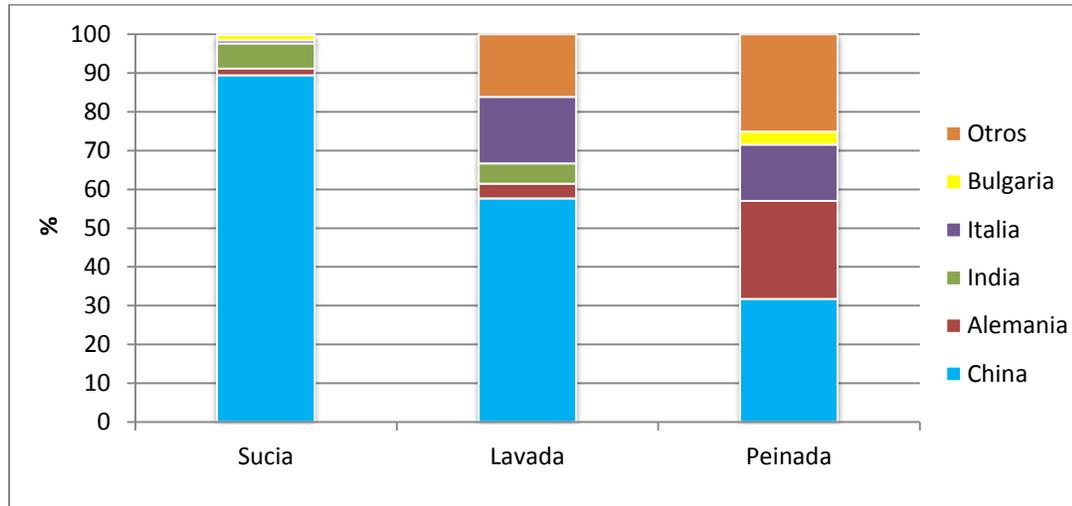


Figura 4. URUGUAY: Principales destinos de las exportaciones de lana (en porcentaje sobre el total de U\$. marzo 2008/febrero 2009).

Fuente: SUL (2009)

La relación desfavorable existente entre los precios de la producción de carne vacuna y los precios de la lana en el ámbito nacional (con tendencia a la baja sobre todo en lo que refiere a lanas medias a fuertes), es una de las principales explicaciones del aumento del rodeo vacuno frente al ovino (Figura 5).

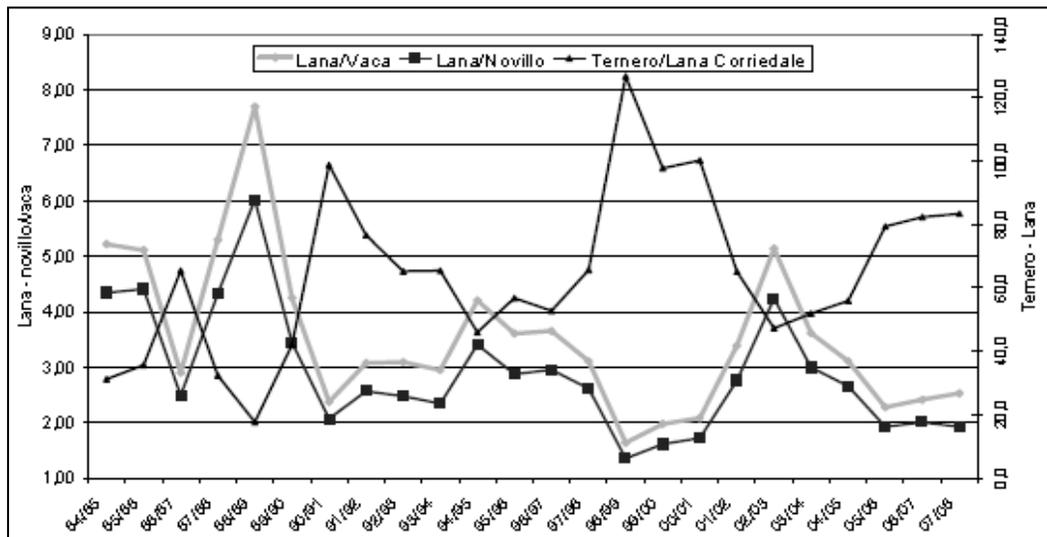


Figura 5. Precios relativos de la lana con carne vacuna y ternero
Fuente: Muñoz (2007)

Dentro de las lanas, la tendencia del consumo mundial en la última década es hacia fibras de menor diámetro, menos de 19 micras, reduciendo su importancia relativa las de más de 30 micras, ya que el principal destino de esta fibra con un 66 % es para vestimenta y un 30 % para interiores (tapicería, cortinados, etc.). Dentro de estas últimas se aceptan lanas de hasta 32,5 micras (Trifoglio, 2006).

Según Cardellino (2007), la situación potencial del Uruguay de volcarse a la producción de carne ovina, en especial en la producción de corderos pesados, se ve restringida por la escasa posibilidad de intensificación de los sistemas en lo que a la base forrajera se refiere, principalmente con destino al rubro. Esto trae como consecuencia un aumento relativo en importancia de la producción de lana. En la actualidad los mercados de carne se ven menos afectados que los de lana y sería probable que los precios se sigan manteniendo bastante por

encima de los promedios históricos (Tambler, 2009). Cabe recordar que Uruguay es el tercer exportador de carne ovina a nivel mundial.

En los últimos años, el consumidor final ha ido modificando sus preferencias en relación a las prendas que usa. Esto se debe a las condiciones en que trabaja, transporta, descansa y vive. En el presente, ya no son necesarias las prendas de lana tan pesadas como hace 20 ó 30 años, ya que en la mayoría de los lugares que se frecuentan poseen calefacción. Por este motivo la preferencia es vestirse en capas, es decir con varias prendas livianas. Según un estudio realizado por The Woolmark Company, el peso de los tejidos (peinados y cardados) se redujo gradualmente entre un 30 y 40 %, lo cual implica el uso de lanas más finas (Pereira y Otero, 2008).

Trifoglio (2009) indicó que *“la recesión económica, consecuencia de la crisis financiera global, golpeó duro en todos los siete mayores mercados de consumo de lana en la última temporada otoño/invierno del Hemisferio Norte. Esto es particularmente negativo para la lana, ya que se estima que alrededor del 60% del consumo anual de lana se concentra en las compras de vestimenta que se efectúan durante la temporada otoño/invierno del Hemisferio Norte”*. Las últimas previsiones de crecimiento económico en 2009 apuntan a un año difícil para las ventas de ropa de lana. El crecimiento económico en los siete países consumidores de lana se espera que esté prácticamente a cero en 2009. Como el crecimiento económico es importante para mantener los ingresos del consumidor y venta al por menor, esto traerá un descenso de las ventas de la mayoría de los productos, incluida la ropa de lana (Trifoglio, 2009).

Las condiciones climáticas del invierno 2008 fueron buenas para la producción de lana, por lo que cabría esperar una productividad por cabeza mayor a la del año anterior. Sin embargo en octubre y noviembre se concretaron negocios a valores que estarían determinando una reducción de 35% para la lana Corriedale. Desde principios de siglo la competitividad de la lana se vio afectada por sus altos niveles de precios relativos respecto a los sintéticos y al algodón, pero para el año 2009 se espera una mejora frente a las fibras sintéticas, como consecuencia del ajuste de los precios de la lana a la baja así como también frente al algodón, por un efecto combinado de una baja en el precio de la lana y un aumento para el algodón verificado durante 2008 (Tambler, 2009).

2.2 IMPORTANCIA DE LAS FIBRAS COLOREADAS

Como ya fue mencionado, la lana es de gran importancia para la economía del país a lo largo de toda la cadena productiva, desde el productor hasta las distintas industrias que agregan valor a la fibra. Es por ello que las Facultades de Agronomía y Veterinaria (Universidad de la República - UdelaR) y el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), han llevado a cabo desde hace muchos años diversos proyectos de investigación y desarrollo para la mejora de la calidad de la lana, dado que esta última característica es la principal limitante de nuestras lanas para el ingreso a aquellos mercados cuyas exigencias son altas, y que día a día va en aumento en consecuencia con la demanda por parte del consumidor final.

Las principales líneas de trabajo han sido:

- Proyecto CSIC: Fibras coloreadas en la raza Corriedale – UdelaR
- Proyecto de Desarrollo Tecnológico PDT 35/02, “Disminución de fibras pigmentadas en Corriedale por vías genéticas” - UdelaR
- Plan de acondicionamiento de lanas - SUL
- Proyecto de fibras coloreadas - SUL
- Proyecto de residuos de pesticidas - SUL
- Eliminación de fibras extrañas - SUL
- Proyecto color de la lana - SUL
- Programa de producción de lanas medias de calidad - SUL

Todas estas líneas apuntan a mantener y mejorar la competitividad de nuestro producto frente a otros países productores que ya han avanzado en el sentido correcto según las demandas (Mendoza y Maggiolo, 1999).

La importancia textil de las fibras oscuras radica en su imposibilidad de ser teñidas con colores claros ó pastel; éstas se pueden dividir en fibras oscuras debido a causas genéticas (pigmentadas por la presencia de melanina – Fibras pigmentadas ó FP) ó por causas ambientales (manchadas por orina y heces, productos químicos, pinturas, etc.- Fibras coloreadas ó FC). Los lunares pueden ó no producir fibras pigmentadas, aunque como se explicará más adelante, los lunares aparecen con la edad y por efecto de la incidencia de los rayos ultravioletas sobre la piel, lo cual aumenta el riesgo de que produzcan fibras pigmentadas por melanina.

Cuadro 1. Número de fibras coloreadas totales y de origen genético por kilo de top. Esquila con separación de vellones con lunares.

MAJADAS	VELLONES SIN LUNARES		VELLONES CON LUNARES	
	FC totales *	FC de origen genético ¹	FC totales *	FC de origen genético ¹
1	216	74 (34%)	406	136 (33%)
2	183	86 (47%)	242	242 (100%)
3	169	39 (23%)	542	204 (38%)
4	123	sd	sd	sd
PROMEDIO	189	66 (35%)	397	194 (49%)

* Fibras coloreadas totales = fibras coloreadas genéticas + fibras coloreadas ambientales

¹ Entre paréntesis porcentaje de fibras coloreadas de origen genético del total de fibras coloreadas

Fuente: modificado de Mendoza et al. (2004)

Mendoza et al. (2001) promoviendo el Plan de Acondicionamiento de Lanas, afirman que las fibras de origen ambiental se reducen drásticamente mediante una correcta cosecha de la lana, esquilando Tally Hi y realizando el acondicionamiento de acuerdo a las normas vigentes. No así las de origen genético, por consiguiente el Proyecto de fibras coloreadas apuntó a reducir dicho nivel de contaminación con fibras pigmentadas mediante mejoramiento genético ó prácticas antes y durante la esquila, es decir, identificar carneros de alto nivel (con registros de pigmentación y aparición de lunares) así como la separación de vellones de animales con lunares durante la esquila. Con ello se logró reducir el contenido de fibras pigmentadas sensiblemente (Cuadro No.1).

2.2.1 Importancia textil

La calidad de la lana en Corriedale, sin considerar diámetro, está dada por la presencia de fibras pigmentadas y presencia de fibras meduladas; ambos tipos de fibras traen problemas de color a la hora de la tinción en el proceso industrial.

La presencia de fibras coloreadas constituye un defecto importante de las lanas, particularmente para la fabricación de telas y prendas de alta calidad para ser teñidas, lo cual reduce su valor (entre el 15 – 20 %) cuando el número de fibras coloreadas excede las 300 fibras/kg de top, por encima de características como color y fibras meduladas.¹

Una vez que se realizó el tejido, la eliminación de las fibras oscuras (como la que se observa en la Figura 6) no solamente es dificultosa sino costosa, dado que se realiza manualmente por operarios especializados.



Figura 6. Fibra coloreada detectada en un tejido de color claro.

Fuente: extractado de Fleet (2006a)

Según un estudio llevado a cabo por Larrosa y Orlando (1983) sobre la incidencia de fibras oscuras en lanas peinadas, se pudo establecer que existe un elevado contenido de fibras oscuras en tops de lanas uruguayas, lo cual

desmerece su calidad. Para los micronajes donde entrarían las lanas de raza Corriedale (26μ a $31,1\mu$), entre 372 a 576 fibras oscuras/100g de tops, de las cuales entre el 88 y 96% correspondían a fibras coloreadas. En dicho trabajo se recomienda el refugo de animales con manchas, lunares ó fibras pigmentadas, pero la limpieza (desborde) del vellón constituye la principal vía de eliminación de fibras coloreadas, principalmente las de origen ambiental. En el mismo estudio también se pudo constatar una correlación positiva y estadísticamente significativa de 0,5876 entre el número de fibras oscuras y el diámetro de la lana (Figura 7).

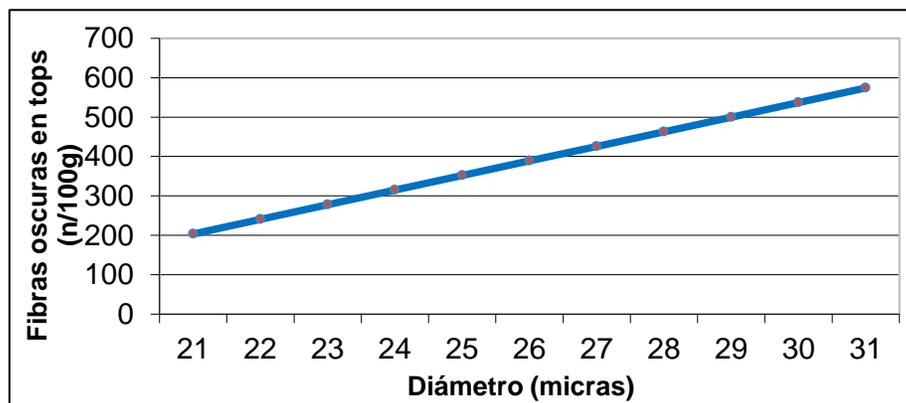


Figura 7. Fibras oscuras en lanas peinadas Fuente: Larrosa y Orlando (1983)

Por su lado, Fleet y Stafford (1989) trabajando con animales Corriedale, encontraron altísimas correlaciones entre la concentración de fibras pigmentadas por gramo de muestra peinada y la proporción de muestras conteniendo fibras pigmentadas entre las muestras afectadas, que ascendían a 0,96 y 0,97.

Para los topistas del Uruguay así como para diversas industrias en Europa, según una consulta realizada al Dpto. de Manipuleo Lanero del S.I.L. en el año

1989 a 15 fábricas de Francia, Bélgica, Holanda, Alemania y Reino Unido, el principal problema de las lanas Corriedale son las fibras coloreadas, donde se constató que los tops hechos con lanas uruguayas poseían entre 2 y ½ a 13 veces más fibras coloreadas que tops hechos con lanas australianas (SUL, 1988, 1990). En una encuesta más reciente realizada a exportadores uruguayos, estos destacaron la necesidad de disminuir el contenido de fibras coloreadas (entre otras características) para mantener y fortalecer los mercados a los que se acceden (Peinado et al., 1998).

El contenido de fibras oscuras es uno de los tres principales atributos que definen el uso final de la lana, y el problema radica en que las mismas no se tiñen con las tintas, limitando su uso con colores pastel ó claros (Mendoza et al., 2004).

Según Cardellino (1994), no es posible producir tops totalmente libres de fibras oscuras, por lo que existe un nivel aceptable de fibras oscuras en el top que depende del uso final de la lana. Para lanas medias de las del tipo de la proveniente de ovinos Corriedale, de entre 26,5 y 29,5 micras, este autor ubica el límite entre 500 – 600 fibras coloreadas/kilo de top.

En otro trabajo de Fleet (2006b) y trabajando con la raza Merino Australiano, encontró una correlación positiva entre la concentración de fibras pigmentadas en tops y las estimaciones basadas en evaluaciones en los animales de 0,623 ($P < 0,099$).

2.2.1.1 Calidad de la lana

Un proyecto, iniciado por la Federación de Organizaciones de Lanasy Australianas (en inglés, FAWO) y financiado por Australian Wool Innovation Ltd. (AWI), desarrolló un esquema para identificar el riesgo potencial de fibras oscuras y/o meduladas presentes en lana Merina. El esquema implica la declaración voluntaria por el vendedor, al momento de la esquila, de la información requerida para determinar el Sistema de Declaraciones de Riesgo de Fibras Oscura y/o Meduladas (DMFR) para cada línea de lana. Este esquema está disponible para el uso de productores de la raza Merino desde julio del 2004. El DMFR tiene una escala de 1 (mejor) a 5 (el peor), con factores de riesgo 1 y 2 el más conveniente para un uso-final más sensible. La misma cota de referencia (es decir 100 fibras/kilogramo de contaminante) es usada tanto para fibras oscuras como para meduladas. En el top de lana, es medido como fibras oscuras y/o meduladas por kilogramo (dmf/kg) (FAWO, 2003).

En un informe preparado por Milburn (2007) para el Departamento de Industrias Primarias y Pesca (DIP & F), el investigador Lester Pahl afirma que existe un número de certificación de sostenibilidad y ética disponibles para su uso. Sólo uno ó dos de estas opciones pueden ser adecuadas para cada productor de lana y, por tanto, los productores necesitan llevar a cabo sus propios y cuidadosos análisis antes de decidir adoptar alguna opción. Las certificaciones disponibles para productores de lana pueden agruparse a grandes rasgos en tres categorías, los protocolos de producción, sistemas de gestión, y las etiquetas de los productos.

