



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**RESISTENCIA DE MECHA Y SU ASOCIACIÓN CON LAS CARACTERÍSTICAS
DEL VELLÓN EN BORREGOS CORRIEDALE EN DOS MAJADAS**

Por

**COSTA FERRÉS, Paulina
DE MIQUELERENA ESCAMEZ, Agustín**

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

MODALIDAD: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2018**

1. PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Presidente:	<hr/> Liliana Criado
Segundo miembro:	<hr/> Inés Sienra
Tercer miembro:	<hr/> Luis Cal
Cuarto Miembro	<hr/> Karina Neimaur
Fecha de aprobación:	<hr/> 28/04/2018
Autores:	<hr/> Agustín de Miquelerena
	<hr/> Paulina Costa

2. AGRADECIMIENTOS

A nuestra tutora, Dra. Inés Sienna y co-tutora Dra. Karina Neimaur por habernos brindado la oportunidad de trabajar en este experimento, por su apoyo constante y conocimientos transmitidos.

A nuestras familias y amigos, dentro y fuera de la institución, por acompañarnos en este importante trayecto.

A nuestra casa de estudios Facultad de Veterinaria UdelaR.

Al personal de Campo Experimental N°1 de la Facultad de Veterinaria y de la Estación Experimental Bernardo Rossenborg de la Facultad de Agronomía.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
2. AGRADECIMIENTOS.....	3
3. LISTA DE TABLAS.....	5
4. LISTA DE FIGURAS.....	6
5. RESUMEN.....	7
6. SUMMARY.....	8
7. INTRODUCCIÓN.....	9
8. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
9. HIPÓTESIS.....	20
10. OBJETIVOS.....	20
11. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
12. RESULTADOS.....	27
13. DISCUSIÓN.....	34
13. CONCLUSIONES.....	37
14. BIBLIOGRAFÍA.....	38

3. LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Escala utilizada para la evaluación subjetiva de las características de la lana sucia.....	22
Tabla 2. Promedios, desvíos estándar, mínimos y máximos de las características de la lana determinadas en forma objetiva.....	27
Tabla 3. Promedios, desvíos estándar y cuartiles de las características de la lana determinadas en forma subjetiva.....	28
Tabla 4. Efecto año, Estación Experimental y sexo sobre peso del vellón sucio y limpio, rendimiento al lavado y largo de mecha.....	29
Tabla 5. Efecto año, Estación Experimental y sexo sobre resistencia de mecha, diámetro, coeficiente de variación del mismo y porcentaje de fibras mayores a 30 micras.....	30
Tabla 6. Efecto del año, Estación Experimental y sexo sobre las características de la lana determinadas en forma subjetiva.....	31
Tabla 7. Correlaciones de las características de la lana medidas objetivamente y apreciadas subjetivamente.....	32

4. LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Descuentos en lanas finas en Australia por problemas en la resistencia de mecha.....	12
Figura 2. Descuentos en lanas de diámetro medio en Australia por problemas en la resistencia de mecha.....	12
Figura 3. Promedio de resistencia de mecha entre los períodos 2001/2002 al 2015/2016 en Australia.....	13
Figura 4. Registro del Peso del vellón sucio en la esquila.....	21
Figura 5. Medición del largo de mecha.....	23
Figura 6. Tren de lavado.....	24
Figura 7. Equipo Sirolan Laserscan.....	25
Figura 8. Muestras para la determinación de la resistencia de mecha.....	26
Figura 9. Medición de resistencia de mecha mediante el equipo Agritest.....	26

5. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar la resistencia de mecha en borregos de dos majadas Corriedale durante tres años y su relación con otras características de interés productivo, medidas objetivamente o evaluadas subjetivamente. Se utilizaron 1182 borregos en total, de los cuales 468 pertenecían al Campo Experimental N°1 de Míguas de la Facultad de Veterinaria y 714 a la Estación Experimental Bernardo Rossenburg en Bañado Medina de la Facultad de Agronomía. El sistema productivo de ambas majadas fue de pastoreo mixto, con bovinos y sobre pasturas naturales. La esquila de los animales se llevó a cabo en los meses de octubre/noviembre mediante el método Tally Hi.

Las muestras de lana fueron extraídas de la zona de costilla y analizadas en el Laboratorio de Lanas de la Facultad de Veterinaria y en el Secretariado Uruguayo de la lana (SUL).

Las características medidas objetivamente fueron: largo de mecha, peso de vellón sucio y limpio, rendimiento al lavado y diámetro promedio y su variabilidad. Las características de apreciación subjetiva fueron: toque, carácter, grosor de las mechas, entrecruzamiento de las mechas y grado de penetración de tierra. Estas últimas se evaluaron mediante un score de 1 a 5; siendo 1 el valor máximo y 5 el mínimo. Mediante análisis de variancia se estudiaron efectos de estación experimental, año y sexo de los animales. Se estimaron las correlaciones fenotípicas entre las distintas variables.

El promedio de la resistencia de mecha fue de 33.38 ± 10.63 N/Ktex, registrándose variaciones significativas entre años evaluados, pero sin efecto significativo según origen o sexo sobre esta característica.

Se constataron correlaciones significativas de la resistencia de mecha con todas las características de medición objetiva, a excepción del largo de mecha. La correlación de la resistencia de mecha con el diámetro promedio fue positiva y significativa (0,26), mientras que con el coeficiente de variación del diámetro fue significativa y negativa (-0,36). Se registraron correlaciones fenotípicas significativas de la resistencia de mecha con todas las características de apreciación subjetiva, a excepción del toque.

La alta variabilidad de la resistencia de mecha entre animales indicaría posibles diferencias genéticas. La correlación significativa y negativa de la resistencia de mecha con el coeficiente de variación del diámetro, podría determinar que está última fuera tomada en cuenta como una medida indirecta a un menor costo.

6. SUMMARY

The aim this essay was to study the staple strength of Corriedale hoggets from two flocks during three years and its relationship with other wool characteristics, objectively measured and subjectively estimated. A total of 1182 animals were included in this experiment, from which 468 belonged to Experimental Station N°1 of Veterinary Faculty located in Migueles and 714 to Experimental Station Bernardo Rossenborg of Agronomy University in Bañado Medina. Both flocks were fed with natural pasture, in a mixed grazing system with cattle. Shearing took place in October and November using Tally Hi method.

Fleece samples were analysed in the Veterinary University's Wool Laboratory and in the Uruguayan Wool Secretariat (SUL).

Objectively measured wool characteristics of productive relevance included staple length, greasy and clean fleece weight, wool yield, mean fibre diameter and variability. Subjectively assessed characteristics were handle, character, dust penetration, staple crosslinking and thickness. These were scored from 1 to 5, being 1 the maximum value and 5 the minimum.

The average staple strength was 33.38 ± 10.63 N/Ktex. Significant differences were obtained between years, but not between origin and sex.

Staple strength had significant correlations with all the objectively measured characteristics, except for staple length. The correlation between average diameter and staple strength was significant and positive (0,26) and diameter variability had a significant and negative correlation with staple strength (-0,36). Significant phenotypic correlations were found between staple strength and all the subjectively assessed characteristics, except for handle.

The wide variability of staple strength results between animals may be due to genetic differences. Diameter variability could be used as an indirect and more economic way of measuring staple strength due to the significant and negative correlation between these two characteristics.

7. INTRODUCCIÓN

El rubro ovino constituye una importante fuente de ingresos en el Uruguay, por la exportación de lana y carne ovina. En el período Febrero 2016/Enero 2017, ingresaron al país 265 millones de dólares por concepto de exportaciones de los productos que componen el Rubro Ovino, dentro de los cuales 206.5 millones de dólares correspondieron a las exportaciones de lana y productos con lana, siendo la lana peinada el principal producto (57.2%, Sul, 2017). El stock ovino es de 6.561.491 cabezas totales (DICOSE, 2017), representando la raza Corriedale aproximadamente el 60% de la majada nacional.

Las principales características que determinan el valor de los tops son el diámetro y el largo promedio, este último conocido como "hauteur". El hauteur está relacionado con el largo de la mecha y su resistencia. Lanas con menor resistencia de mecha tendrán mayores roturas de fibras en el procesamiento y producirán un tops de menor hauteur (Rottenbury y col., 1985).

La resistencia de mecha (RM) es una medida de la fuerza (Newtons) requerida para romper una mecha de lana de un determinado espesor (kilotex) y se registra como Newton por kilotex (N/Ktex). La evaluación subjetiva discrimina solamente lanas que rompen y con valores menores a 25-30 N/Ktex (Cottle, 2011). En lanas Merino los valores deseables son superiores a 35 N/Ktex, aplicándose descuentos por debajo de esos valores (Otegui, 2008). En la caracterización de la lana Corriedale realizada por el SUL los valores promedio de RM fueron 33.1 N/Ktex y una variabilidad entre lotes de 16.0-49.0 N/Ktex (Capurro, 1996).

La resistencia es una propiedad que está fuertemente condicionada al medio ambiente productivo y a las condiciones climáticas del año, y cuando su valor no supera un determinado límite (>30 N/Ktex) impacta negativamente en el proceso industrial y la calidad del producto obtenido. La resistencia estaría determinada principalmente por la variación del diámetro de fibra a lo largo de la misma, consecuencia de la fluctuación estacional en los niveles de alimentación. A mayor variación del diámetro a lo largo del año sería más factible obtener mechas quebradizas (Polanco y Elvira, 2006). Si se ejerce presión, las mechas de lana rompen en la zona de menor diámetro (punto débil). El coeficiente de variación de diámetro de fibra tiene una alta correlación negativa (fenotípica y genética) con la resistencia de mecha (Hansford y Kennedy 1990).

Al comparar dos mechas con diámetros de fibra mínimos y máximos similares, Brown y col. (2002) constataron que la mecha con una variación de diámetro más progresiva presentó mayor resistencia comparado con aquella en el cual la variación de diámetro era más abrupta.