Protocolos de producción, tales como la garantía de la calidad (QA) y DMFR describen una serie de prácticas que debe aplicar un productor, y debido

a esto, son muy adecuados para el cumplimiento de los requisitos básicos de los principales mercados de la lana. Mientras que para las certificaciones de control de calidad, de fibras oscuras y de residuos químicos no existe obligación por los principales mercados de productos básicos en el momento actual, las expectativas de los clientes de estos atributos relativos a la calidad de la lana en bruto son cada vez mayores, y es probable que estos casos, puedan llegar a ser obligatorios, y en el caso de que la lana que no esté certificada con estos criterios, la misma será penalizada. En comparación, sistemas de gestión tales como ISO 14001 EMS y las etiquetas de productos certificados como orgánicos, se adaptan mejor a la comercialización de lana de mayor valor en los mercados especializados (Milburn, 2007).

2.3 FIBRAS COLOREADAS Y PIGMENTADAS

2.3.1 Origen del vellón blanco en ovinos

El vellón de los ovinos salvajes precedentes a las razas actuales domésticas debería ser semejante al existente en los ovinos salvajes actuales (Fernández Abella, 1990). El hombre con la domesticación del ovino hace 11.000 años (especialmente en la zona del Mediterráneo), a través de la selección y aprovechamiento de las mutaciones ocurridas logró una materia textil más homogénea: la lana.

Para que evolucionara el vellón producido por los ovinos salvajes de tipo heterótrico (vellón de doble capa pelífera compuesta por una capa exterior de pelos largos y gruesos, que impide la penetración de agua, y una capa interna compuesta lanilla fina y corta, que actúa como aislante térmico) a uno de tipo

homótrico en los ovinos domésticos (compuesto por una sola cobertura (compuesta por fibras de lana únicamente) fueron necesarias varias mutaciones sucesivas. Lo mismo ocurrió para lograr un vellón blanco: para ello fue necesario que se combinaran genes que modificaron la presencia de melanocitos, así como en el tamaño y repartición de la melanina. Por la complejidad del sistema podemos explicar el por qué la dificultad de eliminar las fibras pigmentadas.

El mouflón salvaje (Figura 8), supuesto antecesor del ovino doméstico, tenía un patrón de color con las partes superiores pigmentadas y la barriga blanca. La mayoría de las razas domésticas modernas son el resultado de miles de años de selección por vellones blancos (Cardellino, 1994).



Figura 8. Mouflón de Córcega.

La raza Corriedale, en particular, es un cruzamiento entre las raza Merino Neozelandés y Lincoln (50/50) creada entre los años 1860 y 1870 con el objetivo del doble propósito, producción de lana crusa fina y producción de carne. Produce lana con un micronaje que puede ir desde 26 micras

aproximadamente hasta poco más de 30 micras. Uno de sus principales problemas es la presencia de fibras pigmentadas, lo cual está relacionado al estándar racial, con hollares y pezuñas pigmentadas y morros negros (indicador de folículos primarios muy gruesos) lo que contradice el objetivo de lograr una mínima contaminación con fibras pigmentadas y lanas suaves al tacto así como también un bajo micronaje (Borrelli, 2007).

Adalsteinsson, citado por Fleet et al. (1984a) sugirió que la práctica de seleccionar por morro negro en Corriedale, puede ser antagónica con la selección para vellón blanco.

Urioste et al. (2008a) en un estudio realizado sobre rasgos de pigmentación de ovejas Corriedale mostraron que hay una variación fenotípica importante entre animales y majadas, sugiriendo la existencia de una variación genética subyacente. En otro trabajo, realizado con 2 majadas experimentales de la Facultad de Agronomía y Facultad de Veterinaria (UdelaR – Uruguay) sugieren que la presencia de lunares en animales Corriedale puede ser un rasgo indicador de presencia de fibras pigmentadas, para afirmar lo anterior estimaron una correlación de $(0,52 \pm 0,08)$ entre pigmentación de hocico y presencia de lunares en la piel, y de $(0,47 \pm 0,23)$ entre pigmentación en hocico y fibras pigmentadas (Urioste et al., 2008b).

2.3.2 Origen de las fibras oscuras

Una fibra se considera como oscura (FO) cuando se aparta del color blanco, con un grado de coloración mayor a 5 en una escala de 0 a 8 y de más de 10 mm de largo (Fould et al., 1984). El origen de las fibras oscuras puede ser debido a causas genéticas (pigmentadas por la presencia de melanina) ó ambientales (manchadas por orina y heces, productos químicos, pinturas, etc.). Las primeras vistas al microscopio pueden verse uniformemente teñidas, las segundas se observan con gránulos oscuros.

Larrosa y Orlando (1983) constataron en tops hechos con lanas sin acondicionar de Uruguay en promedio poseen 5000 FO/kg y que con el acondicionamiento post-esquila del vellón se logró eliminar las fibras contaminadas por orina y heces, más aún quedarían 500 FC/kg de top, lo que está por encima de los requisitos para el ingreso a los mercados más exigentes.

Gracias al Plan de Acondicionamiento de lanas impulsado por el S.U.L. se ha logrado reducir sustancialmente el contenido de fibras coloreadas, en donde los niveles así como su incidencia según el origen han cambiado. En un muestreo de tops realizados con lana acondicionada proveniente de diferentes majadas, incluyendo la majada Corriedale del C.I.E.D.A.G. (CE), se constató que los niveles de fibras coloreadas por kilo de top oscilaban entre 167-1213 y que entre 65-94 % de éstas eran de origen genético. Dichos valores muestran un revés de situaciones de años anteriores donde no solamente los niveles de fibras eran más altos, sino que el 90 % de las mismas eran de origen no genético (Cuadro No.2) (Cardellino y Mendoza, 1996).

Sin embargo, todos los lotes con excepción del proveniente del centro experimental, se encontraron por encima de las 300 fibras/kg de top, requisito para ingresar a los mercados más exigentes.

Esto sugiere que a pesar de los esfuerzos realizados para disminuir el contenido de fibras no deseadas y por ende poder competir con lanas de otros orígenes, es necesario encontrar herramientas de índole genético. La medición directa del contenido de fibras pigmentadas es cara y poco práctica, por lo que una alternativa posible es buscar características genéticamente asociadas, que puedan usarse como criterios de selección. Se necesita más información para establecer un plan de selección para disminuir el número de fibras coloreadas de origen genético (heredabilidades y correlaciones genéticas con caracteres indicadores), ya que no existe ó es incompleta, tanto a nivel nacional como internacional (Peñagaricano et al., 2007a).

Cuadro 2. Contenido y origen de fibras coloreadas (FC) en tops de lana acondicionada. Raza: Corriedale.

Lote	Firma topista	FC/kg top	% FC	
			genéticas	Diámetro (μ)
C1	1	1213	86	25,9
C2	1	931	84	27,7
C3	3	558	84	29,1
C4	3	589	82	26,7
C5	3	740	94	27,9
C6	3	636	87	29,2
C7	3	631	84	29,1
C8	3	655	82	27,1
CE	4	167	65	27,3
Promedio		680	83	27,7

Fuente: Cardellino y Mendoza (1996)

2.3.2.1 Fibras coloreadas de origen ambiental

Las fibras coloreadas de origen ambiental son originalmente blancas, pero adquieren coloraciones oscuras permanentes al lavado por efecto, principalmente, de la orina y heces (puntas quemadas) aunque también por específicos veterinarios (productos para baños, etc.), pinturas usadas para marcar los animales, etc.

Según un estudio llevado a cabo sobre 69 muestras, de tops hechos con lana sin acondicionar, correspondientes a las finuras más comunes en el Uruguay, se pudo determinar mediante la utilización de una lupa diseñada por

el C.S.I.R.O. (top tester), que el 91 % de las fibras coloreadas eran manchadas de origen no genético y el restante 9 % de origen genético (Cardellino et al., 1992). No se observaron diferencias significativas en los porcentajes de los distintos orígenes de fibras coloreadas entre finuras ni entre firmas.

Estos resultados, muy elocuentes, muestran que cualquier intento por reducir la incidencia de fibras coloreadas debería tener en cuenta que la mayoría corresponden a fibras manchadas y que responden a procesos poco eficientes en la preparación de los animales previos a la esquila (Figura 9) así como un mal acondicionamiento de la lana en el galpón (Figura 10).



Figura 9. (a) Oveja con lana coloreada por la orina y heces. (b) Oveja a la que se le realizó una limpieza previa a la esquila

Fuente: extractado de Fleet (2006b)

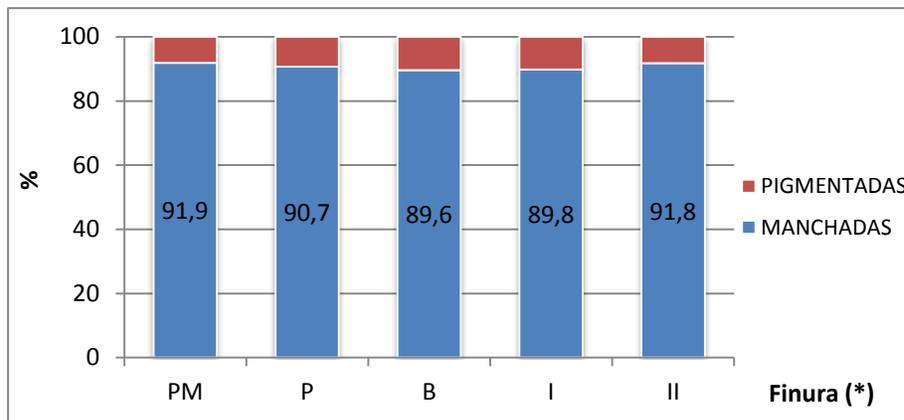


Figura 10. Fibras coloreadas en tops según finura (* ANEXO I).

Fuente: Cardellino et al. (1992)

2.3.2.2 Fibras coloreadas de origen genético

Según Cardellino y Mendoza (1996), en tops hechos con lanas acondicionadas más del 60% de las fibras oscuras pertenecen a la categoría de pigmentadas. El origen de estas fibras se encuentra en la presencia de fibras oscuras en lunares de la piel así como en fibras pigmentadas aisladas, las que se distribuyen al azar en el vellón (Cardellino et al. 1990, Fleet 1996).

Cabe recordar que el ovino, como lo conocemos hoy, es el resultado de cientos de años de selección; su antecesor el muflón tenía pelaje de color en todo su cuerpo a excepción de la barriga, por lo tanto existe algún ó algunos genes responsables del color blanco de la lana. Existen varios mecanismos genéticos que controlan el color blanco en el pelo de los mamíferos, algunos de estos aparecen de forma generalizada en las poblaciones de ovinos domésticos. Uno de estos mecanismos es el moteado blanco ó white spotting, el que ocurre en regiones al nivel de la piel ó de los folículos donde carecen de melanocitos. Otro mecanismo es la dilución del pigmento el cual es

acompañado por una disminución en la efectividad por parte de los melanocitos en la producción de melanina.

También existe otro tipo de controles que no solo afectan directamente la distribución y actividad de los melanocitos genéticamente, sino también por las cualidades texturales del pelaje. Algunos de estos son: el grosor de la fibra, ya que expresan de manera diferente el color si se trata de una fibra proveniente de folículos primarios (generalmente gruesa) que potencialmente puede teñirse de oscuro o, proveniente de folículos secundarios (generalmente fina) con menor probabilidad de pigmentarse totalmente y que se pigmentan más fácilmente con eumelanina. También existe un dimorfismo sexual en los antecesores salvajes de la oveja domesticada, los machos son generalmente más oscuros que las ovejas debido a la presencia de patrones eumelánicos más extensos sobre las paletas y la cabeza. Esto se acentúa en machos dominantes y maduros, más que en carneros jóvenes. La interacción de áreas eumelánicas con áreas feomelánicas es crítico en la aparición en general de patrones como en la presencia de áreas oscuras a lo largo de áreas pálidas y diluidas (Sponenberg, 1997).

El origen de las fibras pigmentadas se encuentra en la formación de la fibra al ser coloreada por gránulos de pigmentos denominados en forma general como melanina (una mezcla compleja de feomelanina y eumelanina); ésta se produce naturalmente en unas células denominadas melanocitos y dentro de organelos denominados melanoblastos. Cuando estas células migran hacia el interior del bulbo folicular donde se forma la fibra, se produce la pigmentación.

Exámenes histológicos muestran que la raza Merino Australiano (blanca) presenta una población de melanocitos en forma latente en la piel (Figura 11), pero éstos están ausentes en los folículos. Si bien se encuentra en etapa de investigación, la posible identificación de dicha variación genética podría ser explotada para reducir la incidencia de fibras pigmentadas de lunares en los ovinos (Fleet, 2006a).

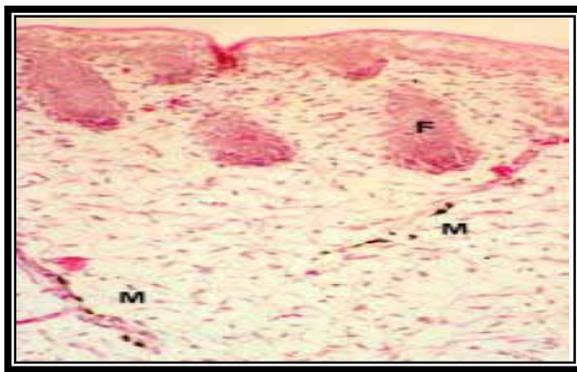


Figura 11. Corte histológico de la piel de un feto de cordero blanco (Merino) a los 85 días post concepción, mostrando el desarrollo de folículos productores de fibra de lana (F) y melanocitos (M). En este caso se podrían desarrollar fibras

pigmentadas aisladas Fuente: extractado de Fleet (2006b)

Según Jackson, citado por Sponenberg (1997), existen muchos loci que intervienen ó afectan diferentes componentes de los mecanismos de control melanogénico. Todos interactúan para dar el color final de los diferentes fenotipos de ovejas. Algunos de estos loci se presentan en el Cuadro No.3.

De todos estos loci, el más estudiado es el locus Agouti (situado en el cromosoma 13), que con sus múltiples alelos es responsable de las principales variaciones del color, controlando la cantidad y distribución de eumelanina y feomelanina en la piel y fibras. Dentro de este locus el Alelo Agouti “white/tan” (Awt) es responsable de los fenotipos blancos inhibiendo la producción de

eumelanina mientras que el Alelo non-agouti (Aa), completamente recesivo, es responsable de fenotipos completamente negros (Nicholas, 1987)

Según estudios realizados por Adalsteinsson, Lauvergne, Fleet, citados por Sponenberg (1997), los alelos del locus Spotting son recesivos para la mayoría de las especies y resulta en regiones de piel y pelo sin pigmentación. La interacción del alelo spotted con el alelo Agouti es de gran importancia no solo en proveer un extenso moteado blanco sino también en una disminución en la expresión de la feomelanina. Dicha interacción es crucial en la producción de vellones blancos en muchas razas, debido a que remueve el pigmento tanto por el moteado blanco como por dilución. Adalsteinsson, citado por Sponenberg (1997) encontró una heredabilidad de 0,8 para la extensión del moteado blanco ó white spotting.

El locus Extension interacciona con el Agouti en la determinación del color y algunos de los alelos del primero parecen explicar la herencia de lunares oscuros en ovinos de lana blanca. El gen Extension ó MC1R codifica un receptor en los melanocitos para la hormona estimulante alfa-melanocito, la cual se conoce que estimula la colonización con melanocitos y la producción de pigmentos negros (Fleet, 2006a)

Cuadro 3. Loci y alelos que afectan el color de ovejas.

Locus	Símbolo	Alelo	Símbolo
<i>Agouti</i>	A	Agouti	A ^{wt}
		Salvaje	A ⁺
		Gris y marrón claro	A ^{gt}
		Gris claro	A ^{kg}
		Light badgerface	A ^{lb}
		Badgerface	A ^b
		Azul	A ^{bl}
		Gris	A ^g
		Gotland grey	A ^{gg}
		Negro y marrón claro	A ^t
		Swiss marked	A ^s
		Rayado lateral	A ^{ls}
		<i>Pale cheek/eye ring</i>	A ^{pc}
		<i>Eye patch</i>	A ^{ep}
		<i>Sooty</i>	-
Non-agouti	A ^a		
Albino	C	Salvaje	C ⁺
		Albino	C ^a
<i>Australian piebald</i>	AsP	Salvaje	AsP ⁺
		Piebald	AsP ^p
<i>Extension</i>	E	Negro dominante	E ^d
		Salvaje	E ⁺
<i>Spotting</i>	S	Salvaje	S ⁺
		Spotted	S ^s

Fuente: Sponenberg (1997)

El locus Australian Piebald es responsable de lunares negros aislados y tiene efecto sobre cualquier genotipo del locus Agouti y no solamente sobre el blanco como se pensaba tiempo atrás (Sponenberg, 1997).

También se ha encontrado un gen responsable de albinismo en una majada de la raza Suffolk denominado Tyr, ya que involucra un defecto en la enzima tirosinasa, necesaria para la síntesis de melanina. Esto podría ser de gran utilidad en el futuro (Fleet, 2006a).

El gen Kit es el responsable del pelaje blanco en cerdos Large White y Landrace, así como de lunares ó manchas en ganado. Dicho gen, en ovinos, se encuentra localizado en el cromosoma 6 y aparece como uno de los responsables de la formación de lana blanca, pero aún falta una confirmación (Fleet, 2002).

Éstos son solo algunos ejemplos de los diferentes genes y locus que interaccionan, ó no, entre sí y que están involucrados en la determinación y distribución del color de la lana de muchas razas de ovinos. Aún falta mucha investigación sobre estos y otros potenciales genes.

2.4 LUNARES DE COLOR

Gran parte de la investigación en el tema de las fibras pigmentadas está desarrollada sobre majadas Merino, básicamente porque la lana que produce dicha raza es más codiciada por su calidad y por ende el precio pagado es sensiblemente superior. Por otro lado, es la principal raza de Australia, principal productor y exportador mundial de lana. Es por ello y porque el Corriedale es una cruce con Merino, y por lo tanto comparten información genética, que la información que se presenta en el presente trabajo deriva de investigaciones en ambas razas. A nivel nacional se han realizado recientemente investigaciones

al respecto, los cuales cuentan con algunos resultados preliminares que han sido presentados en diversos congresos (Kremer et al. 2003, Urioste et al. 2007, 2008a, Peñagaricano et al. 2007a, 2007b, Naya et al. 2008, Laporta 2008b, Vidal et al. 2008)

Un lunar, por definición es una mancha de la piel, plana, redondeada y de color castaño oscuro ya que contiene un exceso de melanina, el pigmento cutáneo de los mamíferos. Los lunares pueden ser congénitos ó aparecer en individuos con predisposición genética tras la exposición a los rayos solares ó a cualquier otra fuente de luz ultravioleta. La luz estimula la proliferación de melanocitos, que son las células que sintetizan la melanina.

En el caso específico de los ovinos, los lunares pueden ó no producir fibras pigmentadas, y además de ser congénitos ó aparecer con la edad (no congénitos), puede ser parte de lo que se conoce como animales de tipo *Piebald* (fenotipo descripto para la raza Merino). Cuando éstos producen fibras pigmentadas, se debe a la migración de dichos melanocitos migran hasta la base de los folículos donde ocurre la pigmentación (Fleet y Forrest, 1984b).

De Miquelerena y Pereira (2004), trabajando con Corriedale, encontraron que el 69% de los animales presentaron lunares en zona de vellón, con una variación individual importante en número y área de lunares, mientras que el 81% de los lunares presentaron (según una escala subjetiva) menos de 20% de fibras pigmentadas, concentrándose mayoritariamente en la zona del lomo. El número y área de los lunares en zona de vellón aumentaron con la edad, confirmando lo expresado por Fleet (2006a) trabajando con majadas Merino en

años anteriores. Cabe señalar que dicho aumento no fue significativo para los lunares con más de 60% de fibras pigmentadas.

Urioste et al. (2007), encontraron sobre 1703 animales pertenecientes a 8 majadas comerciales con diferentes estructura de edades de la raza Corriedale, que en promedio el 58,2% de los animales presentaban lunares (con una variación entre majadas que iba de 43,3% a 73,3%). De estos animales con lunares, un 39% presentó lunares con fibras y de estos el 17% mostró una presencia de lunares con alta incidencia de pigmentación (más del 40% del lunar cubierto de fibras pigmentadas). Se observó una importante variación en la incidencia de lunares entre majadas, así como un cambio en el ordenamiento de los mismos.

Urioste et al. (2008a) se extendieron los resultados a 13 majadas comerciales, constatando que de 2478 animales de diferentes edades el 62% presentaban lunares, y de éstos un 20% no presentaban lunares y un 19% presentaban lunares con más del 40% del área con fibras pigmentadas. Una vez más se detectó variación en la incidencia de lunares entre majadas, lo que sugeriría la existencia de una variación genética subyacente.

2.4.1 Lunares congénitos

Los lunares congénitos los definiremos, siguiendo con la definición antecesora, como aquellas manchas de la piel redondeadas y de tamaño variable que se pueden observar al nacimiento del cordero. Dichos lunares

pueden ó no tener fibras pigmentadas así como también pueden desarrollarlas con los años.

En un trabajo realizado por el SUL (Cardellino, 1983) donde se revisaron un total de 14.430 corderos de distintas razas con el fin de cuantificar la incidencia de lunares negros (ejemplo, Figura 12), se pudo observar que solamente el 2,1 % del total de estos presentaban lunares; esto difícilmente explicaría la alta incidencia de fibras coloreadas en lanas uruguayas. Sin embargo – y según el autor - en algunos de los establecimientos donde se realizó la revisión de corderos poseían valores lo suficientemente altos como para llamar la atención y realizar controles al respecto, tanto en señalada como en la esquila.

En ensayos llevados a cabo en las Centrales de Prueba de Progenie (CPP) del SUL, en el Centro de Investigación y Experimentación Dr. Alejandro Gallinal (CIEDAG), Mendoza et al. (2001) constataron que el porcentaje de animales con lunares (observados al esquila el primer vellón) fue del 11%, y mostrando una alta variación entre los descendientes de cada uno de los padres probados, que va desde 0% a 27%. Se puede considerar que alguno de los padres no produce hijos con lunares en tanto que en otros se encuentra un porcentaje considerablemente más alto de sus hijos con lunares. Esta variación sugiere que esta es una característica con mediana heredabilidad, candidata a ser seriamente considerada en los planes de selección.

En Nueva Zelanda, Enns y Nicoll (2002) trabajando durante 10 años sobre más de 100.000 corderos de la raza Romney Marsh encontraron que el 4,1 %

de éstos al momento del destete y 5,6 % al año de edad, fueron refugados por presentar lunares negros de fibras pigmentadas (un animal que presentaba algún lunar al destete, se consideró como que lo presentaba al año, por lo que es una medida acumulativa en 1 año).

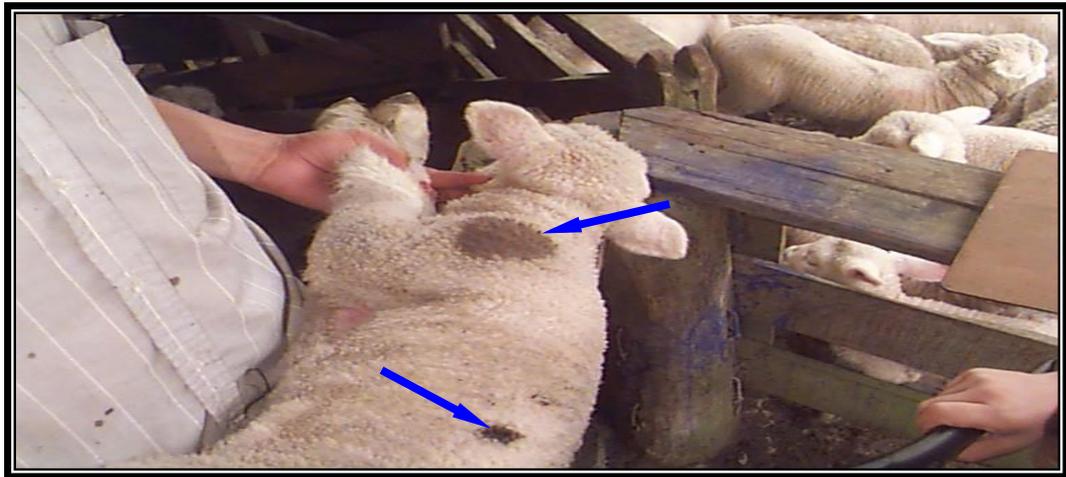


Figura 12. Ejemplo de lunares congénitos. Señalada de corderos E.E.B.R. (2003)

2.4.2 Lunares que aparecen con la edad

Los lunares que aparecen con la edad son aquellos que, según Fleet (1985b), ocurren independientemente de los genes descritos para animales de vellón blanco ó negro y para la ocurrencia de lunares al nacer (Piebald).

Bergos (1984), en un trabajo realizado con la raza Corriedale en Uruguay encontró que el 10,35 % de los animales, del total de las categorías, presentaban lunares, destacando una tendencia en las categorías jóvenes

(borregos y borregas) a presentar menor cantidad de lunares respecto al resto. Cabe acotar que la autora aclara que el trabajo no había sido diseñado para tal fin, por lo que las conclusiones no serían estadísticamente válidas.

Fleet (1984b), trabajando sobre una majada Merino, observó que una mayor frecuencia de esquila incrementaba la incidencia de lunares pigmentados y encontró que esquilando dos veces al año se aumentaba el número de lunares pigmentados, pero solamente después de dos años consecutivos de una doble esquila anual. Este resultado, junto con una tendencia a la aparición de lunares con la edad, es consistente con la idea de que la exposición de la piel a los rayos ultravioletas provenientes del sol producen un efecto (riesgo) acumulativo de desarrollar lunares. Exámenes histológicos demostraron que los lunares de la piel surgieron a causa de la activación y proliferación de melanocitos en la piel, así, el desarrollo de fibras pigmentadas de esos lunares resultó de la migración de dichos melanocitos a la base de los folículos donde ocurre la pigmentación. Dicho autor encontró que ovejas de 5,5 años de edad esquiladas 2 veces en el año presentaban un mayor número de lunares en la piel que aquellos animales contemporáneos esquilados una sola vez (25% vs 17%).

Cuando se hizo un muestreo de los vellones de las ovejas más viejas (8,5 años de edad), con y sin lunares, se observó que las muestras de vellones de los individuos no afectados en general estaban libres de fibras pigmentadas, mientras que las muestras de vellones de los individuos afectados, en general tenían niveles variables de fibras. Esto se vio reflejado en mediciones realizadas sobre tops hechos con lana proveniente de dichos vellones, lo cual da soporte al planteo de embolsar por separado aquellos vellones de individuos

afectados con lunares de los que no los tienen. Por otro lado, la evidencia muestra que las ovejas más viejas sin lunares producen principalmente corderos/as sin lunares en su etapa adulta, lo que sugiere alguna forma de base genética (Fleet, 2006a).

En otro estudio, Fleet et al. (1991), trabajando con animales adultos de la raza Merino, encontraron que existía una correlación positiva y significativa entre el número de lunares (manchones) de fibras pigmentadas (FBSP) en la región dorsal de ovejas de 5 años de edad y la mayoría de los tipos de pigmentación en zona de no-vellón y con fibras pigmentadas aisladas. Por otro lado, el número de lunares con fibras pigmentadas (SKSP) en la región dorsal no estuvo significativamente correlacionado con las fibras pigmentadas aisladas, pero sí una importante correlación positiva con varios tipos de pigmentación en zonas de no-vellón y con lunares (manchones) de fibras pigmentadas ($r = 0,54$).

De Miquelerena y Pereira (2004), trabajando en una majada experimental de la Facultad de Agronomía, encontraron una tendencia al aumento del número y área de los lunares con la edad, encontrando correlaciones de 0,395 ($P < 0,05$) y 0390 ($P < 0,05$) entre ambas características, respectivamente, y la edad. Este aumento, tanto en el área como en el número, se debió principalmente al aumento de lunares grado 1 (el grado de pigmentación se midió con una escala subjetiva de coloración negra-grisácea de 5 puntos, donde el cada grado corresponde a un 20 % de pigmentación), lo que según los autores aportarían la menor cantidad de fibras pigmentadas y no manifestarían mayores riesgos en la incidencia de este defecto.

Otro aspecto importante encontrado fue que el 10,35 % de animales presentaban lunares de grado 4 y/o 5, y un 3,33 % que presentaban ambos tipos, lo que refleja una baja incidencia en la majada. Como el tamaño promedio de estos lunares fue de 49,94 mm² (superficie productora de fibras pigmentadas promedio de 80 %), es de esperarse un aporte al vellón de entre 923 a 1203 fibras pigmentadas por lunar (estos valores salen de que el promedio para la raza es de 23,1 y 30,1 fibras/mm² según Moule, Surraco, citados por De Miquelerena y Pereira (2004), reflejando la importancia de los grados más que el tamaño de los lunares. Estos resultados plantean la posibilidad de refugar en la esquila en edades tempranas los animales con estas características, lunares grado 4 y 5, de gran tamaño y/o muchos de ellos.

También se ha encontrado que el número de lunares de fibras pigmentadas está altamente correlacionado con el número total de lunares en la piel y que la mayoría de los lunares se localizaban sobre el lomo, hacia los lados y hacia la parte posterior, sugiriendo nuevamente la implicancia de la exposición a los rayos solares (Figura 13).



Figura 13. Lunares que aparecieron con la edad sobre el lomo de una oveja de 8.5 años, esquilada 3 meses atrás. Fuente: extractado de Fleet (2006b)

Según resultados preliminares (Urioste et al., 2007), cuando se evaluó la presencia de lunares según la edad (calculada según la dentición), a medida que ésta aumenta, y principalmente a partir de los 6 dientes, se pudo observar un aumento tanto en el número de lunares como en que la mayoría presentaban fibras. El 41,4% de los animales más viejos presentó algún lunar con más del 40% del área con fibras. Esta tendencia en el incremento de lunares con la edad de los animales, también se reporta en otros avances del mismo autor (Urioste et al., 2008a, 2008b)

Según Naya et al. (2008) la edad de los animales fue el factor ambiental principal para considerar, de forma constante. Sin embargo, no se conoce si esta relación proviene de un intrínseco proceso de envejecimiento independiente de factores ambientales, ó si factores estresantes de índole ambiental como es la irradiación de sol, conducen el proceso. De todos modos, es posible prever medidas que pretendan reducir la frecuencia de fibras oscuras. Entonces si dicho proceso es el factor principal, reduciendo la edad a la esquila podría ser una práctica para tener en cuenta.

2.4.3 Fenotipo “Piebald”

Este fenotipo ha sido descrito para la raza Merino, pero cabe recordar que el origen de la raza Corriedale fue el cruzamiento de la primera con animales Lincoln, por lo que no se debería descartar la posible aparición de estos lunares. Una posible explicación de la no aparición de los mismos puede radicar en que los genes que controlan esta característica se presenten como recesivos y/o en una baja frecuencia. Por otro lado, Fleet y Lush (1997) hacen referencia a lunares tipo Piebald en Corriedale, donde no encontraron una correlación

fenotípica significativa con ninguna de las otras características medidas en el experimento (fibras en las patas, fibras en el sitio de los cuernos, entre otras).

Este tipo de lunar también es congénito, pero a diferencia de los primeros definiremos a estos animales, según Brooker y Dolling, citados por Cardellino (1994), como aquellos que presentan al nacer una ó más áreas redondeadas bien definidas (lunares) de fibras de lana ó pelos en tonos del marrón al negro, que ocurre invariablemente de forma asimétrica y que normalmente son más frecuentes en el dorso que en la zona ventral. Una definición similar dan Fleet y Lush (1997), pero agregan que se localizan al azar tanto en zonas de no vellón como en el mismo. Fleet² admite que dicho término es una “pobre” elección para describir a estos lunares de color en animales de lana blanca, ya que es un término más comúnmente usado para describir lunares blancos en animales de color. Sugiere que este tipo de lunares a diferencia de los que aparecen con la edad, se vuelven de color gris con la edad y que la mejor denominación sería “Random Spots” ó Lunares al Azar.

Este tipo de lunares se encuentra determinado genéticamente por genes presentes en el locus Australian Piebald y que actúan sobre cualquier genotipo del locus Agouti. Según Purvis y Franklin (2005), la hipótesis más probable es que dicha característica esté controlada por genes recesivos (A^{sP^p}) y que no muestran expresividad total (la expresividad se define como la proporción de individuos de un genotipo particular que manifiestan la característica) ó penetrancia incompleta en aquellos portadores homocigotas.

²Fleet, M. 2009. Com. personal.

Fleet (1996) menciona que para el SARDI la lana blanca proveniente de animales de la raza Merino tipo Piebald es aceptada cuando los lunares han sido removidos del vellón en la esquila (Figura 14).



Figura 14. Presentación de lunares congénitos de animales de la raza Merino tipo Piebald. Fuente: extractado de Stephens (2003)

Además de las formas de contaminación de la lana que ya se han descrito, existe otra forma y corresponde a la transferencia de fibras de animales con capa de color marrón ó negro hacia animales de lana blanca, pero no se detallará en el presente trabajo.

2.5 PARÁMETROS GENÉTICOS RELEVANTES

2.5.1 Heredabilidad

Para la mayoría de los caracteres la variación entre individuos se puede deber a factores genéticos y/o ambientales; entonces, si la mayor parte de esa variación es genética, es esperable que las diferencias en producción se deba a los genes que poseen los individuos y por lo tanto serán en parte transmitidos a su descendencia (Cardellino y Rovira, 1987).