En los sistemas de producción ovina de Uruguay predomina el sistema de cría extensivo cuya base forrajera es el campo natural. El mismo presenta una variación estacional en la producción de forraje disponible, teniendo un marcado descenso durante el invierno, debido a las bajas temperaturas que retardan el crecimiento de las pasturas. La mayoría de las razas de ovinos muestran un ritmo de crecimiento de lana controlado por las horas de sol (Hutchinson, 1976). La variación estacional afecta tanto el ritmo de crecimiento longitudinal como en el diámetro de las fibras. Este ritmo está disminuido o ausente en Merino, pero puede ser muy variado en muchas razas de ovinos. Estudios realizados con ovinos de las razas Romney y Perendale en Nueva Zelanda mostraron que el crecimiento de lana y el diámetro de fibra se reducen en invierno debido a los efectos del fotoperiodo, afectando la resistencia de la mecha (Geenty y col., 1984; Hawker y Crosbie, 1985).

Diversos trabajos realizados en ovinos de la raza Merino en Australia muestran valores de heredabilidad moderada (0.30) (Atkins, 1997; Mortimer y col., 2009). Lewer y Li (1994) reportaron una alta asociación de la RM con el coeficiente de variación del diámetro en lana Merino y este último podría utilizarse como estimación indirecta de la resistencia de mecha a un menor costo. Safari y Fogarti (2003) estimaron correlaciones genéticas y fenotípicas moderadas y positivas entre el diámetro promedio y la resistencia de mecha en Merino (0.37 y 0,23).

El mayor conocimiento de los factores que afectan la resistencia de la mecha en borregos de la raza Corriedale de nuestro país, es de gran importancia para mejorar la calidad de la lana. Esta categoría produce un tipo de lana muy apreciada para la industria topista, principalmente por su diámetro.

8. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La resistencia de mecha puede ser definida simplemente como la fuerza requerida para romper una cantidad conocida de lana. Se mide en Newtons por kilotex, haciendo referencia el primero a la fuerza y el segundo al espesor de la mecha.

Aunque tiene limitaciones, la medición de la resistencia de mecha tiene importancia comercial relacionada a las propiedades físicas de la lana en la fabricación de los tops. Fibras débiles que se rompen durante el procesado disminuyen el largo de la fibra del top y aumentan las pérdidas en el cardado y peinado (Rottenbury y col., 1981; Whiteley, 1987; Rogan, 1988). El problema usualmente se manifiesta como un área localizada de debilidad o un 'quiebre' en la mecha, pero también es posible que las fibras tengan baja resistencia a lo largo de toda, o en una gran parte, de su longitud (Roberts y col., 1960). La lana es generalmente considerada como 'débil' cuando la fuerza necesaria para romper una mecha es menor a 25 N/Ktex (Hunter y col., 1983; Ralph, 1986; Rogan, 1988). Estas lanas frecuentemente se rompen en la región de la mecha donde el diámetro de la fibra se reduce considerablemente.

La medición de la RM es requerida por la industria procesadora de lana para predecir el largo de la fibra en el top. Esta predicción de largo de fibra (hauteur) se hace usando una ecuación que incluye el diámetro de fibra, RM, largo de mecha, punto de quiebre y contenido de materia vegetal (Australian Wool Education Trust, 2009). En Australia, la industria textil ha ido cambiando, aumentando su preferencia por tops más largos (mayor hauteur), con menores diámetros de fibras y bajo contenido de fibras cortas. Los hilanderos pueden hilar más rápido con este tipo de tops, con menos quiebres y mayor homogeneidad y firmeza. Los tejedores pueden aumentar la velocidad de producción y lograr telas más livianas y con menos fallas de fábrica. Algunas industrias incluso establecen un mínimo de resistencia de mecha y máximo de porcentaje de fibras que rompen en la mitad (AWI, 2017).

La relación entre RM y precio no es lineal. Según datos obtenidos de lanas Merino de AWI (Australian Wool Innovation Limited, 2017), partiendo de una base de 35 N/Ktex se aplican penalizaciones mayores a lanas débiles (14-21 N/Ktex) y los descuentos van disminuyendo a medida que aumenta este valor. Lanass con resistencias mayores a 40 N/Ktex obtienen bonificaciones, especialmente aquellas con menores diámetros. Lanass de 50 N/Ktex y 16 micras pueden obtener entre 200 y 500 centavos de bonificación.

En la siguiente figura se muestran los descuentos y bonificaciones para lanass finass (18,6-20,5 micras) en Australia.

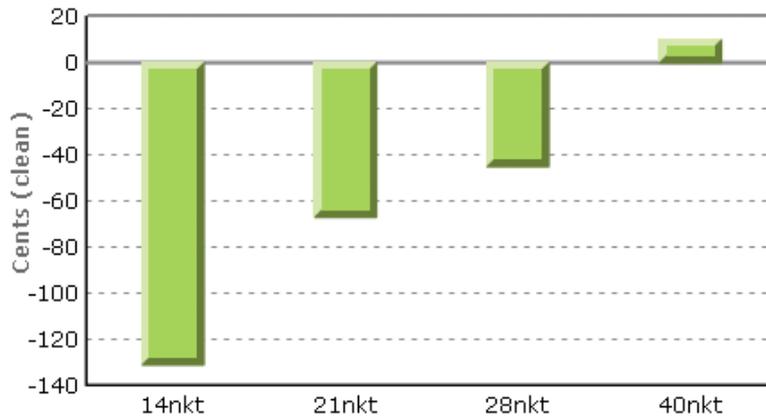


Figura 1. Descuentos en lanas finas en Australia por problemas en la resistencia de mecha (AWI, 2017).

En la Figura 2 se presentan los descuentos para lanas de diámetro medio (20,6-22,5 micras) en Australia.

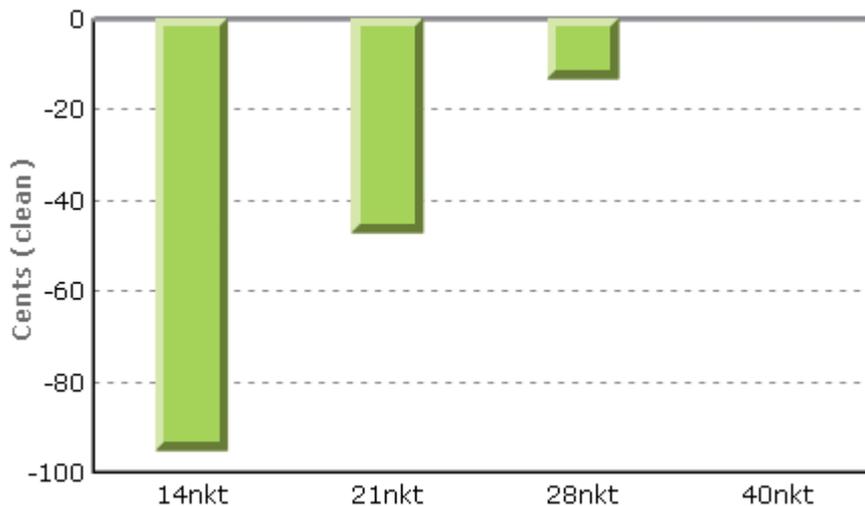


Figura 2. Descuentos en lanas de diámetro medio en Australia por problemas en la resistencia de mecha (AWI, 2017).

La Figura 3 presenta los cambios en el promedio de RM entre los períodos 2001/2002 al 2015/2016 en Australia según datos aportados por AWTA (Agricultural, Horticultural & Materials Testing). Se puede apreciar una tendencia de disminución de los valores de toda la lana hasta el período 2008/2009, a partir del cual se observa una tendencia al aumento de los mismos.



Figura 3. Promedio de resistencia de mecha entre los períodos 2001/2002 al 2015/2016 en Australia (AWTA, 2017)

Las variaciones de RM en un vellón suelen ser pequeños e inconsistentes, aunque en el lomo los valores pueden ser un poco menores debido a los efectos del clima. En promedio, las medidas de RM tomadas de los diferentes sitios del vellón proporcionan un valor estimado del promedio del vellón relativamente confiable. Dado que las muestras de las costillas son las mejores para el diámetro, largo de mecha y rendimiento, esta muestra también pueden ser usadas para obtener un valor estimado de la RM del vellón (Australian Wool Education Trust, 2009).

Variación de Diámetro y Resistencia de Mecha

El diámetro de fibra mínimo y el rango de variación de diámetro a lo largo de la mecha son importantes determinantes de la resistencia. Fibras con grandes variabilidades en diámetro van a producir una mecha más débil que mechas con fibras más uniformes (Reis, 1992). Las reducciones en el diámetro pueden ser producidas por disminución del consumo de alimento, cambios en el balance de nutrientes absorbidos, enfermedad y parasitismo, preñez y lactación, fotoperiodo u otra fuente de stress. Estos factores pueden ser interactivos o aditivos (Sacchero y Mueller, 2007).

Animales en pasturas altamente estacionales sufren grandes cambios en el aporte de nutrientes que se ve reflejado en rápidos cambios en el diámetro de fibras. Es decir que la variación del diámetro de la fibra desde la punta hacia la base refleja los cambios ambientales ocurridos a través del periodo de crecimiento desde la esquila anterior. El perfil del diámetro resultante influye sobre la calidad de la lana y su precio, lanas con fibras de diámetro homogéneo son preferibles en el proceso industrial. En cambio, lanas con fibras de diámetro medio muy heterogéneo entre ellas, con variaciones de diámetro a lo largo de las fibras, de diámetro mínimo muy bajo y/o de diámetro mínimo muy cerca del medio de la mecha afectan a la RM y el consecuente comportamiento textil.

No todos los animales reaccionan de la misma forma frente a cambios ambientales similares, la variación del diámetro de fibras a lo largo de la mecha ha sido usada como indicador de la sensibilidad del individuo a esos cambios, individuos más sensibles tienen mayor variación en el diámetro de fibras a lo largo de la mecha (Sacchero y Mueller, 2007).