En la genética, la heredabilidad es un parámetro poblacional, es decir que depende de cada población, debido a que los valores del numerador y del denominador son específicos para cada población: variación aditiva, variación genética no aditiva y ambiental. Visscher et al. (2008) definen la heredabilidad formalmente como una relación entre varianzas, específicamente cuánto de la varianza total en una población para una medida en particular, tomada en un momento ó edad en particular, es atribuible a la variación en los valores genéticos aditivos ó a los valores genéticos totales, según se trate de la heredabilidad en sentido estricto (h^2) ó en sentido amplio (H^2). También se puede definir como la porción de superioridad ó inferioridad de los padres que es dable esperar en los hijos ó como la regresión entre el fenotipo y el genotipo aditivo ($b_{A,P}$). Por lo tanto, según estos autores, la heredabilidad en una población no predice, en teoría, la heredabilidad del mismo rasgo en otra población; aunque en la práctica heredabilidades de rasgos similares son notablemente parecidas entre poblaciones de una misma especie, así como con otras especies.

Los análisis de heredabilidad estiman las contribuciones relativas de las diferencias en factores genéticos y no-genéticos a la varianza fenotípica total en una población.

Considérese un modelo estadístico para describir algún fenotipo particular:

$$\text{Fenotipo (P)} = \text{Genotipo (G)} + \text{Ambiente (E)}$$

Considerando las varianzas (Var), esto se vuelve:

$$\text{Var (P)} = \text{Var (G)} + \text{Var (E)} + 2 \text{Cov (G,E)} + \text{Var (G}\times\text{E)}$$

La heredabilidad se define como:

$$H^2 = \frac{\text{Var (G)}}{\text{Var (P)}}$$

El parámetro "H²" es la "heredabilidad en sentido amplio" ó coeficiente de determinación genética y su utilidad radica en el hecho de marcar la importancia relativa del genotipo como determinante del valor fenotípico (Cardellino y Rovira, 1987). Se incluyen los efectos debidos a la variación alélica (varianza aditiva), variación por dominancia (interacción entre genes en el mismo locus) ó de acción epistática (interacción entre genes de diferentes loci), así como efectos materno y paterno, en los que los individuos son directamente afectados por el fenotipo parental (tal como ocurre con la producción de leche en mamíferos), y la interacción genotipo por ambiente (cuando el efecto del genotipo depende del ambiente).

La heredabilidad en sentido estricto se define como la porción de la variación fenotípica que es “aditiva” (alélica) por naturaleza y se define como:

$$h^2 = \frac{\text{Var (A)}}{\text{Var (P)}}$$

Cuando el interés es mejorar ganado vía selección artificial, por ejemplo, conocer la heredabilidad en sentido estricto del rasgo de interés, permite predecir qué tanto incrementará la media de la población en la próxima generación en función de qué tanto la media de los parentales seleccionados difiere de la media de la población de la cual fueron escogidos los parentales seleccionados. La “respuesta a selección” observada conduce a una estimación de la heredabilidad en sentido estricto (llamada “heredabilidad realizada”).

Según Cardellino y Rovira (1987), se puede realizar una clasificación general de grupos de características según el valor de heredabilidad como se puede observar en el siguiente cuadro (Cuadro No.4)

Cuadro 4. Clasificación de diferentes características según su heredabilidad.

HEREDABILIDAD		
Reproductivas	0,05 – 0,15	Baja
Producción	0,2 – 0,4	Media – alta
Calidad producción	0,45 – 0,6	Alta
Esqueléticas y anatómicas	> 0,5	Alta – muy alta

Fuente: Cardellino y Rovira (1987)

2.5.1.1 Aplicaciones de la heredabilidad

El parámetro heredabilidad permite comparar con sentido rasgos entre y dentro de poblaciones, permite hacer predicciones de la respuesta a la selección, etc. En los programas de selección, juega un rol crucial debido a que determina la precisión con el cual el valor genético puede ser predicho de la información fenotípica, y por lo tanto determina el diseño de los esquemas de cría. La precisión ó exactitud ($r_{A,C}$) se define como la correlación entre el fenotipo (observable) y el valor de cría (no observable). Esto es importante debido a que si un rasgo posee una heredabilidad alta, el fenotipo de un individuo provee mucha información acerca de su valor de cría, es decir existe una fuerte correlación entre el fenotipo y el genotipo.

Cabe recordar que la heredabilidad, además de ser un parámetro poblacional, puede cambiar a través del tiempo. Esto se puede deducir fácilmente ya que la varianza de los valores genéticos pueden cambiar, la variación debida a factores ambientales puede cambiar ó la correlación entre los genes y el ambiente puede cambiar. La varianza genética puede cambiar si la frecuencia de los alelos cambia (debido a la selección ó a la endocría), si nuevas variantes ingresan a la población (por migración ó mutación) ó si existiendo variantes solo contribuyen a la varianza genética siguiendo un cambio en el trasfondo genético ó en el ambiente. El mismo rasgo medido a través de la vida de un animal puede tener diferentes efectos genéticos y ambientales afectándolo, por eso las varianzas se vuelven una función de la edad.

2.5.2 Repetibilidad

Existen muchas características de interés económico que se repiten a lo largo de la vida, ejemplo de ello pueden ser el peso de vellón en ovinos ó lactaciones en vacas lecheras, peso al nacer y peso al destete, etc. Para dichas características y otras, es que se define otro parámetro poblacional: Repetibilidad (R). En términos generales, se define como la correlación ($b_{P_2P_1}$) entre medidas repetidas sobre un mismo individuo, es decir, entre medidas realizadas en 2 momentos diferentes de su vida. También se puede definir como la fracción de la variación total del carácter que es debida al genotipo y al ambiente permanente (Cardellino y Rovira, 1987).

La repetibilidad nos indica el grado en que la superioridad ó inferioridad de los animales será observada en medidas subsiguientes en los mismos. Esta adquiere valores de entre 0 y 1.

$$b_{P_2P_1} = \frac{\text{Cov}(G+E_p+E_{t2})(G+E_p+E_{t1})}{V_G+V_{E_p}+V_{E_t}} = \frac{V_G+V_{E_p}}{V_G+V_{E_p}+V_{E_t}}$$

Existe una estrecha relación de este parámetro con la heredabilidad de una característica, ya que la repetibilidad es el límite máximo que puede alcanzar la heredabilidad. Esto es debido a que si bien el denominador de la ecuación es el mismo, en el numerador aparece el componente de la Varianza ambiental permanente (V_{E_p}).

2.5.2.1 Aplicaciones de la repetibilidad

Los principales usos de este parámetro son: indica el límite superior de la heredabilidad, la ganancia en precisión en la selección, y permite la predicción de la producción probable de un individuo (referida al promedio de la población a la que pertenece) a través de lo que se denomina producción más probable ó habilidad productiva (PMP), selección ó refugio de individuos de manera temprana en la vida de este.

2.5.3 Asociación entre características (r)

Correlación, en estadística, se denomina a la relación entre las dos variables de una distribución bidimensional. Se mide mediante el coeficiente de correlación, r . Si los datos de la distribución son $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, el coeficiente de correlación se obtiene mediante la fórmula:

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

en donde σ_{xy} es la covarianza, y σ_x, σ_y son las desviaciones típicas de las dos variables.

El valor del coeficiente de correlación oscila entre -1 y 1 ($-1 \leq r \leq 1$). En cada caso concreto, el valor de r indica el tipo de relación entre las variables x e y . Cuando $|r|$ es próximo a 1 , la correlación es fuerte, lo que significa que las variaciones de una de las variables repercuten fuertemente en la otra. Mientras que si $|r|$ es próximo a 0 , la correlación es muy débil y las variables están muy poco relacionadas.

También se entiende por correlación a la medida estandarizada del grado (fortaleza) de asociación entre 2 variables. Las correlaciones pueden ser de 3 tipos (Cardellino y Rovira, 1987):

- Correlaciones fenotípicas (r_P)
- Correlaciones genéticas (r_A)
- Correlaciones ambientales (r_E)

La correlación genética ($r_{A_1A_2}$) es la que nos interesa debido a que es la que sirve desde el punto de vista de la selección, y se define como la correlación entre valores de cría (A_1, A_2) para 2 características. Es un parámetro poblacional (no propio de un animal) y sus valores no son constantes sino que dependen de la composición genética de la población y del ambiente, se pueden clasificar en favorables ó desfavorables, positivas ó negativas, alta, media ó baja.

$$r_{A_1A_2} = \frac{\text{Cov}(A_1A_2)}{\sigma_{A_1}\sigma_{A_2}}$$

A continuación se presentan ejemplos de correlaciones genéticas para diferentes características de importancia en el ovino (Cuadro No.5).

Cuadro 5. Ejemplos de correlaciones genéticas.

	r_G
Peso de vellón limpio : rendimiento	+ 0,50
Peso de vellón limpio : longitud de fibra	+ 0,40
Peso de vellón limpio : peso de vellón graso	+ 0,60
Peso de vellón limpio : rizos por pulgada	- 0,35

Fuente: Nicholas (1987)

La correlación genética es el resultado de 2 fenómenos, la pleiotropía y el ligamiento. Cuando un gen tiene acción en más de una característica, se define como pleiotropía. El ligamiento se da cuando existen genes ligados que afectan diferentes características pero se transmiten juntos, por lo tanto un cambio en un gen (frecuencia) es acompañado por un cambio en el otro gen y por lo tanto en ambas características.

El fenómeno más importante es el primero, ya que se cree que la mayoría de las correlaciones genéticas son el resultado de muchos genes con efectos pleiotrópicos, mientras que el ligamiento es transitorio debido a que se puede romper mediante crossing over (durante la meiosis, una pareja de cromosomas análogos puede intercambiar material durante lo que se llama recombinación ó crossing over, de modo que la frecuencia de recombinación entre dos genes depende de la distancia que los separe en el cromosoma) (Cardellino y Rovira, 1987).

2.5.3.1 Aplicaciones de las correlaciones

Este parámetro es de importancia si lo que se busca conocer el cambio producido en una ó más características cuando seleccionamos por otra distinta ó realizar selección indirecta, a través de la respuesta correlacionada cuando la característica por la cual se selecciona es difícil de medir ó costosa de medir, porque lleva mucho tiempo ó porque la característica deseada se puede medir en un solo sexo y la otra en ambos.

La respuesta correlacionada se define como el cambio en la característica Y dado por regresión del valor de cría para Y sobre el valor de cría para la característica X.

$$CR_Y = i_x \times r_{(A)X,Y} \times h_y \times \sigma_{PY}$$

2.6 PARÁMETROS GENÉTICOS ASOCIADOS A CARACTERÍSTICAS DE PIGMENTACIÓN

2.6.1 Heredabilidad de características de pigmentación

Fleet et al. (1990) trabajando con la raza Corriedale, realizaron un test de progenie sobre 20 carneros con 377 corderos, encontrando que 122 vellones de la progenie contenían fibras pigmentadas (un 32%). La heredabilidad estimada para esta población fue $0,45 \pm 0,22$ para fibras pigmentadas aisladas.

El mismo autor (Fleet, 1996) trabajando sobre la raza Merino realizó diversas estimaciones sobre heredabilidad y otros parámetros genéticos para diferentes rasgos asociados a la pigmentación, así como sus asociaciones fenotípicas y genéticas con la concentración de fibras pigmentadas aisladas. Dichas mediciones fueron realizadas sobre corderos y/o borregos. Para características como las tratadas en el proyecto de Disminución de fibras pigmentadas en Corriedale por vías genéticas, el autor estimó heredabilidades que se presentan en el Cuadro No. 6.

Cuadro 6. Heredabilidades y sus errores estándar para diferentes rasgos de pigmentación.

Característica de pigmentación		Heredabilidad (error estándar)
Halo-hair	• corderos	0,61 (0,16)
Lunares Piebald	• corderos	0,08 (0,07)
Fibras canela (patas)	• corderos	0,44 (0,14)
	• borregos	0,82 (0,21)
Fibras en el sitio de los cuernos	• corderos	0,03 (0,05)
	• borregos	0,71 (0,20)
Piel de labios y hocico	• corderos	0,48 (0,15)
	• borregos	0,69 (0,20)

Fuente: adaptado de Fleet (1996)

Sobre 679 corderos Merino, encontró que el 3% de los corderos presentaban lunares, estimando una heredabilidad para dicha característica de $0,08 \pm 0,07$. Destacándose que es una baja heredabilidad y con un error estándar muy alto, lo cual le da poca confiabilidad al valor.

Como se puede observar, la mayoría de las estimaciones pueden considerarse como media-altas a muy altas según el criterio usado por Cardellino y Rovira (1987), salvo para lunares Piebald y fibras en el sitio de los cuernos para corderos. También se observa que los errores estándar son medio-altos.

Enns y Nicoll (2002), trabajando con la raza Romney Marsh y usando un modelo de umbral para una variable de respuesta binaria (presencia ó ausencia de lunares pigmentados), encontró que sobre 100672 animales el 4,1% de estos presentó lunares en la piel al destete, y un 5,6% presentó lunares al año de edad; En estos últimos, se considera que los animales que al destete presentaban lunares, también lo presentaban al año. De 413 carneros usados, que tuvieron desde 3 a 749 hijos evaluados, 8 de esos carneros (con un promedio de 28 hijos cada uno) presentaron una progenie sin lunares al año de edad. El resto de los machos usados como padres presentaron progenie con lunares que iban desde el 10% de los hijos hasta 25%.

La heredabilidad estimada fue mayor para presencia de lunares al año de edad que para presencia de lunares al destete. Mientras que con el incremento en la edad se incrementaron las oportunidades de encontrar lunares y el tiempo para que los genes se expresaran favoreciendo el desarrollo de lunares, y por lo tanto, era esperable el incremento en la heredabilidad de los lunares detectados. La heredabilidad estimada según MML (Modelo marginal de máxima probabilidad) y según MAPR (Método R modelo animal) fue de 0,00 y 0,07 (0,018) para presencia de lunares negros al destete, y 0,056 y 0,072 (0,014) para presencia de lunares negros al año.

Para grado de pigmentación en animales de la raza Corriedale evaluadas en la progenie de carneros de las Centrales de Pruebas de Progenie, Mendoza et al. (2004) reportaron una heredabilidad de 0,19. Para fibras canela, la estimación fue de 0,1 y para fibras pigmentadas en el sitio de los cuernos 0,23. No se presentaron datos de heredabilidad para lunares.

Urioste et al. (2008b) reportan, para una serie de características de pigmentación, heredabilidades (errores estándar) para la raza Corriedale de 0,25 (0,05) para presencia de lunares, 0,21 (0,10) para presencia de fibras pigmentadas y 0,33 (0,03) para score de pigmentación en hocico.

Naya et al. (2008) estudiaron la presencia de lunares usando un modelo Poisson (utilizado para variables de conteo) y un modelo Poisson con exceso de ceros (ZIP, sigla en inglés) que supone una mezcla de 2 distribuciones. Utilizando un modelo “padre” estimó un valor heredabilidad más probable de 0,166 (0,016 – 0,714) según el modelo Poisson y de 0,246 (0,023 – 0,836) según el modelo ZIP. Según los autores las estimaciones fueron sesgadas debido el bajo número de carneros usados para el estudio, solamente 19.

Todos los valores de heredabilidad aquí presentados y para todas las características evaluadas en los diferentes trabajos, salvo excepciones y aunque algunos preliminares, se pueden considerar como medio-altos a altos, lo que indica que dichas características de pigmentación se transmiten a la siguiente generación y que por lo tanto existe un espacio para la selección.

2.6.2 Repetibilidad de características de pigmentación

Fleet et al. (1991) estimaron para la raza Merino y en animales de más de un año y hasta 5 años de edad, repetibilidades para características de pigmentación en zonas de no vellón, en 3 grupos de animales. Para las fibras de las patas traseras (LF2) la repetibilidad estimada fue de entre 0,85 y 0,93, lo que indica que los criadores pueden buscar este rasgo en cualquier etapa de la vida adulta y, si las ovejas son cuidadosamente inspeccionadas y refugadas, puede ser una práctica que logre la eliminación casi completa del carácter de ese grupo de ovejas. Otras repetibilidades estimadas se pueden observar en el Cuadro No. 7.

Cuadro 7. Repetibilidad de pigmentación en zonas de no-vellón para animales de entre 1,5 a 5,5 años.

Característica de pigmentación	Repetibilidad
Pelos en la cara	0,50 – 0,79
Fibras canela (patas)	0,85 – 0,93
Fibras en el sitio de los cuernos	0,73 – 0,88
Piel de labios y hocico	0,76 – 0,92

Fuente: adaptado de Fleet (1991)

Sobre 5183 registros de 2400 animales de 2 majadas experimentales se estimaron repetibilidades (errores estándar) de 0,50 (0,03) y 0,47 (0,02) para presencia de lunares con más de 40% del área con fibras pigmentadas (L40) y presencia de fibras pigmentadas, respectivamente. Esto sugiere que una medida temprano en la vida del animal es suficiente para predecir su comportamiento posterior (Urioste et al. 2008b, Laporta et al. 2008a).

2.6.3 Correlaciones genéticas entre características de pigmentación

Fleet y Stafford (1989) calcularon una serie de correlaciones fenotípicas entre diferentes tipos de pigmentación en zonas de no-vellón para la raza Corriedale, las que se pueden apreciar en el Cuadro No.8, que generalmente son positivas y significativas.

En el experimento 1, las ovejas se agruparon según el color de la piel en el hocico (color del morro: rosado, negro ó intermedio) mientras que en el experimento 2, las ovejas fueron separadas en 2 grupos y seleccionadas según presencia/ausencia de fibras pigmentadas en el sitio de los cuernos.

Cuadro 8. Correlaciones entre tipos de pigmentación en zonas de no-vellón en ovinos Corriedale.