Se ha demostrado, en diferentes condiciones ambientales, que la variación de diámetro tiene una alta y negativa asociación fenotípica con la RM. En el sudoeste de Australia Ritchie y Ralph (1990) encontraron una correlación de -0.83, en Nueva Gales del Sur, Swan y col., (1995a) observaron una de -0.29 y Gifford y col., (1995) en el sur de Australia observaron correlaciones de -0.18 y -0.40. Estas asociaciones se mantienen con animales de diferente genotipo, sexo, estado fisiológico y condición nutricional (Brown y col., 2002).

No solo importa el coeficiente de variación de diámetro sino también el ritmo con el que varían. En dos mechas con un mismo mínimo y máximo de diámetro, aquella con mayor longitud presentará un ritmo de variación de diámetro más gradual. Un estudio realizado por Hansford y Kennedy (1988) demostró que ovejas con un alto ritmo de variación de diámetro tendieron a tener una menor RM y que el ritmo de variación tuvo una mayor influencia en la RM que el diámetro mínimo. Esto implica que si el productor es capaz de atenuar los cambios de diámetro en un periodo de tiempo más largo, teóricamente debería obtener mayores valores de RM. En un estudio realizado por Brown y col. (2002) el ritmo de variación del diámetro tuvo correlaciones negativas con la RM, con valores entre -0,02 y -0,38. Otros estudios mostraron mayores correlaciones entre estas características como ser valores de -0,77 a -0,42 (Hansford y Kennedy, 1988), -0,67 (Thompson y Hynd, 1998), -0,21 a -0,63 (Brown y col., 1999).

Diámetro y Resistencia de Mecha

Anderson y Cox (1950) encontraron que la fuerza del área de la sección transversal de fibras de lana de Romney aumentó significativamente con el aumento de diámetro de la fibra. Sin embargo, la fuerza requerida para romper una fibra de un diámetro dado varía en un rango considerable (Anderson y Cox 1950; Orwin y col., 1980,1985; Woods y col., 1990) y una significativa proporción de fibras no rompe en el punto mínimo del área de sección transversal. (Orwin y col., 1985; Woods y col., 1990).

Thompson y Hynd (1998) reportaron que el aumento de 1 μm en el diámetro mínimo de la fibra fue asociado con un incremento en la resistencia de mecha de 5 N/Ktex, esto coincide con el aumento de 4,8 N/Ktex reportado por Bray y col. (1993). Otros estudios también reportaron una alta correlación ($r = 0,70 - 0,85$) entre el diámetro mínimo de la fibra y la resistencia de mecha (Orwin y col., 1988; Hansford y Kennedy, 1990; Bray y col.,1993; Peterson y col.,1998). En un estudio realizado por Wuliji y col. (2011) se observó una correlación fenotípica de 0,32 entre en diámetro promedio y la RM.

Por otro lado, Brown y col. (2002) en su investigación no encontraron diferencias en la RM de diferentes razas a pesar de tener diferencias significativas en cuanto al diámetro de lana, Swan y col. (1995b) tampoco encontraron diferencias significativas en la resistencia de mecha entre 11 líneas de sangre comparando líneas superfinas, finas y de finura media. Los resultados mostraron una mayor variación de resistencia de mecha entre individuos de una misma línea de sangre que entre las mismas. Peterson y col. (1998) observaron una mayor variación en el diámetro de fibra y menor resistencia de mecha en un grupo de ovejas con promedio de diámetro de 20.1 μm al compararlas con otro grupo con 16.2 μm de diámetro promedio. Las líneas de lana media estudiadas en el trabajo de Brown y col. (2002) mostraron una variación de diámetro significativamente mayor comparado con las de lana fina, pero no tuvieron diferencias significativas en la resistencia de mecha.

Otras características de la lana y Resistencia de Mecha

En un estudio realizado por Atkins (1997) los valores de PVS y PVL, tanto para borregos como para adultos, mostraron una correlación fenotípica baja (0,10) con la RM. Wuliji y col. (2011) observaron una relación fenotípica moderada entre dichas características, 0,25 para el caso del PVS y 0,29 para el PVL.

En todas las mechas existe variación de largo entre sus fibras, pero a medida que esta variación aumenta también lo hace el potencial de que algunas fibras se encuentren sujetas por ambas pinzas de la máquina y otras no. Estas últimas van a

influir en la densidad lineal pero no en la fuerza necesaria para romper la mecha, por lo tanto la densidad lineal va a sobrestimar la cantidad de material existente para soportar la fuerza y por definición la RM disminuirá (Australian Wool Education Trust, 2009). El coeficiente de variación del largo de las fibras tuvo una gran correlación con la RM en un estudio realizado por Schlink y col. (2001). En una majada de lana fina el coeficiente de variación del largo en la mecha y el diámetro mínimo se les atribuyó el 84% de la variación de RM. En el estudio realizado por Wuliji y col. (2011) la correlación fenotípica entre la RM y el LM fue de 0,34, sin embargo en el de Atkins (1997) fue de 0,05.

En relación a las características de apreciación subjetiva, en un estudio realizado por Matebesi y col. (2009) la RM obtuvo una correlación fenotípica de 0,09 con la regularidad del rizo y de 0,06 con el color. En el estudio de Atkins (1997) no se observó una correlación de la característica en estudio con el color ni con el contenido de tierra.

Nutrición

Los cambios en el crecimiento de la lana están determinados tanto por el crecimiento en longitud como por el área transversal (calculada con el diámetro) de las fibras. Una gran reducción en la ingestión de nutrientes resultará en la reducción del diámetro de la fibra y en una región de la mecha debilitada debido a la reducida cantidad de queratina presente. Ensayos realizados con alimentación controlada mostraron que tanto el ritmo de crecimiento en longitud y el diámetro de las fibras de lana respondieron a cambios en la oferta de nutrientes, manteniéndose la proporción LM/DM casi constante (Downes, 1971; Reis y col., 1990).

Estudios realizados en Queensland (Butcher y col., 1984) mostraron que al aumentar la concentración de ovinos disminuyó la resistencia de mecha y que cambios en la resistencia de mecha a lo largo del año estaban relacionados con el contenido de proteína en el alimento consumido.

El suministro de muchos minerales afecta el crecimiento y las propiedades de la lana indirectamente por influenciar el metabolismo y consumo de alimentos (Purser, 1979). Solo los elementos traza Cobre y Zinc parecieron ser requeridos directamente en el proceso de crecimiento de lana. La deficiencia de Cobre causa el crecimiento de lana "acerada", que tiene una baja fuerza intrínseca a lo largo de la fibra y no tiene rizo (Marston, 1946, Underwood, 1977). La división celular en el bulbo folicular requiere de Zinc (Reis, 1989). La deficiencia de Zinc debilita sustancialmente las fibras (Underwood, 1977). White y col., (1990) suplementaron ovejas en pasturas mediterráneas con una mezcla de 6 macro y 12 micro-minerales, incluyendo Cobre y

Zinc. La RM en el grupo suplementado fue de 53 N/Ktex comparado con el grupo control que fue de 38 N/Ktex.

Estudios acerca del crecimiento de lana realizados por Reis (1992) indicaron que la fragilidad de las fibras de lana puede aumentar sustancialmente por tratamientos que varían el suministro de lisina o metionina a los folículos de lana, sin embargo estos estudios estaban dirigidos a medir el ritmo de crecimiento de lana y las estimaciones de la resistencia de las fibras fueron mayormente subjetivas.

Bogdanovic y col., (1990) obtuvieron evidencia de que la metionina puede aumentar la RM durante períodos de sub-alimentación, cuando no se llega a cubrir los requerimientos de mantenimiento. Al suplementar por vía ruminal con metionina a capones de raza Merino mantenidos en estas circunstancias, aumentaron 2 μm en el diámetro de fibra mínimo y la RM pasó de 12 a 21,5 N/Ktex. Otros estudios realizados con corderos pre-rumiantes que recibieron dietas intra-abomasales líquidas demostraron la importancia del adecuado suministro de lisina para mantener la resistencia de las fibras de lana. Un bajo nivel de lisina resultó en un debilitamiento sustancial de las fibras, juzgadas subjetivamente. (Citado en la revisión de Reis, 1992, como comunicación personal de Colebrook y Black) y en el estudio de Chapman y col., (1983) se observaron anomalías en los folículos y en las fibras.

Gestación y lactación

Los efectos combinados de gestación y lactación fueron estudiados por Corbett (1979). Ambas condiciones fisiológicas causan reducción en el crecimiento de la lana con mayores efectos en ovejas melliceras. Tanto el diámetro como el crecimiento en longitud son afectados. En la revisión bibliográfica realizada por Corbett (1979) se muestra que la lactación y gestación aumenta la incidencia de lana débil o reduce la resistencia de la fibra. Estos efectos son al menos parcialmente debido a la competencia entre tejidos por los nutrientes esenciales pero también pueden verse involucrados factores hormonales. (Oddy y Annison, 1979; Oddy, 1985). Varios estudios muestran que la lana en ovejas gestantes o lactando tiene una menor resistencia de mecha que en capones u ovejas vacías; el problema puede verse exacerbado por nutrición deficiente cerca del parto. (Butcher y col., 1984; Rapph, 1984, 1986; Hansford and Keneddy, 1990a).

Cortisol

Linder y Ferguson (1956) observaron que una dosis diaria de hormona adenocorticotropa (ACTH) o cortisona por 8-10 semanas causa una marcada depresión en el crecimiento de la lana; tanto el crecimiento en longitud como el

diámetro de las fibras se vieron reducidas. Apareció un 'quiebre' en la lana luego de cesar el tratamiento y se sugirió que 'una hiperactividad temporal de la corteza adrenal puede ser un mecanismo psicológico común viéndose en el campo como debilidad o quiebres'. Se observaron efectos similares con la administración de cortisol a ovejas Border Leicester x Merino y Merino por periodos de 1 a 3 semanas (Chapman y Bassett, 1970; Thwaites, 1972). El nivel de nutrición afectó los efectos del cortisol siendo un plano nutricional bajo el mayor predisponente para la debilidad (Thwaites, 1972). Wallace (1979) concluyó que la concentración de glucocorticoides en el plasma debe estar elevada por varios días antes de que se vean los efectos en el crecimiento de la lana. Ralph (1984) observó que un transporte de 3 días, el encierro en los corrales y la castración redujo la fuerza necesaria para romper una mecha en un grupo de capones de 74 a 45 N/Ktex.