Tipos de pigmentación	LGF2	ERF	NLS	IMS	EYS	HOOF
HSF **	0,19 (0,60)	0,29 (*)	0,32 (0,57)	0,32 (0,42)	* (0,28)	0,35 (--)
LGF2	-	0,29 (*)	0,49 (0,58)	0,18 (0,32)	0,22 (0,26)	0,35 (--)
ERF	-	-	0,49 (0,26)	0,39 (*)	0,36 (0,28)	0,34 (--)
NLS	-	-	-	0,72 (0,43)	0,50 (0,48)	0,66 (--)
IMS	-	-	-	-	0,33 (0,23)	0,54 (--)
EYS	-	-	-	-	-	0,4 (--)
HOOF	-	-	-	-	-	-

**HSF: Fibras en el sitio de los cuernos; LGF2: Fibras en las patas; ERF: Fibras en las orejas; NLS: Color de la piel en nariz/labios; IMS: Color de la piel de la boca; EYS: Color de la piel de los ojos; HOOF: Pezuñas. En el experimento 2 (entre paréntesis), todos los animales tuvieron la máxima puntuación para pigmentación de las pezuñas. (*) No significativo (P>0,05)

Fuente: Fleet y Stafford (1989)

El mismo autor, pero trabajando con la raza Merino (Fleet, 1996) estimó correlaciones genéticas (error estándar) y fenotípicas entre caracteres asociados a pigmentación y la concentración de fibras pigmentadas aisladas ³ (Cuadro No.9).

Cuadro 9. Correlación genética y fenotípica entre diferentes características de pigmentación y concentración de fibras pigmentadas aisladas.

Característica de pigmentación		Correlación fenotípica	Correlación genética (error estándar)
Halo-hair	• corderos	0,33	0,66 (0,19)
Lunares Piebald	• corderos	0,08	0,77 (0,28)
Fibras canela (patas)	• corderos	0,11	0,04 (0,34)
	• borregos	0,26	0,18 (0,28)
Fibras en el sitio de los cuernos	• corderos	-	-
	• borregos	0,27	0,18 (0,29)
Piel de labios y hocico	• corderos	0,23	0,28 (0,38)
	• borregos	0,21	0,08 (0,30)

Fuente: adaptado de Fleet (1996).

Según Mendoza et al. (2004), quien trabajó durante 5 años con 3543 animales hijos de 81 padres en las Centrales de Pruebas de Progenie (CPP), el grado de pigmentación se correlaciona fenotípicamente en forma positiva y alta con el porcentaje de animales con lunares, las fibras pigmentadas en la depresión de los cuernos y las fibras canela observada en los corderos. En todos los casos el grado de correlación fenotípica fue alto (Figura 15 y Cuadro No.10).

³ Fleet, M.; Mortimer, S. 1996. Pigmentation types-understanding the heritability and importance (sin publicar)

Para clasificar los animales por el grado de pigmentación, los autores utilizaron una escala de 5 puntos, donde el grado 1 es la pigmentación aceptada como normal en el estándar de la raza Corriedale, mientras que del 2 al 5 son pigmentaciones más fuertes y que salen del estándar.

Cuadro 10. Porcentaje de animales según grado de pigmentación y correlación fenotípica con diferentes características de pigmentación.

Porcentaje de animales	Grado de pigmentación					Coefficiente
	1	2	3	4	5	r
Con lunares	4,1	6,6	8,5	11,3	18,2	0,96
Con fibras coloreadas en la depresión de los cuernos	14,3	19,9	30	31,6	34,1	0,96
Con fibras canela	7,9	5,3	10,7	13,2	15,1	0,89

Fuente: Mendoza et al. (2004)

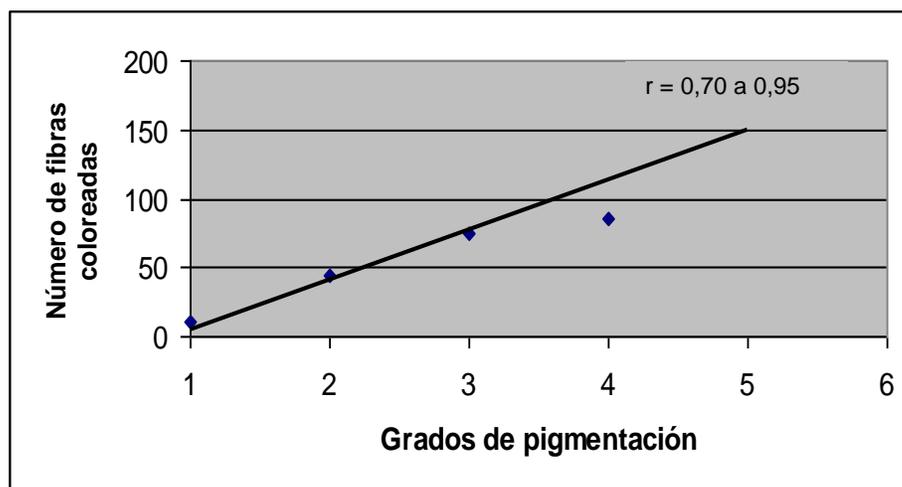


Figura 15. Asociación entre el número de fibras coloreadas en el vellón y el grado de pigmentación. Fuente: Mendoza et al. (2004)

Investigaciones llevadas a cabo por el S.U.L. también permiten demostrar una asociación fenotípica positiva entre el número de fibras pigmentadas en la lana del vellón con el grado de pigmentación. Las fibras pigmentadas en la depresión de los cuernos y las fibras canela observada en los corderos (denominadas halo hair - fibras canela en la parte posterior del cuello que pelechan con el tiempo) (Mendoza et al., 2004).

Por su parte, Fleet (2006a) estimó, en una población de Merino, que la correlación fenotípica entre el número de lunares pigmentados y el número de lunares con fibras pigmentadas fue de 0,897 ($P < 0,0001$).

Urioste et al. (2008b) encontraron una fuerte y positiva correlación genética entre presencia de lunares y fibras pigmentadas en el vellón, con una estimación de 0,72 (0,24); mientras que una correlación media y positiva, de 0,52 (0,08) fue estimada para score de pigmentación en hocico y presencia de lunares y de 0,47 (0,23) para score de pigmentación en hocico y fibras pigmentadas en el vellón.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó con 2 majadas de la raza Corriedale, una en la estación experimental de la Facultad de Agronomía (Estación Experimental Bernardo Rossengurt, E.E.B.R.) ubicada en el departamento de Cerro Largo y la segunda en el Campo experimental No.1 de la Facultad de Veterinaria ubicada en Migues departamento de Canelones.

3.1 INSTALACIONES Y MAJADAS EXPERIMENTALES

Estación experimental Bernardo Rossengurt. Facultad de Agronomía.	<ul style="list-style-type: none">• 1000 há.• Instalaciones para el manejo de ovinos.• Personal de campo.• 300 ovejas Corriedale, identificados individualmente, 6 carneros Corriedale.• El manejo es el de un sistema productivo tradicional con esquila preparto, encarnerada marzo/abril, parición agosto/setiembre, señalada al finalizar la parición, destete noviembre/diciembre.
---	---

- Campo experimental No.1, Migues. • 560 há.
Facultad de Veterinaria. • Instalaciones para el manejo de ovinos.
• Personal de campo.
• 300 ovejas Corriedale, identificadas individualmente y 4 carneros Corriedale.

3.2 REGISTROS EN LOS ANIMALES – Realizados desde 2002 hasta 2007.

Servicio: identificación de la oveja, peso vivo, carnero utilizado (1 carnero por cada 50 ovejas).

Parición: identificación del cordero (caravana), sexo, tipo de nacimiento, fecha de nacimiento, peso de nacimiento, madre, características de pigmentación (lunares, halo hair y fibras canela).

Señalada: cordero: protocolo de lunares, manchas, halo hair.

Esquila y muestreo de la majada: caravana, sexo, edad (según dentición), peso de vellón sucio, peso del cuerpo, muestra de lana zona media del costillar (200g), grado de pigmentación en la cara y patas, cantidad, ubicación y superficie de lunares en zonas de vellón.

Esquila de borregos y borregas: Caravana, sexo, peso de vellón sucio, peso del cuerpo, muestra de lana zona media del costillar (200g) y muestra de 104 mechas representativas del vellón (provenientes de diferentes partes del vellón, utilizando una grilla) para determinación del número de FC, grado de pigmentación en la cara y patas, cantidad, ubicación y superficie de lunares en zonas de vellón

En total, se tomaron 5607 registros provenientes de 2826 animales en el período comprendido entre el año 2002 y 2007. En E.E.B.R. se tomaron 3065 registros y en Migueles se tomaron 2542 registros en dicho período.

Se utilizaron en total 40 carneros, de los cuales todos los años se conectaron las 2 majadas experimentales mediante 2 carneros. Además, dentro de cada majada se utilizaron al menos 2 carneros para conectar entre años consecutivos. La descendencia promedio fue de 42 borregos por carnero, pero con gran variabilidad entre ellos ya que se tiene un carnero con 5 borregos hasta un carnero con 125 borregos.

3.3 LUNARES

Se utilizó un protocolo ya utilizado en majadas Corriedale (Kremer et al., 2003). Se examina individualmente cada animal recién esquilado, en la zona correspondiente al vellón, se buscan lunares y asumiéndolos como circulares se mide su diámetro con un calibre (precisión 1 mm). Además del diámetro, se estima el porcentaje de fibras coloreadas (marrones ó negras) en los lunares (escore de 1 a 5, donde 5 es el máximo). En una planilla con el dibujo de la superficie de una oveja (ANEXO II), se anota el lugar, diámetro y grado de

predominancia de fibras pigmentadas en los lunares (ANEXO III). Posteriormente se calcula la superficie de cada lunar, así como la superficie total por animal.

3.4 MODELOS

Los modelos propuestos para este trabajo fueron todos modelos “animales” pero que tratan de modelar de diferente manera la variable lunar, y cuya expresión es la siguiente

$$Y_{ijklm} = \text{año-majada}_i + \text{edad}_j + \text{animal}_k + \text{efectos ambientales permanentes}_l + \text{error}_{ijklm}$$

Donde Y_{ijklm} va cambiando de acuerdo a la variable analizada.

Los modelos propuestos son:

1. Modelo Univariado presencia/ausencia de lunares (modelo umbral, con 2 categorías)
2. Modelo Bivariado umbral, utilizando los lunares grado 0+1 y los lunares grado 4+5, para estimar la correlación genética entre ambas características

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Resultados descriptivos

Existen animales con 1 solo registro y otros con hasta 6 medidas repetidas, por lo que en estos últimos se podría realizar un seguimiento en la evolución de los lunares al avanzar la edad, sujeto a errores de tipo humano ya que el observador que tomó los registros no fue siempre el mismo. Por otro lado, los machos castrados eran refugados cuando borregos, aproximadamente al año de edad y por ende solo poseen un registro.

Otra consideración a tener en cuenta es la agrupación de los animales según lunares, con el siguiente criterio: nt01, son aquellos lunares sin ó con pocas fibras (hasta 20% del área cubierta) y nt45, lunares con muchas fibras, cubriendo un área de entre el 60-100% del mismo.

Cuadro No. 11. Número de registros, número total y media por edad según tipo.

Edad	s/l	nt0	nt1	nt2	nt3	nt4	nt5	nt
1	1296	274	158	63	37	49	45	1922
2	273	118	137	39	18	23	11	619
3	164	110	127	77	38	25	24	565
4	214	65	260	163	65	67	59	893
5	109	117	166	74	80	52	44	642
6	128	118	239	144	119	90	128	966
TOTAL	2184	802	1087	560	357	306	311	5607

s/l: sin lunares; nt0: lunares sin fibras; nt1: lunares con 0 a 20% de fibras; nt2: lunares con 20 a 40% de fibras; nt3: lunares con 40 a 60% de fibras; nt4: lunares con 60 a 80% de fibras; nt5: lunares con 80 a 100% de fibras; nt: lunares totales

El Cuadro No. 11 muestra la distribución de la totalidad de registros, tomados durante los 6 años de trabajo de campo, según la edad de los animales. En el mismo se puede observar que el 61% de los registros presentaron por lo menos un lunar de tamaño y forma variable, con ó sin fibras, mientras que un 46,7% del total (ó 75,6% de los registros con lunares) presentaron lunares con niveles variables de FP. Cabe destacar que solamente un 14% de los lunares totales no presentaron fibras.

Al año de edad el 67,4% de los animales (o registros) no presentaron lunares y solamente un 5% presentaron lunares con alta proporción de fibras, mientras que en los animales más viejos un 13,2% no presentaron lunares y el 22,6% presentó lunares con 60 a 100% de fibras en su superficie.

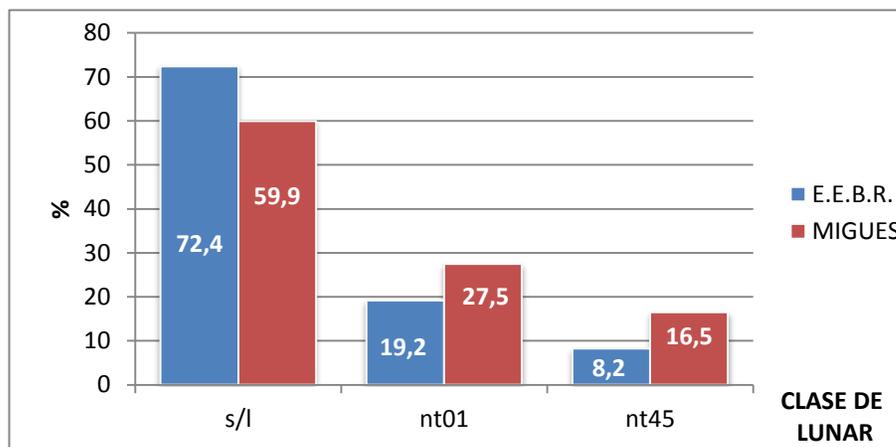


Figura 16. Porcentaje de lunares según origen de los animales para la EDAD 1

Cuando comparamos majadas en aquella categoría que posee más registros, es decir borregos, se observó que la presencia/ausencia de lunares difiere sensiblemente entre ellos. Mientras en E.E.B.R. un 72,4% de los

animales no presentó lunares en Migueles lo hicieron el 59,9%. La Figura 16 muestra cómo los lunares con muchas fibras pueden constituir una fuente importante de FP desde una temprana edad. Las diferencias encontradas entre ambas majadas pueden tener más de una explicación, ya sea genética debido a que pueden tener orígenes diferentes y solamente comparten los genes provenientes de los 2 carneros que cada año se usaron para unirlos, y/o atribuible al manejo que se da a cada majada.

Cuando se comparan las majadas experimentales en 2 años consecutivos de esquila, por ejemplo edad 5 y 6, en la Figura 17 se observa cómo en ambas aumenta la cantidad de animales con lunares con alto porcentaje de FP. Sin embargo, aquellos que poseen lunares con más de 20% de fibras aumentaron en mayor proporción en la estación de Migueles; aquí nuevamente el manejo dado a la majada y particularmente la genética de ésta pueden constituir una explicación de las diferencias encontradas.

También se debe señalar que en la estación Migueles existe un aumento de animales sin lunares al pasar de 5 a 6 años, esto constituye un error de apreciación por parte del observador confundiendo en primera instancia manchas, por ejemplo por salpicado con aceite proveniente de las tijeras de esquila con lunares.

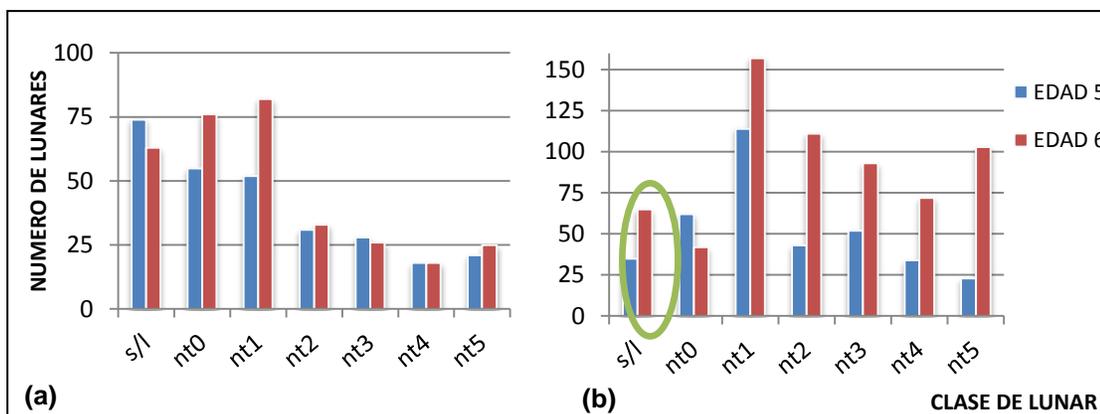


Figura 17. Evolución de lunares por edad según origen de la majada (a) E.E.B.R, (b) Migués.

Quando se analiza la tendencia para todas las edades (Figura 18), se puede observar claramente cómo aumenta la presencia de lunares al aumentar la edad de los animales. Tanto para los lunares con pocas fibras como los que poseen muchas FP el aumento casi exponencial denota una muestra clara de la importancia del refugio de animales viejos con lunares.