Parásitos y enfermedades

La presencia de parásitos y enfermedades pueden tener un efecto apreciable en la producción de lana y la resistencia de las fibras. Es probable que existan componentes nutricionales afectando la RM debido a la reducción en consumo de alimentos o cambios en la disponibilidad y utilización de nutrientes, así como el componente de estrés asociado con el aumento de secreción de cortisol, especialmente en condiciones de enfermedad.

Donald (1979) observó los efectos de infecciones microbianas y parásitos externos e internos en el crecimiento de la lana. Varias infecciones microbianas pueden causar un 'quiebre' en la lana, y la dermatitis micótica y el fleece rot afectan la lana directamente. La principal invasión de parásitos externos que causa debilidad en las fibras es la miasis. Butcher y col. (1984) observaron que la lana en zonas del vellón que se vieron afectadas por miasis tenían una menor RM que las áreas adyacentes no afectadas (23 vs 29 N/Ktex). Sin embargo, estas diferencias pueden no ser significativas por el amplio rango de valores citados (16-31 vs 20-50 N/Ktex). El estrés es probablemente un componente importante de los efectos en la resistencia de mecha en casos de miasis, Shutt y col. (1988) encontró elevaciones significativas de niveles de ACTH y cortisol en plasma en ovejas con miasis. Los efectos en el crecimiento de las fibras de lana son mayormente debido a la reducción de consumo de alimentos, utilización nutricional deficiente y pérdida de aminoácidos en el intestino (Steel y Symons, 1979).

Parámetros genéticos

Las estimaciones para la heredabilidad en resistencia de mecha en ovinos son variables. Rogan (1988) reportó un valor de 0,17 para Merinos, mientras que

estudios con dos majadas de Merinos en el oeste de Australia mantenidos con planes de nutrición 'alto' y 'bajo' reportaron heredabilidades de 0,49 y 0,24 respectivamente (Howe et al., 1991). Estimaciones de heredabilidad para resistencia de mecha en Romneys variaron entre 0,20 (Newman y col., 1990) a 0,52 (Hawker y col., 1988) y 0,58 (Bigham y col., 1983).

Diversos estudios mostraron una alta correlación genética negativa entre el coeficiente de variación de diámetro total y la resistencia de mecha (Lewer y Ritchie 1993; Lewer y Li 1994; Greeff y col., 1995, 1997), y que un gran componente en la variación total del diámetro de fibra ocurre a lo largo de fibras individuales (Quinnell y col., 1973; Sumner y Revfeim 1973; Dunlop y McMahon 1974; McKinley y col., 1976).

9. HIPÓTESIS

De acuerdo a la información recabada en la revisión bibliográfica, se pueden formular una serie de hipótesis sobre los resultados que se obtendrán:

- De acuerdo al promedio nacional, esperamos encontrar valores de resistencia promedio de 30 N/Ktex con variaciones entre años y orígenes.
- Existe una asociación entre el coeficiente de variación del diámetro y la resistencia de mecha.

10. OBJETIVOS

Objetivo general

Estudio de la resistencia de la mecha en borregos de dos majadas Corriedale durante tres años y su relación con otras características de interés productivo, de apreciación subjetiva y medición objetiva.

Objetivos específicos:

- Analizar los efectos año, sexo y origen sobre la resistencia de la mecha en borregos Corriedale.
- Estimar la asociación entre la resistencia de mecha y las características de la lana medidas objetivamente.
- Estimar la asociación entre la resistencia de mecha y las características de la lana apreciadas subjetivamente.

11. MATERIALES Y MÉTODOS

Animales utilizados

El estudio se realizó con las majadas del Campo Experimental N°1 de Migués (Facultad de Veterinaria) y en la Estación Experimental Bernardo Rossenborg en Bañado Medina (Facultad de Agronomía). Ambas majadas estaban compuestas por 300 ovejas Corriedale identificadas individualmente y conectadas entre sí mediante 2 carneros de referencia por año. El manejo realizado en ambas estaciones corresponde al de un sistema productivo tradicional, de pastoreo mixto, con bovinos y sobre pasturas naturales, coincidente con las condiciones mayoritarias del país. Los borregos y borregos castrados fueron manejados en forma conjunta durante todo el ensayo. La esquila se realizó en octubre/noviembre, la encarnerada en marzo/abril, la parición en agosto/setiembre y el destete en diciembre. Se utilizaron un total de 1182 borregos, de los cuales 714 corresponden a la estación de Bañado Medina y 468 al campo de Migués.

Toma de muestras de lana

Se analizaron las muestras de borregos/as extraídas en los años 2012, 2013 y 2014. En el momento de la esquila se tomó una muestra de la zona media de costilla y se pesó el vellón (PVS). Previo a la esquila se tizó la lana de esa zona y una vez esquilado se extrajo la muestra de la zona tizada del vellón en la mesa de acondicionado.



Figura 4. Registro del Peso del vellón sucio en la esquila.

Análisis de las muestras de lana

Las muestras de lana fueron analizadas en el Laboratorio de Lanass de la Facultad de Veterinaria y en el Secretariado Uruguayo de la lana (SUL).

Características de la lana de apreciación subjetiva

Se evaluaron mediante un escore de 1 a 5; siendo 1 el valor máximo y 5 el mínimo. Los escores se basan en los desarrollados por AWTA (2007) y el utilizado por Crook y col. (1994). En la tabla 1 se detallan las características evaluadas y se describe la escala.

Tabla 1. Escala utilizada para la evaluación subjetiva de las características de la lana sucia

Característica	Escala
Toque (TO): suavidad de la lana a la palpación en la zona media.	<ol style="list-style-type: none">1. Muy suave2. Bastante suave3. Ni muy suave ni muy áspero4. Bastante áspero5. Muy áspero
Carácter (CA): Definición del rizo y regularidad a lo largo de la mecha.	<ol style="list-style-type: none">1. Rizo bien definido, frecuencia regular a lo largo de la mecha.2. Rizo bien definido, pero con variaciones en la frecuencia o definición a lo largo de la mecha.3. Rizo visible, pero de frecuencia o definición inconsistente a lo largo de la mecha.4. Áreas de la mecha con rizo no visible presentando grandes variaciones en la frecuencia o en la definición del rizo a lo largo de la mecha.5. Rizo no visible en amplias áreas de la mecha y sin definición.

<p>Estructura de las mechas (GM): describe la disposición de las fibras que componen la mecha en tamaño y grosor.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muy finas (menos de 5 mm) 2. Finas (5-10 mm) 3. Mechas medias (10-20 mm) 4. Mechas gruesas (20-30 mm) 5. Mechas muy gruesas (30-50 mm)
<p>Entrecruzamiento de las mechas (EM): Grado de asociación entre las mechas en la zona media.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mechas separadas 2. Bastante separadas 3. Visibles, pero algo entrecruzadas 4. Visibles y muy entrecruzadas 5. No se visualizan mechas
<p>Penetración de tierra (PU): Grado de penetración de tierra a lo largo de la mecha</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <5% de la mecha 5. 80 a 100% de la mecha

Características de la lana de medición objetiva:

- **Largo de Mecha (LM):**

Se midió en centímetros, con regla milimetrada el promedio del largo de 5 mechas tomadas al azar.



Figura 5. Medición del largo de mecha.

- **Rendimiento al lavado (Rinde).**

Se pesaron 100 gramos de lana sucia y se introdujeron en bolsa de malla identificada.

- Lavado de las muestras.

El lavado de las muestras se realizó en un tren de lavado de 4 piletas, con agua caliente y un detergente no iónico diluido al 25% en las tres primeras piletas.

Las muestras procedentes de cada animal se colocaron en bolsas de malla que se mantuvieron sumergidas 3 minutos en cada pileta. Posteriormente, finalizado el lavado se centrifugaron las bolsas conteniendo las muestras para eliminar el exceso de agua.

Temperaturas y detergente de cada pileta:

Pileta 1: 65°C ± 2 con 120cc de detergente

Pileta 2: 60°C ± 2 con 90cc de detergente

Pileta 3: 55°C ± 2 con 60cc de detergente

Pileta 4: 45°C ± 2 sin detergente



Figura 6. Tren de lavado.

- Secado de las muestras

El secado se realizó en estufa de aire forzado a una temperatura de 105°C durante 3 horas.

- Acondicionado

Las muestras procedentes de cada animal se retiraron de la bolsa de lavado y se acondicionaron en el Laboratorio durante 12 horas a una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 2$ y 65 ± 2 % de humedad, para pesar las muestras en condiciones estándares.

- Peso de muestra acondicionada:

Se pesaron las muestras luego de acondicionadas. Se corrigieron por humedad y se calculó el rendimiento al lavado y el Peso de Vellón Limpio (PVL).

- **Determinación de diámetro promedio y su variabilidad (DM y CV):**

Se determinó en el Laboratorio de lanas del SUL mediante el equipo Sirolan Laserscan, sobre las muestras tomadas de costilla, según norma IWTO-12.



Figura 7. Equipo Sirolan Laserscan.

- **Resistencia de mecha:**

Se determinó con equipo Agritest en 5 mechas de lana sucia, según norma IWTO-30.



Figura 8. Muestras para la determinación de la resistencia de mecha.



Figura 9. Medición de resistencia de mecha mediante el equipo Agritest.

- **Análisis estadístico**

Se caracterizaron los datos recogidos a través de estadísticas descriptivas (medidas de tendencia central como media, mínimo, máximo y de dispersión tal como desvío estándar). Se realizó un análisis de varianza para estudiar los efectos del año, sexo y origen de los animales. Se estimaron las correlaciones fenotípicas entre la resistencia de mecha y las características de la lana de apreciación subjetiva y de determinación objetiva. Se utilizó el paquete estadístico Stata (Stata Corp., 2011). Para normalizar la distribución del porcentaje de fibras mayores a 30 micras se realizó una transformación logarítmica base 10.

12. RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan los promedios, desvíos estándar, valores mínimos y máximos de las características de la lana determinadas de forma objetiva, en un total de 1182 ejemplares.

Tabla 2. Promedios, desvíos estándar, mínimos y máximos de las características de la lana determinadas en forma objetiva.

Característica	x	ds	min	max
PVS (kg)	2,57	0,71	1,02	6,10
R (%)	79,04	4,48	61,60	93,10
PVL (kg)	2,03	0,56	0,79	4,77
LM (cm)	9,92	1,81	5,10	16,40
RM (N/Ktex)	33,38	10,63	6,56	64,00
DM (m μ)	24,39	2,32	18,40	32,40
CV (%)	22,29	2,91	15,40	32,30
F>30 (%)	14,22	10,52	0,30	59,10

PVS: peso del vellón sucio; R: rendimiento al lavado; PVL: peso del vellón limpio; LM: largo de mecha; RM: resistencia de mecha; DM: diámetro promedio; CV: coeficiente de variación del diámetro; F>30: porcentaje de fibras mayor a 30 micras; x: promedio; ds: desvío estándar; min: mínimo; max: máximo.

La resistencia de mecha promedio de todos los animales evaluados en este experimento fue de 33,38 N/Ktex. Se constató una gran variabilidad de los valores obtenidos que tuvieron un mínimo de 6,56 N/Ktex y un máximo de 64 N/Ktex, con un

alto desvío estándar (10,63 N/Ktex), sin embargo, la distribución fue normal. Los pesos de vellones sucios y limpios fueron moderados dado que no incluyeron lana de barriga y el rendimiento al lavado fue alto. El porcentaje de fibras mayores a 30 micras también presentó un alto desvío estándar y su distribución no fue normal.

En la Tabla 3 se presentan medidas de centralización (promedio y mediana), de dispersión (desvíos estándar) y medidas de posición (cuartiles) de las características de la lana determinadas de forma subjetiva.

Tabla 3. Promedios, desvíos estándar, y cuartiles de las características de la lana determinadas en forma subjetiva.

Característica	x	ds	med	q1	q3
CA	2,66	0,67	3,00	2,00	3,00
TO	2,47	0,66	2,00	2,00	3,00
GM	2,59	0,62	3,00	2,00	3,00
EM	2,65	0,78	3,00	2,00	3,00
PU	2,82	0,53	3,00	3,00	3,00

CA: carácter; TO: toque; GM: estructura de las mechas; EM: entrecruzamiento de las mechas; PU: grado de penetración de la tierra. x: promedio; ds: desvío estándar; med: mediana; q1: primer cuartil; q3: tercer cuartil.

A partir de los datos presentados en la tabla anterior se puede constatar que los promedios de todas las características determinadas de manera subjetiva tuvieron valores en un rango de 2,5-3, con desviaciones estándar similares (valores de 0,53 a 0,78). La mediana, es decir el valor que ocupa la posición central al ordenar todos los datos, para todas las características fue 3, con excepción del TO que fue 2. Además, el 75% de los datos de todas las características fueron superiores o iguales a 3 y el 25% de los datos fueron inferiores o iguales a 2, con excepción del PU que fueron inferiores a 3.

En la Tabla 4 y 5 se presentan los efectos año, Estación Experimental y sexo sobre las características de la lana determinadas en forma objetiva.

Tabla 4. Efecto año, Estación Experimental y sexo sobre peso del vellón sucio y limpio, rendimiento al lavado y largo de mecha.

Efecto	n	PVS (kg)	R(%)	PVL (Kg)	LM(cm)
Año					
2012	504	2,75 ± 0,54	78,66 ± 5,00	2,16 ± 0,44	9,97 ± 1,09
2013	369	2,42 ± 0,83	79,13 ± 3,97	1,91 ± 0,65	9,06 ± 1,46
2014	309	2,47 ± 0,75	79,54 ± 4,10	1,95 ± 0,56	10,84 ± 2,52
		***	***	***	***
EE					
MI	469	3,11 ± 0,57	79,15 ± 4,33	2,46 ± 0,46	11,11 ± 1,60
BM	713	2,22 ± 0,56	78,96 ± 4,58	1,74 ± 0,42	9,13 ± 1,48
		***	***	***	***
Sexo					
H	547	2,55 ± 0,66	78,96 ± 4,50	2,01 ± 0,53	10,04 ± 1,73
M	454	2,84 ± 0,70	78,35 ± 4,53	2,22 ± 0,55	9,97 ± 1,72
		***	*	***	NS

EE: Estación Experimental, MI: Estación Experimental N°1 de Migués, BM: Estación Experimental Bernardo Rossenbúrg en Bañado Medina, H: Hembra, M: Macho, ***: P<0,0001; ** P<0,001; *: P<0,05; NS: no significativo, PVS: peso del vellón sucio; R: rendimiento al lavado; PVL: peso del vellón limpio; LM: largo de mecha.

Tabla 5. Efecto año, Estación Experimental y sexo sobre resistencia de mecha, diámetro, coeficiente de variación del mismo y porcentaje de fibras mayores a 30 micras.

Efecto	n	RM (N/Ktex)	DM (mμ)	Cv(%)	F>30 (%)
Año					
2012	504	37,79 ± 10,34	24,78 ± 2,16	21,97 ± 2,88	15,22 ± 10,00
2013	369	31,52 ± 10,14	24,62 ± 2,51	22,41 ± 2,91	15,79 ± 11,33
2014	309	28,57 ± 8,76	23,49 ± 2,08	22,66 ± 2,91	10,70 ± 7,72
		***	***	*	***
EE					
MI	469	32,30 ± 10,79	24,94 ± 2,26	22,75 ± 2,88	16,86 ± 10,57
BM	713	34,10 ± 10,46	24,03 ± 2,29	21,99 ± 2,89	12,48 ± 9,43
		NS	***	***	***
Sexo					
H	547	33,56 ± 10,46	24, 91 ± 2,25	22,46 ± 2,96	16,52 ± 10,52
M	454	34,86 ± 11,02	24,28 ± 2,26	21,83 ± 2,76	13,27 ± 9,66
		NS	***	**	***

EE: Estación Experimental, MI: Estación Experimental N°1 de Migueles, BM: Estación Experimental Bernardo Rossenburg en Bañado Medina, H: Hembra, M: Macho, ***: P<0,0001; ** P<0,001; *: P<0,05; NS: no significativo; RM: resistencia de mecha; DM: diámetro promedio; CV: coeficiente de variación del diámetro; F>30: porcentaje de fibras mayor a 30 micras.

A partir de los datos de las Tablas 4 y 5 se puede observar que todas las características de medición objetiva tuvieron una diferencia significativa en los diferentes años (P<0,0001 y P<0,05 para el coeficiente de variación).

Al comparar las características medidas en relación al lugar donde se encontraban los animales, todas las características objetivas tuvieron una diferencia significativa (P<0,0001) entre campos experimentales, con excepción de la RM, en la cual las diferencias no fueron significativas.

En cuanto al sexo, las características presentaron diferencias significativas. El peso de vellón sucio y limpio fue mayor en los machos ($P < 0,0001$), como también el rendimiento ($P < 0,05$). El diámetro y el porcentaje de fibras mayores a 30 micras también presentaron diferencias significativas ($P < 0,0001$) pero en este caso las hembras presentaron valores mayores. El coeficiente de variación también presentó diferencias significativas ($P < 0,001$) entre los diferentes sexos, siendo mayor el valor para las hembras. Las diferencias entre el largo de mecha y la resistencia no fueron significativas.

En la Tabla 6 se presentan los efectos año, Estación Experimental y sexo sobre las características de la lana determinadas en forma subjetiva.

Tabla 6. Efecto del año, Estación Experimental y sexo sobre las características de la lana determinadas en forma subjetiva.

Efecto	n	CA	TO	GM	EM	PU
Año						
2012	504	2,73 ± 0,73	2,64 ± 0,73	2,64 ± 0,68	2,87 ± 0,88	3,14 ± 0,37
2013	368	2,59 ± 0,62	2,41 ± 0,57	2,67 ± 0,56	2,47 ± 0,69	2,93 ± 0,27
2014	309	2,65 ± 0,64	2,27 ± 0,56	2,42 ± 0,55	2,51 ± 0,64	2,15 ± 0,38
		***	***	NS	***	***
EE						
MI	468	2,59 ± 0,60	2,38 ± 0,61	2,71 ± 0,60	2,55 ± 0,65	2,74 ± 0,55
BM	714	2,72 ± 0,72	2,53 ± 0,68	2,51 ± 0,62	2,72 ± 0,86	2,86 ± 0,51
		***	*	***	***	NS
Sexo						
H	548	2,70 ± 0,63	2,57 ± 0,67	2,74 ± 0,60	2,73 ± 0,78	2,94 ± 0,47
M	452	2,64 ± 0,71	2,40 ± 0,66	2,54 ± 0,63	2,61 ± 0,82	2,91 ± 0,46
		NS	***	***	*	NS

EE: Estación Experimental, MI: Estación Experimental N°1 de Migués, BM: Estación Experimental Bernardo Rossenburg en Bañado Medina, H: Hembra, M: Macho, ***: $P < 0,0001$; ** $P < 0,001$; * $P < 0,05$; NS: no significativo. CA: carácter; TO: toque; GM: estructura de las mechas; EM: entrecruzamiento de las mechas; PU: penetración de la tierra.

Las características de apreciación subjetiva también tuvieron diferencias significativas ($P < 0,0001$) entre años, excepto el grosor que resultó no significativo.

El carácter, estructura y entrecruzamiento de las mechas presentaron diferencias significativas ($P < 0,0001$), según la estación experimental en donde se encontraban los animales evaluados. El toque también presentó una diferencia significativa ($P < 0,05$) y la variación en grado de penetración de tierra no tuvo diferencias significativas.

En referencia al efecto sexo, el toque y el grosor tuvieron diferencias significativas ($P < 0,0001$) siendo mayores en ambos casos los valores de las hembras, lo mismo sucedió con el entrecruzamiento ($p < 0,05$). El carácter y el grado de penetración de tierra no presentaron diferencias significativas entre hembras y machos.