Cabe destacar que hay 2 valores que salen notoriamente de las tendencias, esos son los que se encuentran señalados en la Figura anterior y que puede deberse a una errónea tendencia al agrupar lunares aparentemente sin ó con fibras (para la categoría nt01) hacia categorías con mayor porcentaje de éstas; en el caso de los lunares con muchas fibras, la tendencia fue agrupar los lunares con los de menor porcentaje de fibras. En ambos casos, el error de tipo humano puede explicar claramente estos hechos.

Existen 1560 registros pertenecientes a 290 ovejas que poseen 5 ó 6 registros a lo largo de todo el trabajo y que por lo tanto se puede hacer un seguimiento de la evolución en el número de lunares, siempre tomando en cuenta el error en las mediciones. De estas ovejas, solamente 8 nunca presentaron lunares, lo cual indica que es una característica poco frecuente en dichas majadas.

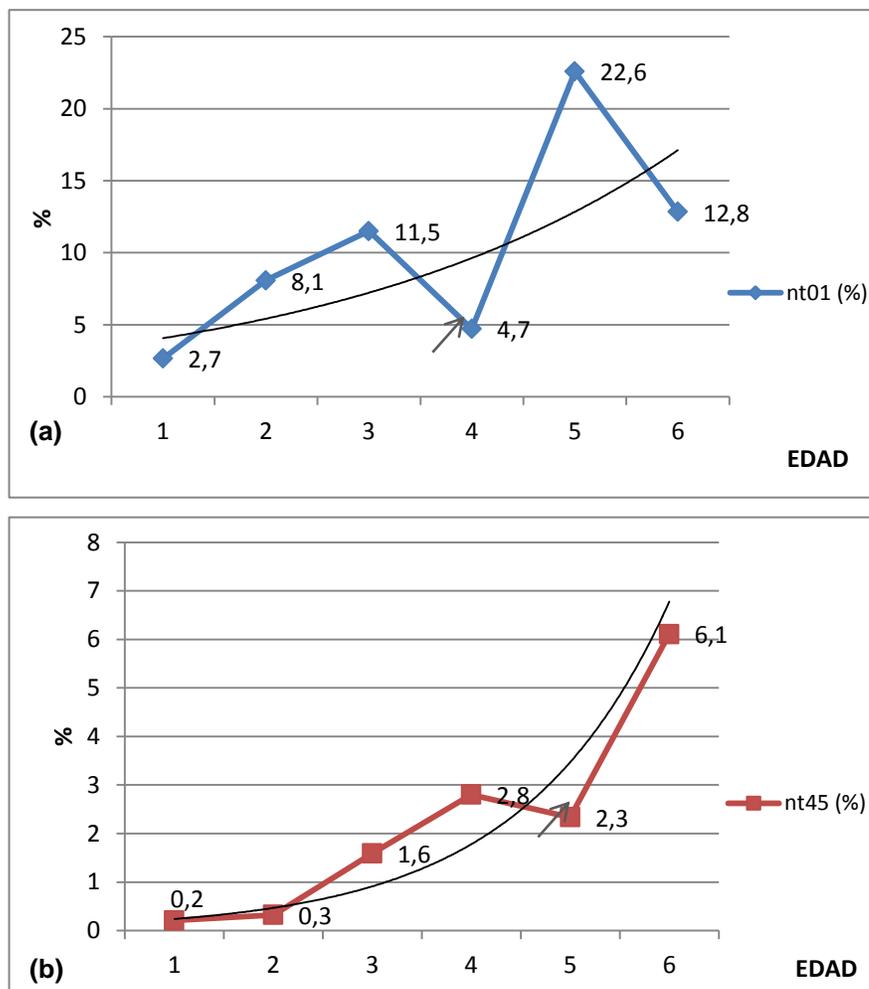


Figura 18. Porcentaje de lunares según tipo, por edad para el total de animales (a) nt01 – hasta 40% de fibras; (b) nt45 – de 60 a 100% de fibras

Nuevamente, en la Figura 19 se puede observar un gran aumento en la cantidad de lunares con la edad. Si se agrupan los lunares según la posición en el cuerpo, dividiéndolos en lunares sobre el lomo (nl) y lunares en los flancos (nf) se observa no solamente un aumento de estos con la edad sino como los lunares en los flancos van aumentando más que los que aparecen lomo.

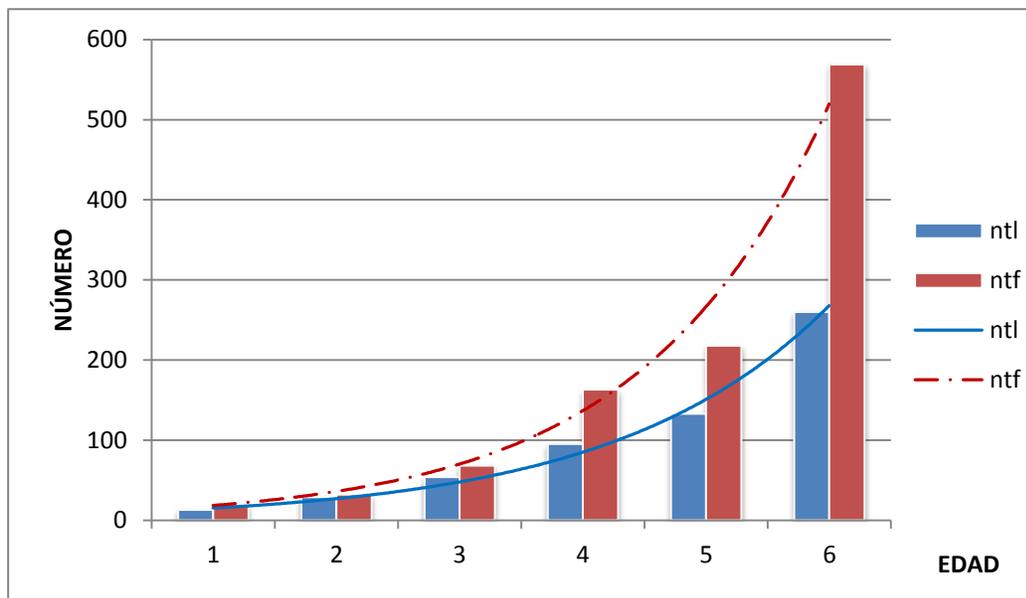


Figura 19. Número de lunares según posición en el cuerpo por edad

El Cuadro No. 12 muestra aquellos carneros usados para este trabajo que tuvieron 25 hijos ó más. Se puede observar la presencia de carneros que dejan una alta proporción de su descendencia sin lunares, variando entre 33,3 y 85,2%, pero ninguno de ellos logró un 100% de de borregos hijos sin lunares. Existe una gran variabilidad entre padres, y salvo un caso, todos los carneros dejaron descendencia que presentaron lunares con 60% de fibras ó más así como una alta proporción de hijos con lunares con ó sin fibras pero que potencialmente pueden producir fibras pigmentadas. La variabilidad presente

entre familias de medio hermanos sugiere fuertemente la presencia de varianza genética aditiva en las características analizadas.

Cuadro No. 12. Porcentaje de hijos sin lunares y con lunares por tipo según carnero.

BORREGOS (1 año)				
CARNEROS	No. HIJOS	SIN LUNARES (%)	nt01 (%)	nt45 (%)
bta99999	27	85,2	7,4	3,7
bta352	38	84,2	13,2	2,6
bta716	39	79,5	17,9	2,6
bta4	42	78,6	16,7	2,4
bta2790	72	77,8	15,3	2,8
bta2	69	76,8	8,7	10,1
mta4271	51	76,5	15,7	3,9
bta431	27	74,1	22,2	3,7
bta394	125	72,8	20,0	4,8
bta5K	33	72,7	21,2	3,0
bta8417	109	70,6	20,2	4,6
bta60	68	69,1	23,5	4,4
mta3060	95	68,4	24,2	1,1
bta381	111	65,8	21,6	6,3
bta7	31	64,5	29,0	0,0
bta4240	47	63,8	17,0	6,4
mta276	67	62,7	19,4	10,4
mta4421	76	61,8	35,5	2,6
bta3	100	58,0	36,0	3,0
bta210	34	52,9	38,2	5,9
bta3194	64	51,6	40,6	6,3
mta4430	47	46,8	21,3	8,5
bta5156	27	44,4	40,7	7,4
bta188	48	37,5	50,0	4,2
bta5643	33	33,3	45,5	15,2

nl01: lunares con 0 a 20% de fibras, nl45: lunares con 60 a 100% de fibras

4.1.2. Modelos

4.1.2.1 Modelo de umbral univariado

Cuadro No. 13. Estimaciones, desvío estándar y percentiles 2,5 y 97,5 (entre paréntesis) de parámetros genéticos para un modelo de umbral univariado.

	VA*	VEp*	Rep*	h2*
nlT **	0,46 ± 0,09 (0,29 - 0,65)	0,53 ± 0,1 (0,33 - 0,76)	0,49 ± 0,03 (0,44 - 0,55)	0,23 ± 0,04 (0,15 - 0,32)
nl01	0,31 ± 0,07 (0,16 - 0,46)	0,50 ± 0,09 (0,33 - 0,70)	0,45 ± 0,03 (0,40 - 0,50)	0,17 ± 0,04 (0,10 - 0,25)
nl2	0,53 ± 0,09 (0,35 - 0,73)	0,27 ± 0,07 (0,14 - 0,45)	0,44 ± 0,03 (0,39 - 0,50)	0,29 ± 0,04 (0,20 - 0,38)
nl3	0,48 ± 0,1 (0,27 - 0,73)	0,44 ± 0,1 (0,22 - 0,72)	0,48 ± 0,03 (0,41 - 0,54)	0,25 ± 0,06 (0,15 - 0,36)
nl4	0,38 ± 0,09 (0,22 - 0,59)	0,30 ± 0,09 (0,33 - 0,51)	0,40 ± 0,04 (0,33 - 0,47)	0,23 ± 0,05 (0,13 - 0,33)
nl5	0,52 ± 0,1 (0,27 - 0,84)	0,45 ± 0,2 (0,20 - 0,52)	0,49 ± 0,04 (0,40 - 0,57)	0,26 ± 0,06 (0,14 - 0,39)

* VA: varianza aditiva; VEp: varianza ambiental permanente; Rep: repetibilidad; h2: heredabilidad;

** nlT: lunares totales; nl01: lunares con 0 a 20% de fibras; nl2: lunares con 20 a 40% de fibras; nl3: lunares con 40 a 60% de fibras; nl4: lunares con 60 a 80% de fibras; nl5: lunares con 80 a 100% de fibras

El Cuadro No. 13 resume los resultados del análisis de los parámetros genéticos estimados, Varianza Aditiva (VA), Varianza de los efectos ambientales permanentes (VEp), Repetibilidad (Rep) y heredabilidad (h₂) con su correspondiente desvío estándar. Entre paréntesis se encuentran los valores

entre los que se encuentra el verdadero valor de cada parámetro con un 95% de confianza.

Los valores estimados para todos los parámetros se pueden considerar medio-altos y con una precisión alta, excepto cuando se agrupan los lunares sin ó con poca fibra (nl01) donde el valor de heredabilidad se puede considerar medio-bajo. Esta última categoría de lunares se agrupó para evitar mayores errores, al confundirse ambas categorías en algunas colectas de registros. La magnitud de los valores de la heredabilidad denota que un alto porcentaje de lo que se observa en el fenotipo es de origen genético y transmisible a la descendencia.

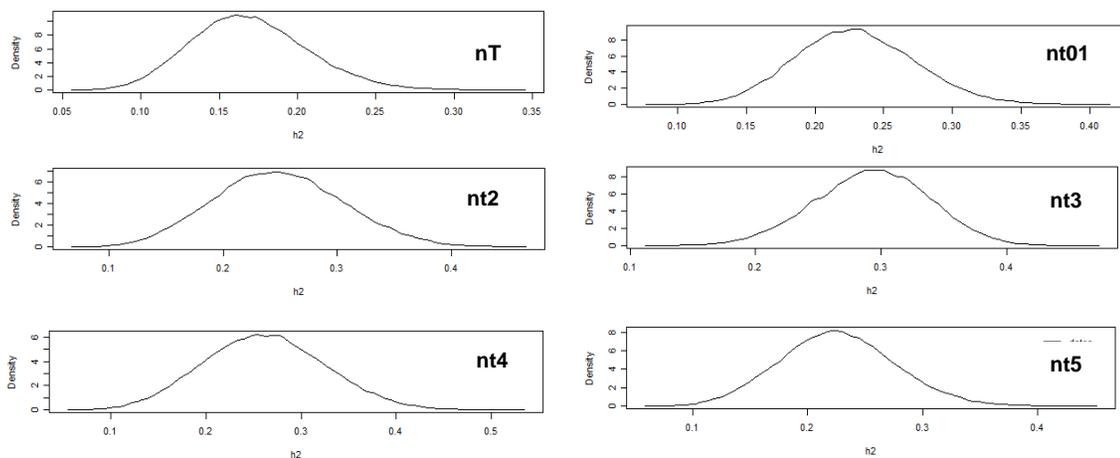


Figura 20. Distribución del muestreo de heredabilidad para los distintos tipos de lunares y lunares totales

La Figura 20 ilustra las distribuciones de heredabilidad para las diferentes características, en ellas se aprecia que son muy parecidas en cuanto a distribución y variabilidad.

Cuando se consideran los lunares con mayor cantidad de fibras debe destacarse no solamente su alta heredabilidad sino también su Repetibilidad, que cuando es de magnitud elevada (0,40 ó más) permite que con un solo registro se pueda seleccionar por dicho carácter temprano en la vida del animal sin la necesidad de tomar más registros.

4.1.2.2 Modelo de umbral bivariado

Cuadro No. 14. Media, percentil 2,5 y percentil 97,5 de parámetros genéticos para un modelo de umbral bivariado.

	Media	0,025	0,975
VA01	0,43	0,3	0,57
VA45	0,74	0,52	0,99
CovA	0,4	0,28	0,52
VEp01	0,41	0,27	0,58
VEp45	0,3	0,16	0,49
Rep01	0,45	0,4	0,5
Rep45	0,5	0,45	0,56
h201	0,23	0,17	0,3
h245	0,36	0,27	0,44
rA	0,71	0,57	0,82

VA01: varianza aditiva para lunares tipo 0 y 1; VA45: varianza aditiva para lunares tipo 4 y 5; VEp01: varianza ambiental permanente para lunares tipo 0 y 1; VEp45: varianza ambiental permanente para lunares tipo 4 y 5; Rep01: repetibilidad para lunares tipo 0 y 1; Rep45: repetibilidad para lunares tipo 4 y 5; h201: heredabilidad para lunares tipo 0 y 1; h245: heredabilidad para lunares tipo 4 y 5.

Cuando se agrupan los lunares de una forma más práctica en 2 categorías, sin ó con pocas fibras (n01) y con muchas fibras (n45), y se estiman con un modelo umbral bivariado, se puede observar (Cuadro No. 14) que los

parámetros de la primera variable aumentan en relación a la estimación univariada pero manteniéndose dentro del intervalo de confianza señalado. Estos resultados confirman los provenientes de los estimados con un modelo umbral univariado donde se observó la alta probabilidad de que dicho carácter se transmita a la progenie.

También se estimó la correlación genético aditiva entre ambas características resultando de una magnitud positiva y elevada, lo que indica que si seleccionamos en contra de un carácter también lo estaremos haciendo contra el otro. Se puede afirmar con un 95% de probabilidad que dicho valor se encuentra entre 0,57 y 0,82 (Cuadro No. 14). En la Figura 21 se observa la distribución de todas las variables.

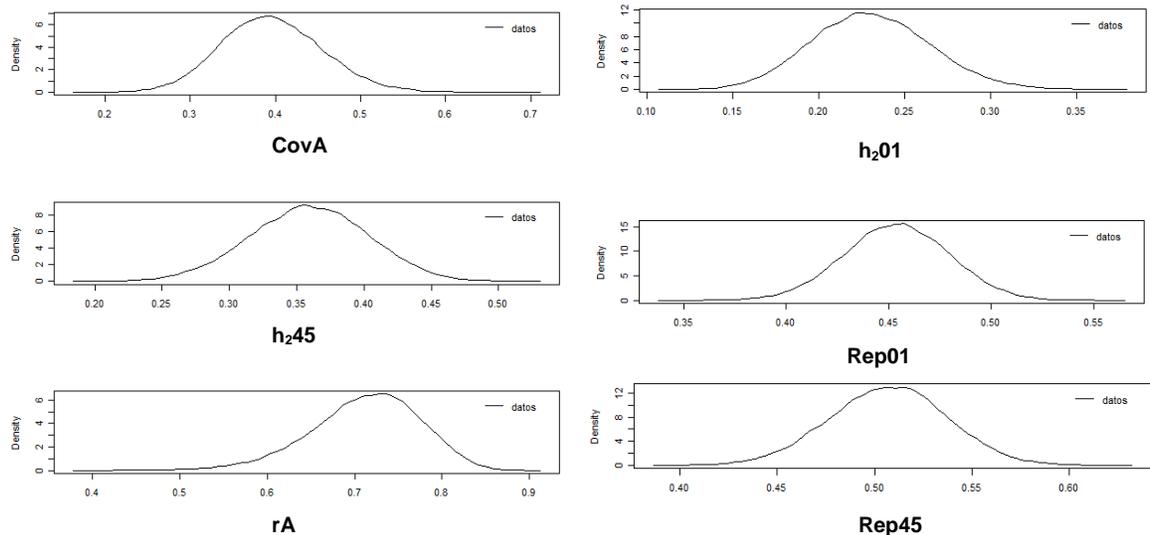


Figura 21. Distribución de los diferentes parámetros estimados para el modelo de umbral bivariado.