En la Tabla 7 se presentan las correlaciones existentes entre todas las características de la lana estudiadas, tanto las de determinación subjetiva como las de determinación objetiva.

Tabla 7. Correlaciones de las características de la lana medidas objetivamente y apreciadas subjetivamente.

	PVS	R	PVL	LM	RM	DM	CV	F>30	CA	TO	GM	EM
R	-0,180 0,000											
PVL	0,976 0,000	0,030 0,308										
LM	0,614 0,000	-0,146 0,000	0,593 0,000									
RM	0,090 0,002	-0,150 0,000	0,059 0,046	0,048 0,104								
DM	0,486 0,000	-0,132 0,000	0,465 0,000	0,316 0,000	0,263 0,000							
CV	0,024 0,412	0,125 0,000	0,051 0,080	-0,075 0,010	-0,355 0,000	-0,068 0,020						
F>30	0,472 0,000	-0,101 0,001	0,458 0,000	0,288 0,000	0,126 0,000	0,908 0,000	0,231 0,000					
CA	-0,038 0,197	0,065 0,025	-0,025 0,386	-0,007 0,799	-0,153 0,000	0,021 0,482	0,198 0,000	0,104 0,000				
TO	0,068 0,019	0,083 0,005	0,088 0,002	-0,031 0,290	0,025 0,391	0,311 0,000	0,159 0,000	0,328 0,000	0,476 0,000			
GM	0,209 0,000	-0,029 0,326	0,210 0,000	0,137 0,000	-0,079 0,008	0,326 0,000	0,292 0,000	0,409 0,000	0,320 0,000	0,350 0,000		
EM	-0,009 0,758	0,148 0,000	0,023 0,437	-0,045 0,120	-0,156 0,000	0,039 0,182	0,185 0,000	0,111 0,000	0,680 0,000	0,477 0,000	0,212 0,000	
PU	0,028 0,341	0,008 0,772	0,037 0,200	-0,227 0,000	0,215 0,000	0,128 0,000	-0,086 0,003	0,098 0,001	0,097 0,001	0,204 0,000	0,073 0,012	0,248 0,000

PVS: peso del vellón sucio; R: rendimiento al lavado; PVL: peso del vellón limpio; LM: largo de mecha; RM: resistencia de mecha; DM: diámetro promedio; CV: coeficiente de variación del diámetro; F>30: porcentaje de fibras mayor a 30 micras; CA: carácter; TO: toque; GM: estructura de las mechas; EM: entrecruzamiento de las mechas; PU: grado de penetración de la tierra.

A partir de la Tabla 7 se puede observar que tanto el rendimiento como el coeficiente de variación tuvieron una correlación negativa y significativa ($P<0,0001$) con la resistencia de mecha. El diámetro y porcentaje de fibras con diámetro mayor a 30 micras también tuvieron una correlación significativa ($P<0,0001$) con la resistencia de mecha, pero en estos casos fue positiva. También existió una correlación significativa con dicha característica para el peso de vellón sucio ($P<0,001$) y para el peso de vellón limpio ($P<0,05$), sin embargo para el largo de mecha la correlación no fue significativa.

En cuanto a las características evaluadas de manera subjetivas para el carácter y el entrecruzamiento se constató una correlación significativa ($P<0,0001$) y negativa con la resistencia de mecha, para el grado de penetración de tierra también fue significativa pero en este caso positiva, asimismo en la estructura de la mecha ($P<0,001$). Sin embargo, la correlación entre el toque y la resistencia de mecha no fue significativa.

El diámetro presentó una correlación significativa ($P<0,0001$) con el peso del vellón sucio y limpio, con el rendimiento, con el largo de mecha y con las fibras mayores a 30 micras. Asimismo, con el toque, grosor y grado de penetración de tierra.

13. DISCUSIÓN

Resistencia de mecha en dos majadas Corriedale.

El promedio de la RM de la totalidad de los borregos/as de ambas majadas experimentales y en los 3 años en este ensayo fue de 33,38 N/Ktex, valor similar al reportado por Capurro (1996) en la caracterización de la raza Corriedale en el cual el resultado fue de 33,1 N/Ktex. Este valor se encuentra por encima de 30 N/Ktex que es el mínimo deseable para que no tenga un impacto negativo en el proceso industrial (Polanco y Elvira, 2006).

Un aspecto a considerar fue la gran variación de valores que oscilaron entre 6,56 y 64,0 N/Ktex. En el trabajo de Capurro (1996) también existió una gran variabilidad aunque en menor medida, encontrándose los valores reportados entre 16.0 y 49.0 N/Ktex al comparar dos lotes de animales Corriedale en dos años.

Efecto año, estación experimental y sexo.

El efecto año marcó diferencias significativas sobre la resistencia, siendo mayor en 2012 (37,79 N/Ktex), luego en el 2013 (31,52 N/Ktex) y teniendo su menor valor en 2014 (28,57 N/Ktex). Estas diferencias pueden haber sido influenciadas por factores meteorológicos como ser las mayores precipitaciones que se presentaron en Uruguay en el año 2014 comparado con los dos años anteriores. (INIA, portal Gras).

Los valores de RM no tuvieron diferencias considerables entre machos y hembras. Esto coincide con un estudio realizado por Wuliji y col. (2011) en 2987 animales de raza Romney, obtenidos a partir de 114 reproductores en 9 temporadas de cría, en el cual el sexo tampoco tuvo efecto en ninguna de las características de la lana estudiadas, incluida la RM.

El origen no presentó un efecto significativo sobre la RM. Esto puede ser debido al similar manejo al que se encontraban sometidas ambas majadas, estando en un sistema productivo tradicional, de pastoreo mixto con bovinos y sobre pasturas naturales. La esquila de los animales fue realizada en la misma época (octubre/noviembre) y se utilizó el método Tally Hi. Esto difiere con un estudio realizado por Brown y col. (2002) en 8 majadas de raza Merino en 2 ambientes diferentes, donde se constató una diferencia significativa ($P < 0,05$) de 15,4 N/Ktex en la RM en los diferentes ambientes.

Correlaciones entre RM y características de medición objetiva.

Tal como se mencionó anteriormente, muchos estudios muestran que el diámetro está fuertemente asociado con la resistencia de la mecha. Esta afirmación coincide con los resultados de este ensayo en donde la resistencia de mecha presentó una

correlación positiva y significativa con el diámetro (0,26), es decir que fibras con diámetros mayores presentaron resistencias más altas.

A su vez, existen diversos estudios que muestran la existencia de una alta correlación negativa entre coeficiente de variación de diámetro y RM. (Greeff y col., 1995; Lewer y Li, 1994; Ritchie y Ralph, 1990), en general, lanas con menor resistencia presentan mayor variabilidad del diámetro. En este estudio la correlación entre estas características fue significativa y negativa (-0,35), por lo que aquellas fibras con un mayor coeficiente de variación en su diámetro tendieron a presentar una RM menor.

En el presente ensayo, el peso de vellón sucio y limpio presentaron una baja correlación positiva (0,09 y 0,05 respectivamente) y significativa ($P < 0,001$ y $P < 0,05$) con la resistencia de mecha. En un estudio realizado por Wuliji y col. (2011) el peso del vellón sucio y limpio presentaron una correlación fenotípica mayor con la resistencia de mecha (0,25 y 0,29 respectivamente). En dicho estudio el rendimiento al lavado tuvo una correlación fenotípica positiva con la resistencia (0,32), a diferencia del presente ensayo que fue negativa (-0,15).

Para el caso del largo de mecha, en el estudio de Wuliji y col. (2011) se observó una correlación fenotípica positiva moderada (0,34) con la resistencia de mecha, pero no fue así para el presente estudio en donde dicha correlación no fue significativa.

Correlaciones entre RM y características de apreciación subjetiva.

Tradicionalmente, las ovejas eran seleccionadas por un sistema de clasificación visual, con la creencia de que las características subjetivas son una parte importante de la producción o que están relacionadas cuantitativamente y cualitativamente con características de importancia económica (Morley, 1955; Young y col., 1963, Cloete y col., 1992; Lewer y col., 1995) tales como el diámetro y resistencia de mecha (Olivier et al 2006).

Según un estudio realizado por Matebesi y col. (2009) en donde se utilizaron 4495 animales de raza Merino, de entre 14 y 16 meses, nacidos entre 1989 y 2004 en Sudáfrica, la regularidad del rizo tuvo una correlación fenotípica positiva y significativa (0,09). De todas las características subjetivas medidas en dicho ensayo la regularidad del rizo fue la única relacionada con la resistencia de mecha. Esto sugiere que ovejas con lanas con rizos muy regulares tienen menos probabilidad de presentar lanas frágiles.

El presente estudio presentó una correlación fenotípica significativa ($P < 0,0001$) con el carácter, pero en este caso fue negativa (-0,15). Lo mismo sucedió con el entrecruzamiento y la estructura de mecha (-0,16 y -0,8 respectivamente, $P < 0,05$). El grado de penetración de tierra tuvo una correlación significativa ($P < 0,0001$) y

positiva (0,22) con la resistencia de mecha. La correlación del toque con la misma no fue significativa.

La RM es una medida influenciada por una cantidad de parámetros de la lana que fueron mencionados anteriormente. En una investigación de Adams y col. (2000) en la cual se estudiaron 20 majadas, usando entre 30 y 200 vellones por majada, la resistencia de mecha se relacionó fenotípicamente con el largo de mecha en un 65% de las majadas, con el coeficiente de variación de diámetro en 60% de las majadas, con el diámetro de fibra en un 45% de las majadas y con el rendimiento de lavado en un 30% de las majadas. Esto implica que la RM no es una característica biológica única y que las características relacionadas a la misma no deberían ser estudiadas de manera aisladas como posibles predictores de la RM. La importancia relativa de los diferentes parámetros depende de la genética y de las condiciones ambientales del animal. Esta característica no es tan importante económicamente comparado con el diámetro pero puede tener un efecto significativo en el precio entre las diferentes categorías.