4.2 DISCUSIÓN

Las 2 majadas experimentales usadas para este trabajo presentaron una alta proporción de individuos afectados con lunares llegando al 61% de animales, y cerca del 50% de estos presentaron algún nivel de fibras pigmentadas. Dichos valores concuerdan con los encontrados por Kremer et al. (2003) trabajando con majadas experimentales Corriedale así como De Miquelerena y Pereira (2004) trabajando también con majadas experimentales Corriedale y Urioste et al. (2008a) trabajando con majadas comerciales Corriedale. Los valores encontrados por dichos autores fueron de 70,8%, 69% y 62% de animales con lunares, respectivamente. Dado lo coincidente de las proporciones, y el hecho de que se compraran carneros de distinto origen todos los años, esto sugiere que el material genético utilizado es una buena representación de la población Corriedale.

Si bien al año de edad casi un 70%, de los borregos/as no presentaron lunares, al avanzar la edad de los animales esta categoría va disminuyendo y en consecuencia aumentado aquellas categorías de lunares con mayor proporción de fibras. Esto se ve reafirmado con lo expresado por Enns y Nicoll (2002), trabajando con animales de la raza Romney, quienes consideraron que con el tiempo se dio la oportunidad para que los genes se expresaran y se favoreciera el desarrollo de lunares. Si comparamos las 2 majadas (ANEXO IV), en general, se da una misma tendencia al aumento en el número de animales (registros) al avanzar la edad para todas las categorías de lunares con fibras. Cuando se agrupa y compara los lunares nt01 y nt45 se observa que los últimos corresponden a una considerable proporción de los lunares con fibras superando el 20%, mientras que aquellos con hasta 20% de fibras superan levemente el 33%. También se puede observar un gran salto al pasar de 5 a 6

años de edad (ANEXO V), principalmente en aquellos lunares con mayor porcentaje de fibras. Dichos resultados sugieren que la exposición a la radiación solar (rayos UV) post esquila estimula la proliferación y producción de pigmentos por los melanocitos presentes en la piel con la consecuente tinción de las fibras. También existen factores propios de la edad ó factores genéticos propios del animal que podrían estar contribuyendo al aumento en el número de lunares.

Existen resultados que apoyan dichas hipótesis como los encontrados por Fleet y Ponzoni (1985a), De Miquelerena y Pereira (2004), Urioste et al. (2007, 2008a, 2008b), Naya et al. (2008), Laporta (2008b) en majadas experimentales Corriedale ó los encontrados por Fleet (1984b) en la raza Merino. Las diferencias encontradas entre ambas majadas radican en el origen genético, ya que partieron de poblaciones diferentes, y en menor grado al manejo dado, ya que este último era igual a priori y solo se modificaba cuando era necesario y de acuerdo a las necesidades de cada centro.

A diferencia de los resultados encontrados por Dalton et al., citados por Guillamón y Severi (1988) con distintas razas en Nueva Zelanda, Fleet y Ponzoni (1985a) ó De Miquelerena y Pereira (2004) en Corriedale, en este trabajo se constató que los lunares de los flancos aumentaron en mayor proporción que los lunares del lomo. Si bien no se encuentra una explicación clara, se puede atribuir a errores de medición por una acumulación de lunares en los flancos ya que los límites establecidos entre estos y el lomo fue subjetivo, así como la contabilización de manchas como lunares en la pos-esquila. Los resultados encontrados por los autores precedentes indican que la exposición a

rayos UV no solo estimula la producción de lunares sino que lo haría en mayor medida en el lomo por estar más expuesto.

No se encuentra una explicación lógica a estas diferencias más que una sumatoria de errores en la ubicación de los lunares en el cuerpo por parte de los observadores, ya que el límite impuesto entre lomo y flanco fue subjetivo.

Cuando se comparó aquellos carneros con una descendencia igual ó superior a 25 hijos, se constató que existen carneros que dejan proporciones variables de hijos sin lunares, pero ninguno logró el 100%. A su vez, todos dejaron hijos con algún lunar con alta cantidad de fibras (mayor al 60%). Mendoza et al. (2001) trabajando en las CPP del SUL encontraron similar variación. La presencia de variabilidad entre familias de medio-hermanos sugiere fuertemente la presencia de varianza genética aditiva en las características analizadas, por lo que la selección de carneros sería de suma importancia para lograr una baja incidencia de individuos afectados por lunares que pueden producir fibras pigmentadas.

Los valores de heredabilidad estimados con un M.U.U. de $0,23 \pm 0,04$ para lunares totales pueden considerarse como de magnitud media y comparables a los encontrados previamente por Urioste et al. (2008b) de $0,25 \pm 0,05$ y Laporta et al. (2008a) $0,22 \pm 0,05$, pero considerablemente diferentes a los reportados por Enns y Nicoll (2002) de $0,07 \pm 0,018$ al destete y $0,072 \pm 0,014$ al año de edad trabajando con la raza Romney. Naya et al. (2008) obtuvieron estimaciones de 0,166 (0,016 – 0,714) según un modelo Poisson y de 0,246 (0,023 – 0,836) según un modelo ZIP en Corriedale, pero los modelos de

análisis eran muy diferentes y por lo tanto no comparables. Si analizamos la heredabilidad estimada para los diferentes tipos de lunares, éstos se encuentran dentro del rango de 0,17 a 0,29, de magnitud media, y una repetibilidad de 0,40 a 0,49, de magnitud media alta. Siendo la heredabilidad para lunares sin ó con hasta 20% de fibras la más baja, 0,17, mientras que para lunares con más de 80% asciende a 0,26. Dichos valores concuerdan con los encontrados por Urioste et al. (2008a), las estimaciones preliminares de heredabilidad para distintas características de lunares variaron de 0,16 a 0,35, y con repetibilidades que variaron entre 0,39 y 0,52. Los resultados anteriormente expuestos sugieren que los lunares, en general, son rasgos moderadamente heredables y por lo tanto existe la posibilidad de hacer selección vía genética.

La repetibilidad estimada para lunares totales fue de $0,49 \pm 0,03$, similar a análisis preliminares (Urioste et al. 2008b, Laporta et al. 2008a). No se han encontrado reportes de otras estimaciones de repetibilidad. Mientras que para los diferentes tipos de lunares los valores oscilan entre 0,40 y 0,49. Los valores hallados sugieren que una medida temprano en la vida del animal alcanzaría para predecir el comportamiento de dicha característica en una futura medición y así tomar decisiones de refugio de animales de forma temprana.

Por otro lado, si la heredabilidad de los lunares con menos de 20% de fibras (nt01) se estima usando un M.U.B. el valor asciende a $0,23 \pm 0,03$, superior en magnitud al estimado con un M.U.U. ya que el mismo está utilizando la información proveniente de un alto a muy alto valor de correlación genética (de $0,71 \pm 0,06$) entre esta característica y los lunares con más del 60% de su superficie cubierta (nt45), a los que se les estimó una heredabilidad media-alta

estimada de $0,36 \pm 0,04$. Nuevamente, y con estimaciones realizadas usando este modelo,

Las repetibilidades estimadas para estas 2 características fueron media altas y de magnitud 0,45 y 0,50 para nt01 y nt45, respectivamente. Por su parte Laporta et al. (2008a) estimó una correlación genética entre nt01 (menos de 20% fibras) y nt35 (más de 40% fibras) de $0,91 \pm 0,07$, considerada positiva y de magnitud muy alta, lo que ratifica lo estimado en este trabajo. La existencia de correlación genética entre lunares con poca fibra y lunares con muchas fibras pauta el relacionamiento de ambas características y por lo tanto la existencia de genes que actúan sobre ambas características al mismo tiempo. Esto trae aparejado que si se selecciona por una de ellas se estará modificando la otra. Esto es de suma importancia sobre todo cuando la expresión de lunares con alta cantidad de fibras todavía no se han expresado y por lo tanto la selección en contra de aquellos animales con lunares con pocas fibras, aun a temprana edad, estaremos seleccionando en contra de lunares con alta proporción de fibras en su superficie. Esto permitiría usar a los lunares como criterio de selección, para disminuir la presencia de fibras pigmentadas en el vellón, ya que la presencia de lunares es una de las potenciales fuentes de fibras pigmentadas.

En otros trabajos se han estudiado diversas correlaciones genéticas y fenotípicas entre diversas características asociadas a las fibras pigmentadas. Debido a la temática de este trabajo consideraremos aquellas relacionadas a lunares a modo de ejemplo sobre la importancia de estos. Urioste et al. (2008b) estimó una correlación genética entre presencia de lunares y fibras pigmentadas de $0,72 \pm 0,24$ con una incertidumbre importante. Además

estimaron correlaciones genéticas entre la pigmentación en el hocico y presencia de lunares de alrededor de 0,50. Por su parte Laporta et al. (2008a) estimó valores de $0,85 \pm 0,16$ para la correlación genética entre presencia de lunares totales (NLT) y el conteo de fibras pigmentadas en el vellón, aquí también se considera que la incertidumbre es de importancia. Trabajando con la raza Merino Australiano, Fleet (1996) encontró una correlación de $0,77 \pm 0,28$ en borregos, marcando una gran incertidumbre, la cual se refleja en la magnitud del desvío. Las estimaciones precedentes remarcan la importancia de las correlaciones entre diversas características que apuntan hacia un objetivo común: disminuir las fibras pigmentadas.

5. CONCLUSIONES

- Los resultados encontrados en este trabajo son similares a otros datos de poblaciones comerciales Corriedale, lo que da cierta confianza a los resultados experimentales para ser transferibles a la población Corriedale.
- El 61% de los animales (registros) presentaron lunares y cerca del 50% de estos presentaron algún nivel de fibras pigmentadas.
- La presencia de lunares aumenta con la edad, siendo de mayor importancia el aumento de aquellos lunares con alta proporción de fibras (nt45), por lo que el refugio de animales viejos constituye una herramienta importante
- La susceptibilidad a lunares es heredable y repetible, lo que permite seleccionar aquellos animales (cearneros) con menores chances de transmitir genes indeseables a su descendencia y refugar animales a temprana edad con una sola medida.
- La alta correlación genética estimada entre diferentes medidas de lunares sugiere la posibilidad de elegir cualquiera de ellas como criterio de selección. Por lo tanto parecería razonable utilizar aquella medida más sencilla, es decir: número total de lunares, porque entonces no habría que fijarse si estos poseen ó no fibras.

El refugo de animales de la majada a temprana edad, en la medida de lo posible, y evitar ser usados como futuros padres que transmitan genes indeseados a la descendencia, ó el refugo de animales adultos que presenten lunares de cualquier tipo y sean detectados al momento de la esquila para evitar la contaminación de vellones sin la aparente contaminación con fibras de los lunares, constituyen herramientas de fácil aplicación y de escaso (por no decir nulo) costo al productor para producir lana con un mayor valor agregado, accediendo a los mercados más exigentes, y que por lo tanto repercute en el precio recibido.

6. RESUMEN

La lana posee determinadas características que definen su uso final, y por lo tanto su valor. En el caso de la lana de animales Corriedale, la principal característica limitante es la presencia de fibras oscuras, particularmente para la fabricación de telas y/o prendas de alta calidad, reduciendo su valor cuando el número de éstas excede las 300 por kg de top. El objetivo de este estudio es presentar una primera estimación de aquellos parámetros necesarios en un plan de mejora genética, tales como heredabilidad, repetibilidad y correlación genética aditiva de diversas medidas de lunares en la raza. El valor de heredabilidad estimado para lunares totales fue de $0,23 \pm 0,04$, mientras que para los diferentes tipos de lunares las estimaciones se encuentran dentro del rango de 0,17 a 0,29, de magnitud media. La repetibilidad estimada fue de $0,49 \pm 0,03$ y considerada como media-alta. La correlación genética estimada entre lunares sin ó con poca fibra (nt01) y lunares con mucha fibra (nt45) fue de $0,71 \pm 0,06$, de magnitud alta. Dichos resultados indican la susceptibilidad a lunares es heredable y repetible, permitiendo seleccionar aquellos animales con menores chances de transmitir genes indeseables y refugar animales a temprana edad con una sola medida, utilizando el número total de lunares como criterio.

Palabras clave: Lana; Corriedale; Lunares; Fibras pigmentadas; Heredabilidad; Repetibilidad; Correlación genética

7. SUMMARY

The wool has certain characteristics that define the final use, and therefore its value. In the case of Corriedale wool, the main limiting feature is the presence of dark fibres, particularly for the manufacture of fabrics and / or high quality garments, reducing their value when their number exceeds 300 kg top. The aim of this study is to present a first estimate of those parameters in a genetic improvement plan, such as heritability, repeatability and additive genetic correlation of various measures of spots in the race. The estimated heritability for total spots was 0.23 ± 0.04 , while for the different types of spots estimates are within the range from 0.17 to 0.29, medium magnitude. The repeatability estimated was 0.49 ± 0.03 and considered medium-high. The estimated genetic correlation between spots with little or no fiber (nt01) and spots with high-fiber (nt45) was 0.71 ± 0.06 , high magnitude. These results indicate susceptibility to spots is heritable and repeatable, allowing to select those animals with lower chances of passing on genes and to cull unwanted animals at an early age with a single measurement, using the total number of spots as a criterion.

Keywords: Wool; Corriedale; Spots; Pigmented fibres; Heritability; Repeatability; Genetic correlation

8. BIBLIOGRAFÍA

1. BERGOS, S. 1984. Efecto del desborde en galpón de esquila sobre la incidencia de fibras coloreadas en tops. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 93 p.
2. BORRELLI, P. 2007. ¿Qué hacemos con el Corriedale? (en línea). Soriano, Dohne Tres Árboles. s.p. Consultado 13 mar. 2008. Disponible en <http://www.dohnetresarboles.com.uy/varios/ovisxxi.doc>
3. CARDELLINO, R. 1983. Incidencia de fibras coloreadas en lanas uruguayas. Ovinos y Lanas. no. 10: 65-70.
4. _____.; ROVIRA, J. 1987. Mejoramiento genético animal. Montevideo, Hemisferio Sur. 253 p.
5. _____.; GUILLAMÓN, B.; SEVERI, J. 1990. Origen de las fibras coloreadas en tops de lana uruguaya. Producción Ovina. no. 3: 81-83.
6. _____.; _____.; _____. 1992. Origen de las fibras coloreadas en tops de lana uruguaya. Lana Noticias. no. 101: 4-5.
7. _____. 1994. Herencia de fibras coloreadas. Producción Ovina. no. 6: 19-37.
8. _____.; MENDOZA, J. 1996. Fibras coloreadas en tops con lanas acondicionadas (zafra 94-95). Lana Noticias. no. 115: 15-16.
9. _____. 2007. Reflexiones al finalizar la zafra lanera 2006/07 en Uruguay ¿A dónde va el ovino? (en línea). El País Agropecuario. no 154: s.p. Consultado 12 mar. 2008. Disponible en http://www.elpais.com.uy/Suple/Agropecuario/07/12/26/agrope_322395.asp
10. DE MIQUELERENA, J.; PEREIRA, G. 2004. Descripción de diferentes tipos de pigmentación en la zona de vellón en una majada experimental Corriedale. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 67 p.

11. ENNS, R.; NICOLL, G. 2002. Incidence and heritability of black wool spots in Romney sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 45: 67–70.
12. FEDERATION OF AUSTRALIAN WOOL ORGANISATIONS. 2003. Update of progress in dark and medullated fibre risk project december 2003. (en línea). Brooklyn, Victoria. 4 p. Consultado 17 mar. 2008. Disponible en http://www.awta.com.au/Documents/Research%20Papers/Wool%20Contamination/FAWO_03_211.pdf
13. FERNÁNDEZ ABELLA, D. 1990. Evolución del vellón desde el ovino salvaje hasta las razas lanares actuales. *Lana Noticias*. no.94: 32-33.
14. FLEET, M.; STAFFORD, J.; DOLLING, C. 1984a. A note on the occurrence of isolated melanin pigmented fibres in the white fleece wool of Corriedale sheep. *Animal Production*. no. 39: 311-314.
15. _____; FORREST, J. 1984b. The occurrence of pigmented skin and pigmented wool fibres in adult Merino sheep. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 32(2): 83-90.
16. _____; PONZONI, R. 1985a. Fibras pigmentadas en vellones blancos. In: *Lanas Seminario Científico Técnico Regional (1º, 1988, Montevideo)*. Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 135-142.
17. _____. 1985b. Pigmented fibres in white wool. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 33(1): 5-13
18. _____; STAFFORD, J. 1989. The association between non-fleece pigmentation and fleece pigmentation in Corriedale sheep. *Animal Production*. 49: 246-247.
19. _____; POURBEIK, T.; ANCELL, P.; LYNCU, B. 1990. Progeny test on Corriedale rams for isolated pigmented wool fibres. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 38(1): 29-31.
20. _____; SMITH, D.; POURBEIK, T. 1991. Age-related changes in pigmentation traits of adult Merino sheep. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 39(1): 24-34

21. _____. 1996. Pigmentation types-understanding the heritability and importance. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 44(4): 264-280.
22. _____.; LUSH, B. 1997. Sire effects on visible pigmentation in a Corriedale flock. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 45(3): 167-173.
23. _____. 2002. Pigmentation prevention in sheep: complex or simple? (en línea). *Wool Technology and Sheep Breeding*. 50(3): 410-416. Consultado 17 mar. 2008. Disponible en http://www.sardi.sa.gov.au/pages/livestock/meat_and_wool/integrated_production/coat_colour_feb062.pdf
24. _____. 2006a. Dark fibre control in sheep and wool. (en línea). South Australian Research and Development Institute. 21(01): 1-10. Consultado 1 abr. 2008. Disponible en http://www.awta.com.au/Publications/Fact_Sheet
25. _____. 2006b. Development of black pigmented skin spots and pigmented wool fibres in a Merino flock-causes, field observations, and wool measurement. (en línea). *Australian Journal of Agricultural Research*. 57: 751-760. Consultado 17 mar. 2008. Disponible en <http://www.publish.csiro.au/?paper=AR05032>
26. _____.; FOULDS, R.; MAHAR, T.; TURK, J. 2008. Relationship between pigmented fibre in raw and processed wool when other dark fibre is controlled - a review. *International Journal of Sheep and Wool Science*. 56 (1): 38-59.
27. FOULD, R.; WONG, P.; ANDREWS, M. 1984. Dark fibres and their economic importance. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 32(2): 91-100.
28. GUILLAMON, B.; SEVERI, F. 1988. Incidencia y origen de fibras coloreadas en tops de lana. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
29. KREMER, R.; URIOSTE, J.; NAYA, H.; ROSÉS, L.; RISTA, L.; LÓPEZ, C.; 2003. Incidence of skin spots and pigmentation in Corriedale sheep. In: World Conference on Animal Production (9º, 2003, Porto Alegre). Proceedings. Porto Alegre, s.e. pp. 1-3

30. LAPORTA, J; LÓPEZ, R.; URIOSTE, J.; PEÑAGARICANO, F.; LAFUENTE, C.; NAYA, H.; SIENRA, I.; KREMER, R. 2008a. Parámetros genéticos de fibras pigmentadas de lana y presencia de lunares en ovinos Corriedale. *In*: Jornadas de la Sociedad Uruguaya de Biociencias (13as., 2008, Montevideo). Resúmenes. Montevideo, s.e. p. 1.
31. _____. 2008b. Variabilidad genética en fibras pigmentadas de lana y su asociación con lunares en ovinos Corriedale. Tesis Lic. Ciencias Biológicas. Montevideo, Uruguay. Facultad de Ciencias. 44 p.
32. LARROSA, J.; ORLANDO, D. 1983. Incidencia de fibras oscuras en lanas peinadas uruguayas. *Anales de la Facultad de Veterinaria*. Montevideo. 21/25: 71-78.
33. MENDOZA, J.; MAGGIOLO, J.; 1999. ¿Cuánto importa la calidad en la lana? *Lana Noticias*. no.122: 37-41.
34. _____.; CARDELLINO, R.; MAGGILO, J.; GARÍN, M. 2001. Fibras coloreadas en Corriedale. *Lana Noticias*. no. 129: 37-40.
35. _____.; _____.; _____.; _____.; CRIADO, L. 2004. Fibras coloreadas de origen genético en Corriedale. *Lana Noticias*. no. 136: 14-21.
36. MILBURN, J. 2007. How to improve ethical performance and wool quality. *Leading Sheep*. (en línea). Queensland, s.e. p.1. Consultado 13 mar. 2008. Disponible en http://www.dpi.qld.gov.au/cps/rde/dpi/hs.xsl/30_9065_ENA_HTML.htm
37. MUÑOZ, G. 2007. Producción ovina: situación y perspectivas. (en línea). *Anuario OPYPA*. no. 07: 59-78. Consultado 12 mar. 2008. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/opypa/ANUARIOS/Anuario07/docs/04_Producc_ovina.pdf

38. NAYA, H., URIOSTE, J., YU-MEI CHANG, RODRIGUES-MOTTA, M., KREMER, R., GIANOLA, D. 2008. A comparison between Poisson and Zero-inflated Poisson regression models with an application to number of black spots in Corriedale sheep. *Genetics Selection Evolution*. 40: 379-394.
39. NICHOLAS, F. 1987. *Genética veterinaria*. Zaragoza, Acribia. 618 p.
40. PEÑAGARICANO, F.; URIOSTE, J. ; LÓPEZ, R.; LLANEZA, F.; LAFUENTE, C.; LÓPEZ MAZZ, C.; NAYA, H.; KREMER, R. 2007a. Variabilidad de niveles de pigmentación en ovinos Corriedale; resultados preliminares. 1. Pigmentación en zonas de no vellón. *In*: Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (20^o.,2007, Cusco, Perú). Resúmenes. Montevideo, s.e. s.p.
41. _____.; LÓPEZ, R.; LAFUENTE, C.; LLANEZA, F.; SIENRA, I.; LÓPEZ MAZZ, C.; KREMER, R.; URIOSTE, J. 2007b. Variabilidad genética para caracteres de pigmentación en ovinos Corriedale; resultados preliminares. 2. Halo Hair, Lunares y su asociación con fibras pigmentadas. *In*: Jornadas de la Sociedad Uruguaya de Biociencias (12as., 2007. Minas, Uruguay). Memorias. Montevideo, s.e. s.p.
42. PIENADO, G.; CARDELLINO, R.C.; AND MENDOZA, J. 1998. El futuro de la demanda por lana Corriedale bajo la perspectiva del sector exportador. *Producción Ovina*. no. 11: 63-77.
43. PEREIRA, J.; OTERO, J.2008. Programa de producción de lanas medias de calidad. *Lana Noticias*. no. 148: 2-8.
44. PURVIS, I.; FRANKLIN, I. 2005. Major genes and QTL influencing wool production and quality; a review. *Genetics Selection Evolution*. 37(1): S97–S107
45. SECRETARIADO URUGUAYO DE LA LANA (SUL). 1988. ¿Por qué debemos acondicionar nuestras lanas?. *Lana Noticias*. no. 89:4-8
46. _____ . 1990. Plan Piloto de Acondicionamiento de Lanas – SUL 1989. *Lana Noticias*. no. 94: 4-6

47. _____. 2009. Uruguay: exportaciones del rubro ovino marzo 2008 - febrero 2009. (en línea). Montevideo, SUL. Consultado 17 mar. 2009. Disponible en <http://www.sul.org.uy/mercados/1302expespaFebrerode2009.pdf>
48. _____. s.f. Estimacion del equivalente base sucia de las exportaciones de lana y productos de lana 75-82. (en línea). Montevideo. Consultado 18 feb. 2010. Disponible en <http://www.sul.org.uy/anuario/ver.asp?pag=anuario/expbs01.htm>
49. _____. s.f. Estimacion del equivalente base sucia de las exportaciones de lana y productos de lana 83-89. (en línea). Montevideo. Consultado 18 feb. 2010. Disponible en <http://www.sul.org.uy/anuario/ver.asp?pag=anuario/expbs02.htm>
50. _____. s.f. Estimacion del equivalente base sucia de las exportaciones de lana y productos de lana 90-96. (en línea). Montevideo. Consultado 18 feb. 2010. Disponible en <http://www.sul.org.uy/anuario/ver.asp?pag=anuario/expbs03.htm>
51. _____. s.f. Estimacion del equivalente base sucia de las exportaciones de lana y productos de lana 97-03. (en línea). Montevideo. Consultado 18 feb. 2010. Disponible en <http://www.sul.org.uy/anuario/ver.asp?pag=anuario/expbs04.htm>
52. _____. s.f. Estimacion del equivalente base sucia de las exportaciones de lana y productos de lana 04-10. (en línea). Montevideo. Consultado 18 feb. 2010. Disponible en <http://www.sul.org.uy/anuario/ver.asp?pag=anuario/expbs05.htm>
53. _____. s.f. Exportaciones del rubro ovino – Feb/08-Ene/09. (en línea). Montevideo. Consultado 18 feb. 2010. Disponible en <http://www.sul.org.uy/mercados/1298expespaEne/09.pdf>
54. SPONENBERG, D. 1997. The genetics of sheep. Genetics of color and hair texture. Virginia, CAB International. pp. 53-86.
55. STEPHENS, B. 2003. Weeding out the black sheep. (en línea). Schmitt, Innovations report. s.p. Consultado 21 feb. 2009. Disponible en http://www.innovations-report.com/html/reports/agricultural_sciences/report-24238.html

56. TAMBLER, A. 2009. Ovinos; la carne está mejor que la lana. (en línea). Montevideo, s.e. p.1. Consultado 21 feb. 2009. Disponible en <http://www.santaelena.com.uy/HNImprimir.cgi?1404,0>
57. TRIFOGLIO, J. 2006. Lanas que se valorizan más. (en línea). Soriano, Dohne Tres Árboles. s.p. Consultado 13 mar. 2008. Disponible en <http://www.dohnetresarboles.com.uy/varios/1177esplanasmedias.htm>
58. TRIFOGLIO, J. 2009. Mercado Lanero. (en línea). Salto, Gaudín. p.6 Consultado 20 mar. 2009. Disponible en <http://www.gaudinhnos.com.uy/archivos/2009/1303EMLSUL13MAR2009.pdf>
59. URIOSTE, J.; PEÑAGARICANO, F.; LÓPEZ, R.; LLANEZA, F.; LAFUENTE, C.; LÓPEZ MAZZ, C.; NAYA, H.; KREMER, R. 2007. Variabilidad de niveles de pigmentación en ovinos Corriedale; resultados preliminares. 2. Lunares en zonas de vellón. *In*: Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (20^o.,2007, Cusco, Perú). Resúmenes. Montevideo, s.e. s.p
60. _____.; _____.; _____.; LAPORTA, J.; LLANEZA, F.; LAFUENTE, C.; KREMER, R. 2008a. Incidence of dark skin spots and pigmentation in comercial Corriedale flocks. *In*: World Conference on Animal Production (10^o., 2008, Cape Town). Abstracts. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. p 26.
61. _____.; _____.; _____.; _____.; LAFUENTE, C.; NAYA, H.; SIENRA, I.; KREMER, R. 2008b. Skin spots and pigmentation scores as indicator traits for presence of pigmented fibres in Corriedale. *In*: World Conference on Animal Production (10^o., 2008, Cape Town). Abstracts. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. p. 34.

62. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2008a. Producción de lana zafras 1980-2008. (en línea). Montevideo. Consultado 18 feb. 2009. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/SeriesHistoricas/hdatosexcell.aspx?WRAN5FjIR1LIBdNLKyQOm+rUOtceAy2GeVlzvwsSNcsl/I6pBtHSUXLu2e5/R6l8+cenBgs0ANH+b9MdfX0ybFol017StqRaYcSCY9coWrpo+cq7hqpJTVJzo4jl0Z7a>
63. _____. _____. _____. 2008b. Stock bovino 2006-2008. (en línea). Montevideo. Consultado 18 feb. 2009. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/SeriesHistoricas/hdatosexcell.aspx?+qJDpGit0Cc8twVsSkQfeX5j52LT5PEP/0NE33aIGBMORBwXEfyvDyw90B2FYr9uKfnh3i7wiO0HMsKuSZ8UY/IIY323V+TKev7CnQy3cAqQ88be3mqQpIF3KbAZTUUS>
64. _____. _____. DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS GANADEROS. DIVISIÓN CONTRALOR SEMOVIENTES. 2010a. Declaración Jurada 2009. (en línea). Montevideo. Consultado 18 feb. 2009. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/DGSG/DICOSE/Informe2009/DJ_TotalInacional2009.pdf
65. _____. _____. _____. 2010b. Stock ovino 1980-2008. (en línea). Montevideo. Consultado 18 feb. 2010. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,60,O,S,0,MNU;E;27;5;MNU;,,>
66. VIDAL, M.; URIOSTE, J.; PEÑAGARICANO, F.; NAYA, H.; KREMER, R. 2008. Efectos genéticos de la presencia de lunares en ovinos Corriedale. *In*: Jornadas de la Sociedad Uruguaya de Biociencias (13as., 2008, Montevideo). Resúmenes. Montevideo, s.e. s.p.
67. VISSCHER, P.; HILL, W.; WRAY, N. 2008. Heritability in the genomics era – concepts and misconceptions. *Nature Reviews Genetics*. 9: 255-266.

9. ANEXOS

Anexo I

CLASIFICACIÓN DE LANAS POR CATEGORÍAS

GRUPOS DE LANAS	RAZAS	ESCALA URUGUAYA (*)	DIÁMETRO PROMEDIO DE LAS FIBRAS (μ) (*)
Merinas	Merino	Merina	18.4
	Merino	Merina	19.9
	Merino	Merina sin finura	21.3
	Merino - Ideal - Merilín	Prima Merina	22.8
Cruzas Finas	Merino - Ideal - Merilín	Cruza Prima	24.3
	Ideal – Merilín – Corriedale - Texel	Cruza B	25.8
	Corriedale - Texel	Cruza I	27.3
	Corriedale - Texel	Cruza II	28.8
Cruzas Medianas	Corriedale – Romney Marsh	Cruza III	30.5
	Romney Marsh	Cruza IV	32.3
	Romney Marsh	Cruza IV fuerte	33.8
Cruzas Gruesas	Lincoln	Cruza V	35.6

* La clasificación de lanas por finura según la escala uruguaya es subjetiva, mientras que el diámetro es un parámetro objetivo. Aunque mantiene una cierta correspondencia.

Anexo III

PROTOCOLO DE PIGMENTACIÓN USADO EN OVINOS

1. Lunares en zona de vellón

1.a. Número de lunares

- Número total de lunares (nT).
- Lunares con hasta 20 % del área con fibras pigmentadas (nt1).
- Lunares con 21 a 40 % del área (nt2).
- Lunares con 41 a 60 % del área (nt 3).
- Lunares con 61 a 80 % del área (nt 4).
- Lunares con 81 a 100 % del área (nt 5).
- Cuando el lunar no presentó fibras, se le asignó el valor 0 (nt 0).

Los lunares también fueron agrupados en clases más amplias: ausencia de lunares, lunares sin fibras, lunares con menos del 40% de fibras (nt12) y lunares con más de 60% de fibras (nt45).

Anexo IV

**NÚMERO DE REGISTROS (ANIMALES) TOTALES SEGUN TIPO DE LUNAR
POR EDAD Y ORIGEN**

E.E.B.R. (FAgro - UdelaR)								
edad	s/l	nt0	nt1	nt2	nt3	nt4	nt5	nt
1	838	150	72	23	20	29	26	1158
2	200	70	89	21	11	17	6	414
3	132	92	87	32	16	17	18	394
4	136	56	151	69	28	27	30	497
5	74	55	52	31	28	18	21	279
6	63	76	82	33	26	18	25	323
TOTAL	1443	499	533	209	129	126	126	3065
%	47,1	16,3	17,4	6,8	4,2	4,1	4,1	-
MIGUES (F. Veterinaria - UdelaR)								
edad	s/l	nt0	nt1	nt2	nt3	nt4	nt5	nt
1	458	124	86	40	17	20	19	764
2	73	48	48	18	7	6	5	205
3	32	18	40	45	22	8	6	171
4	78	9	109	94	37	40	29	396
5	35	62	114	43	52	34	23	363
6	65	42	157	111	93	72	103	643
TOTAL	741	303	554	351	228	180	185	2542
%	29,2	11,9	21,8	13,8	9,0	7,1	7,3	-

Anexo V

**NÚMERO DE REGISTROS (ANIMALES) TOTALES SEGUN TIPO DE LUNAR
POR EDAD**

edad	nt0	nt1	nt2	nt3	nt4	nt5	nt
1	274	158	63	37	49	45	626
2	118	137	39	18	23	11	346
3	110	127	77	38	25	24	401
4	65	260	163	65	67	59	679
5	117	166	74	80	52	44	533
6	118	239	144	119	90	128	838
TOTAL	802	1087	560	357	306	311	3423
%	23,4	31,8	16,4	10,4	8,9	9,1	-

Anexo VI

**NÚMERO DE REGISTROS (ANIMALES) TOTALES SEGUN TIPO DE LUNAR
CON FIBRAS POR EDAD Y ORIGEN**

E.E.B.R. (FAgro - UdelaR)						
edad	nt1	nt2	nt3	nt4	nt5	nt
1	72	23	20	29	26	170
2	89	21	11	17	6	144
3	87	32	16	17	18	170
4	151	69	28	27	30	305
5	52	31	28	18	21	150
6	82	33	26	18	25	184
TOTAL	533	209	129	126	126	1123
%	47,5	18,6	11,5	11,2	11,2	-
MIGUES (F. Veterinaria - UdelaR)						
edad	nt1	nt2	nt3	nt4	nt5	nt
1	86	40	17	20	19	182
2	48	18	7	6	5	84
3	40	45	22	8	6	121
4	109	94	37	40	29	309
5	114	43	52	34	23	266
6	157	111	93	72	103	536
TOTAL	554	351	228	180	185	1498
%	37,0	23,4	15,2	12,0	12,3	-