14. CONCLUSIONES

Se constató que la resistencia de mecha en borregos Corriedale fue de 33,38 N/Ktex, valor similar al promedio nacional de 30 N/Ktex. Sin embargo, se registró una alta variabilidad entre animales, que indicarían posibles diferencias genéticas.

Asimismo, existieron diferencias entre años que probablemente fueron ocasionadas por las diferencias nutricionales en los mismos. No existieron variaciones significativas entre estaciones experimentales, a pesar de encontrarse en diferentes condiciones ambientales. Tampoco se encontraron diferencias entre machos y hembras.

La correlación significativa y negativa entre la resistencia de mecha y el coeficiente de variación del diámetro encontrada es importante, ya que este último podría ser considerado una medida indirecta de menor costo. Actualmente, el equipo más utilizado para medición del diámetro es el Laserscan, que proporciona también información sobre el coeficiente de variación.

Las características de la lana de apreciación subjetiva que obtuvieron una correlación significativa con la resistencia de mecha fueron, el grado de penetración de tierra, el entrecruzamiento, el grosor de mecha y el carácter, característica de importancia para los productores ya que está relacionada con la finura de la lana.

15. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Adams NR, Hewett LJ, Schlink AC, Briegel JR (2000). Phenotypic correlates of staple strength. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*; 13A:289-293.
- 2) Anderson SL, Cox DR (1950). The relation between strength and diameter of wool fibres. *J Tex Inst*; 41:T481-91.
- 3) Atkins K (1997). Genetic improvement of wool production. En: Piper L, Ruvinsky A (eds). *The genetics of sheep*. Ciudad CAB, pp.471-504.
- 4) Australian Wool Education Trust licensee for educational activities University of New England, ©2009. Disponible en: <http://www.woolwise.com/wp-content/uploads/2017/07/Wool-412-512-08-T-03.pdf> Fecha de consulta: 7/11/2017.
- 5) AWI (Australian Wool Innovation Limited). Disponible en: <https://www.wool.com/market-intelligence/woolcheque/wool-characteristics/strength/> Fecha de consulta: 7/11/2017
- 6) AWTA (Agricultural, Horticultural & Materials Testing). Disponible en: <https://www.awtawooltesting.com.au/index.php/en/statistics/volume-and-trends> Fecha de consulta: 28/11/2017
- 7) Bigham ML, Sumner RMW, Hawker H, Fitzgerald JM (1983). Fleece tenderness-a review. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*; 43:73-8.
- 8) Bogdanovic B, Hodge RW, Crowe DW (1990). The Influence of fluctuation in live weight and supplementation with rumen stable methionine during live weight loss on the production, fibre diameter and staple strength of wool. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*; 18:457.
- 9) Bray AR, Smith MC, Merrick NC (1993). Wool growth response of Romney rams selected for high or low wool strength to nutrient supplementation in winter. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*; 53:323-326.
- 10) Brown DJ, Crook BJ, Purvis IW (1999). Genotype and environmental differences in fibre diameter profile characteristics and their relationship with staple strength in Merino sheep. *Proceedings of the Association for the Advancement in Animal Breeding and Genetics*; 13:274-277.
- 11) Brown DJ, Crook BJ, Purvis IW (2002). Differences in fibre diameter profile characteristics in wool staples from Merino sheep and their relationship with staple strength between years, environments, and bloodlines. *Australian Journal of Agriculture Research*; 53:481-491.

- 12) Butcher G, Eady S, Smith F (1984). Preliminary observations on some factors which influence the tensile strength of wool. Proceedings of the Australian Society of Animal Production; 15:125-28.
- 13) Capurro G (1996). Caracterización de la lana producida por la raza Corriedale en Uruguay. Lana Noticias; 116:22-26.
- 14) Chapman RE, Colebrook WF, Black JL (1983) Influence of dietary lysine content on wool follicle function in pre-rumiant lambs. Journal of Agricultural Science, (Cambridge); 191:139-45.
- 15) Chapman RE; Bassett JM (1970). The effects of prolonged administration of cortisol on the skin of sheep on different planes of nutrition. Journal of Endocrinology; 48:649-63.
- 16) Cloete SWP, Olivier JJ, Du Toit E (1992). Linear type traits in a Merino flock subjected to selection for increased clean fleece mass and unselected control flocks. S Afr J Anim Sci; 22:70-73.
- 17) Corbett JL (1979). Variation in wool growth with physiological state. En: Eds. Black JL, Reis PJ. Physiological and Environmental Limitations to Wool Growth. Armidale, University of New England, pp.79-98.
- 18) Cottle D (2011). Wool Preparation, Testing and Marketing. International Sheep and Wool Handbook. Nottingham University Press, pp.581-618.
- 19) Crook BJ, Piper LR, Mayo O (1994). Phenotypic Associations Between Fibre Diameter Variability and Greasy Wool Staple Characteristics Within Peppin Merino Stud Flocks. Wool Tech Sheep Breed 42(4):304-318.
- 20) DICOSE -División Contralor de Semovientes (2017). Datos de la Declaración jurada de DICOSE 2017. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/indicadores-basados-en-la-declaracion-jurada-anual-de-existencias-dicose-sniq-2017> . Fecha de consulta: 9/11/17.
- 21) Dunlop AA, McMahon PR (1974). The relative importance of sources of variation in fibre diameter for Australian merino sheep. Aust J Agric Res; 25:167-81.
- 22) Donald AD (1979). Effects of parasites and disease on wool growth. En: Eds. Black JL, Reis PJ. Physiological and Environmental Limitations to Wool Growth. Armidale, NSW, University of New England Publishing Unit, pp.99-114
- 23) Downes AM (1971). Variations in wool length and diameter with sheep nutrition. Applied Polymer Symposium N° 18; pp.895-904.

- 24) Geenty KG, Orwin DFG, Woods JL, Young SR, Smith MC (1984). Seasonal wool production and staple strength of Romney ewes. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*; 44:57-9.
- 25) Gifford DR, Ponzoni RW, Ancell PMC, Hynd PI, Walkley JRW, Grimson RJ (1995). Genetic studies on wool quality and skin characters of the Merino. *Wool Technology and Sheep Breeding*; 43(1):24-29.
- 26) Gourdie RG, Orwin DFG, Ranford S, Ross DA (1992). Wool fibre tenacity and its relationship to staple strength. *Aust J Agric Res*; 43:1759-1776. Doi:10.1071/AR9921759
- 27) Greeff JC, Lewer RP, Ponzoni RW, Purvis I (1995). Staple strength: progress towards elucidating its place in Merino breeding. *Proceedings of the Australian Association of Animal Breeding and Genetics*. 11:595-601.
- 28) Greeff JC, Ritchie AJM, Lewis R (1997). Lessons learnt from staple strength resource flocks. *Proceedings of the Australian Association of Animal Breeding and Genetics*. 12:714-18.
- 29) Hansford KA (1997). Wool strength and topmaking. *Wool Tech Sheep Breed*; 45(4):309-320.
- 30) Hansford KA, Kennedy JO (1990a). The relationship between variation in fibre diameter along staples and staple strength. *Proceedings of the 9th International Wool Textile Research Conference, New Zealand, V.1, p.1-9.*
- 31) Hansford KA, Kennedy, JO (1990b) The relationship between variation in fibre diameter along staples and staple strength. *Proceedings of the 8th International Wool Textile Research Conference. Vol. 1, Christchurch, New Zealand, pp.590-8.*
- 32) Hansford KA, Kennedy JO (1988). Relationship between the rate of change in fibre diameter and staple strength. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*; 17:415-419.
- 33) Hawker H, Crosbie SF (1985). Effects of level of nutrition in winter and summer on the wool growth of Romney and Perendale ewes with a history of high or low winter wool growth. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*; 45:225-8.
- 34) Hawker H, Dodds KG, Andrews RN, McEwan JC (1988). Production and characteristics of wool from the hogget progeny of sheep intensively screened for fleece weight. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*; 48:207-12.

- 35) Howe RR, MacLeod IM, Lewer RP (1991). Genetic parameters for some wool tenderness related traits under different nutrition levels in Merino sheep. Australian Association of Animal Breeding and Genetics. Proceedings of the Ninth Conference; pp.347-51.
- 36) Hunter L, Leeuwner W, Smuts S, Strydom MA (1983). The correlation between staple strength and single fibre strength for sound and tender wools. SAWTRI Tech Rep; 514:1-15.
- 37) Hutchinson JCD (1976). Photoperiodic effects on hair and wool growth of domestic animals. En: Swets & Zeitlinger. Progress in Biometeorology, Division B. Amsterdam, Ed. Johnson, V 1, p.47-60.
- 38) INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), Portal Gras. Disponible en: <http://www.inia.uy/gras/Clima/Precipitaci%C3%B3n-nacional/Mapas-de-precipitaci%C3%B3n-acumulada> Fecha de consulta: 09/11/17.
- 39) IWTO-12 (2014). Measurement of the Mean and Distribution of Fibre Diameter Using the Sirolan-Laserscan Fibre Diameter Analyser. International Wool Textile Organisation test method. IWTO Red Book Specifications. CD ROM.
- 40) IWTO-30 (2014). Determination of Staple Length and Staple Strength. International Wool Textile Organisation test method. IWTO Red Book Specifications. CD ROM.
- 41) Lewer RP, Woolaston RR, Howe RR (1995). Studies of Western Australian Merino sheep. III Genetic and phenotypic parameter estimates for subjectively assessed and objectively measured traits in ewe hoggets. Aust J Agric Res; 46:379-388.
- 42) Lewer R, Li Y (1994). Some aspects of selection for staple strength. Wool technology and Sheep Breeding; 42:103-11.
- 43) Lewer RP, Ritchie AJM (1993). Genetics for staple strength. En: Eds Doyle PT, Fortune JA, Adams NR. Management for Wool Quality in Mediterranean Environments. Perth, Department of Agriculture, p.106-14.
- 44) Linder HR, Ferguson KA (1956). Influence of the adrenal cortex on wool growth and its relation to 'break' and 'tenderness' of the fleece. Nature; 177:188-9.
- 45) Marston HR (1946). Nutrition and wool production. Society of Dyers and Colourists. Proceedings of a Symposium on Fibrous Proteins, Leeds, England, pp.207-14.
- 46) Masters DG, Mata G, Liu SM, Peterson AD (1998). Influence of liveweight,

- liveweight change, and diet on wool growth, staple strength, and fibre diameter in young sheep. *Aust J Agric Res*; 49:299-77.
- 47) Matebesi PA, van Wyk JB, Cloete SWP (2009). Relationships of subjectively assessed wool and conformation traits with objectively measured wool and live weight traits in the Tygerhoek Merino flock. *South African Journal of Animal Science*; 39(3):188-196.
 - 48) McKinley AH, Irvine PA, Roberts EM, Andrews MW (1976). The direct partitioning of variation in fibre diameter in tender wool. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*; 11:181-184
 - 49) Morley FHW (1955). Selection of economic characters in Australian Merino Sheep. V. Further estimates of phenotypic and genetics parameters. *Aust J Agric Res*; 6:77-90.
 - 50) Mortimer SI, Robinson DL, Atkins KD, Brien FD, Swan AA, Taylor PJ, Fogarty NM (2009). Genetic parameters for visually assessed traits and their relationships to wool production and liveweight in Australian Merino Sheep. *Animal Production Science*; 49:32-42.
 - 51) Newman S-AN, Rae AL, Wickham GA (1990). Estimates of heritability of wool traits in New Zealand Romney hoggets. *Australian Association of Animal Breeding and Genetics. Proceedings of the Eighth Conference.* pp.537-8
 - 52) Oddy VH (1985). Wool growth of pregnant and lactating Merino ewes. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 105:613-22.
 - 53) Oddy VH, Annison EF (1979). Possible mechanisms by which physiological state influences the rate of wool growth. En: Eds. Black JL, Reis PJ. *Physiological and Environmental Limitations to Wool Growth.* Armidale, University of New England, pp.295-309.
 - 54) Olivier WJ, Olivier JJ, Greyling AC (2006). Correlations of subjectively assessed traits of fine wool Merino sheep with production and reproduction traits. *Proceedings of 41st Congr. S Afr Soc Anim Sci.* 98. Bloemfontein, South Africa (3-6 April 2006,). *Todas las Paginas*
 - 55) Orwin DFG, Ranford SL, Geenty KG (1988). Relationship between staple strength and other fleece characteristics of Romney wool to fibre length after carding. *New Zealand Journal of Agricultural Research.* 31:409-14.
 - 56) Orwin DFG, Woods JL, Gourdie RG (1985). Cortical cell type and wool strength. *Proceedings of the 7th International Wool Textile Research Conference.* Vol. 1, Tokyo, Japan, pp.194-203.

- 57) Orwin DFG, Woods JL, Elliott KH (1980). Composition of the cortex of sound and tender wools. Proceedings of the 6th International Wool Textile Research Conference. Pretoria, South Africa, V 2, p.193-205
- 58) Otegui P (2008) ¿Qué tipo de lanas debe producir Uruguay para los próximos 10 años? III Seminario sobre Mejoramiento Genético en Ovinos: desafíos, oportunidades y perspectivas. Arapey, Uruguay. 23 de junio de 2008. Todas las Paginas
- 59) Peterson AD, Gherardi SG, Doyle PT (1998). Components of staple strength in fine and broad wool Merino hoggets run together in a Mediterranean environment. Australian Journal of Agricultural Research. 49:1181–1186.
- 60) Polanco V, Elvira M (2006). Staple strength and variation coefficient of diameter in wool fine. Revista Argentina de Producción Animal. 26 (Supl. 1):27.
- 61) Purser DB (1979). Effects of minerals upon wool growth. En: Eds. Black JL, Reis PJ. Physiological and Environmental Limitations to Wool Growth. Armidale, University of New England, p.243-55.
- 62) Quinnell B, Whiteley KJ, Roberts EM (1973). Variation in fibre diameter of wool fibres- a review. Objective Measurement of Wool in Australia. Australian Wool Corporation. Technical Report, p 4.2-4.20
- 63) Ralph IG (1986). Wool staple strength. Journal of the Department of Agriculture (Western Australia) 27:99-102.
- 64) Ralph IG (1984). Overcoming wool faults in Western Australia. En: Eds Baker SK, Masters DG, Williams IH. Proceedings of a Seminar on 'Wool Production in Western Australia', Perth, Australia, pp.52-9.
- 65) Reis PJ (1992a). Variations in strength of wool fibres - a review. Aust J Agric Res; 43:1337-51.
- 66) Reis PJ (1992b). Variations in strength of wool fibres - a review. Aust J Agric Res; 43:1-15.
- 67) Reis PJ (1989). The influence of absorbed nutrients on wool growth. En: Eds. Rogers GE, Reis PJ, Ward KA, Marshall RC (ed). The Biology of Wool and Hair. London, Chapman, p.185-203.
- 68) Ritchie AJM, Ralph IG (1990). Relationship between total fibre diameter variation and staple strength. Proceedings of the Australian Society of Animal Production, 18:543-547.

- 69) Roberts NF, James JFP, Burgmann VD (1960). Tenderness in fleece wool. *Journal of the Textile Institute Transactions* 51:T935-48.
- 70) Rogan IM (1988). Genetic variation and covariation in wool characteristics related to processing performance and their economic significance. *Wool technology and Sheep Breeding*; 36:126-35.
- 71) Rottenbury RA, Bow MR, Kavanagh WJ, Caffin RN (1981). Staple strength variation in Merino flocks. *Wool Technology and Sheep Breeding*; 29:143-48.
- 72) Rottenbury R, Andrews M, Bell P, Bownass R (1986). The effects of strength properties of wool staples on worsted processing. 1. The level of staple strength. *Journal of Textile Institute* 77:179-190
- 73) Sacchero DM, Mueller JP (2007). Diferencias en el perfil de diámetro de fibras, largo de mecha y resistencia a la tracción de la lana, en ovejas de una majada Merino seleccionada y otra no seleccionada. *RIA*; 36(2):49-61.
- 74) Safari A, Fogarty NM (2003). Genetic Parameters for Sheep Production Traits: Estimates from the Literature. Technical Bulletin 49, NSW Agriculture, Orange, Australia, 101 p. Disponible en https://www.sheepcrc.org.au/files/pages/articles/publications--genetics/Genetic_Parameters_entire_report.pdf Fecha de Consulta 11/06/2017
- 75) Schlink AC, Brown DJ, Longree M (2001). Role of fibre length variation in staple strength of Merino sheep. *Wool Technology and Sheep Breeding*; 49:202-211.
- 76) Shutt DA, Smith AI, Wallace CA, Connell R, Fell LR (1988). Effects of myiasis and acute restraint stress on plasma levels of immunoreactive β -endorphin, adenocorticotrophin (ACTH) and cortisol in sheep. *Australian Journal of Biological Sciences*; 41:297-301.
- 77) StataCorp. (2011). *Stata Statistical Software: Release 11*. College Station, TX: StataCorp LP.
- 78) Steel JW, Symons LEA (1979). Current ideas of the mechanisms by which gastrointestinal helminths influence the rate of wool growth. En: Eds. Black JL, Reis PJ. *Physiological and Environmental Limitations to Wool Growth*. Armidale, University of New England Publishing Unit, pp.311-20.
- 79) Sul (2017). Exportaciones de Lanas y Productos de Lana. Boletín mensual de exportaciones del rubro ovino. Disponible en: http://www.sul.org.uy/descargas/lib/datos_de_producci%C3%B3n_2016.pdf Fecha de consulta: 09/11/2017.

- 80) Sumner RMW, Revfeim KJA (1973). Sources of variation and design criteria for woolfibre diameter measurements for New Zealand Romney sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 16:169-76.
- 81) Swan AA, Lax J, Purvis IW (1995a). Genetic variation in objectively measured wool traits in CSIRO's fine wool flock. *Australian Association of Animal Breeding and Genetics*; 11:516-520.
- 82) Swan A (1995b) Measuring the genetic differences between animals for wool traits. *CSIRO Finewool Newsletter*. 8:11–16.
- 83) Thompson AN, Hynd PI (1998). Wool growth and fibre diameter changes in young Merino sheep genetically different in staple strength and fed different levels of nutrition. *Aust J Agric Res*; 49:889-98.
- 84) Thompson AN, Hynd PI (2009). Stress-strain properties of individual Merino wool fibres are minor contributors to variations in staple strength induced by genetic selection and nutritional manipulation. *Animal Production Science*; 49:668-674.
- 85) Thwaites CJ (1972). The effects of short-term undernutrition and adrenocortical stimulation on wool growth. *Animal Production*; 15: 39-46.
- 86) Underwood EJ (1977). *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*, 4a ed. New York, Academic, total de paginas.
- 87) Wallace ALC (1979). The effects of hormones on wool growth. En: Eds. Black JL, Reis PJ. *Physiological and Environmental Limitations to Wool Growth*. Armidale, University of New England Publishing Unit, pp.257-68.
- 88) White CL, Masters DG, Purser DB, Peter DW, Roe SP, Barnes M (1990) A mineral mix for sheep grazing dry pastures. 1. Consumption patterns and productivity responses. In: *Trace elements in Man and Animals-7* (in Press).
- 89) Whiteley KJ (1987) Wool processing. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 35: 109-13.
- 90) Woods JL, Orwin DFG, Nelson WG (1990). Variations in the breaking stress of Romney wool fibres. *Proceedings of the 8th International Wool Textile Research Conference, Christchurch, New Zealand, V 1* pp. 557-68
- 91) Wuliji T, Dodds KG, Andrews RN, Turner PR (2011). Selection response to fleece weight, wool characteristics, and heritability estimates in yearling Romney sheep. *Livestock Science*; 135:26-31.
- 92) Young SSY, Turner HN, Dolling CHS (1963). Selection for fertility in Australian

sheep. Aust J Agric Res; 14:460-82.