

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE ALGUNOS FACTORES NO GENÉTICOS QUE  
DETERMINAN LA CALIDAD Y EL PESO DEL VELLÓN EN  
BORREGAS MERINO PRECOZ**

**PEDRO PABLO ABARCA GODOY**

Santiago - Chile.

2020

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EFECTO DE ALGUNOS FACTORES NO GENÉTICOS QUE  
DETERMINAN LA CALIDAD Y EL PESO DEL VELLÓN EN  
BORREGAS MERINO PRECOZ**

**EFFECT OF SOME NON-GENETIC FACTORS THAT DETERMINE THE  
QUALITY AND WEIGHT OF FLEECE IN MERINO PRECOZ SHEEP**

**PEDRO PABLO ABARCA GODOY**

Santiago - Chile.

2020

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE ALGUNOS FACTORES NO GENÉTICOS QUE  
DETERMINAN LA CALIDAD Y EL PESO DEL VELLÓN EN  
BORREGAS MERINO PRECOZ**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Agrónomo.

**PEDRO PABLO ABARCA GODOY**

**PROFESORES GUÍA**

**CALIFICACIONES**

Sr. Giorgio Castellaro G.  
Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.



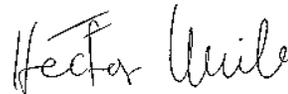
7,0

Sr. Luis Alberto Raggi S.  
Médico Veterinario. Ph. D.

7,0

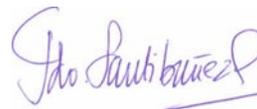
**PROFESORES EVALUADORES**

Sr. Héctor Uribe M.  
Médico Veterinario. Ph. D.



6,5

Sr. Fernando Santibáñez Q.  
Ingeniero Agrónomo, Dr. Es. Sci.



6,0

Santiago - Chile.

2020

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
Hipótesis.....	13
Objetivos .....	13
MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
Lugar de estudio.....	14
Materiales .....	14
Descripción OFDA 2000: .....	15
Mediciones entregadas por el OFDA 2000: .....	15
Métodos.....	16
Descripción de lavado para remover lanolina: .....	16
Preparación de muestras: .....	17
Análisis estadístico .....	18
RESULTADOS y DISCUSIÓN .....	20
Factores de corrección para el Diámetro Medio de Fibra (DMF). .....	20
Diámetro Medio de Fibra (DMF, $\mu\text{m}$ ) .....	24
Coeficiente de Variación del Diámetro (CVD, %) .....	27
Factor de Confort (FC, %).....	30
Largo de mecha (LM, mm).....	33
Peso del vellón sucio (PVS, kg).....	36
Correlaciones Fenotípicas ( $r_p$ ).....	39
CONCLUSIONES .....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS .....	44
Anexo I .....	44
Anexo ii.....	45
Anexo iii.....	47

Diámetro medio de fibra (DMF) en lana sucia.....	47
Coeficiente de variación del diámetro (CVD).....	48
Factor de Confort (FC).....	48
Largo de mecha (LM). ....	49
Peso de vellón sucio (PVS). ....	49

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Ecuaciones de regresión lineal, coeficientes de la regresión $\pm$ error estándar (E.E.) y nivel de significancia (Valor P) para Diámetro Medio de Fibra medido en $\mu\text{m}$ entre lana sucia (X) y limpia (Y), de borregas Merino Precoz. ....	20
<b>Cuadro 2.</b> Comparación entre las regresiones lineales para Diámetro medio de fibras sucias versus limpias, valor del estadígrafo t calculado, grados de libertad y nivel de significancia (valor P), para distintos años de producción. ....	23
<b>Cuadro 3.</b> Nivel de significancia (Valor P), grados de libertad (gl) y coeficiente de regresión, para las variables independientes incluidas en el modelo general lineal para Diámetro Medio de Fibra (DMF, $\mu\text{m}$ ), medido en lana sucia de borregas Merino Precoz. ....	24
<b>Cuadro 4.</b> Nivel de significancia (Valor P), grados de libertad (gl) y coeficiente de regresión para las variables independientes incluidas en el modelo para Coeficiente de variación del diámetro (CVD, %), medido en lana sucia de borrega Merino Precoz. ....	27
<b>Cuadro 5.</b> Grados de libertad (gl), nivel de significancia (Valor P) y coeficiente de regresión para las variables independientes incluidas en el modelo para Factor de Confort (FC, %), medido en lana sucia de borrega Merino Precoz. ....	30
<b>Cuadro 6.</b> Nivel de significancia (Valor P), grados de libertad (gl) y coeficiente de regresión para las variables independientes incluidas en el modelo para Largo de Mecha (LM, mm), medido en lana sucia de borrega Merino Precoz. ....	33
<b>Cuadro 7.</b> Nivel de significancia (Valor P) Grados de libertad (gl), y coeficiente de regresión para las variables independientes incluidas en el modelo para Peso Vellón Sucio (PVS, kg), medido en lana sucia de borrega Merino Precoz. ....	36
<b>Cuadro 8.</b> Correlaciones fenotípicas entre Diámetro medio de Fibra (DMF, $\mu\text{m}$ ), Coeficiente de variación del diámetro (CVD, %), Factor de Confort (FC, %), Largo de mecha (LM, mm) y Peso de vellón sucio (PVS, kg), en borregas Merino Precoz. ....	39
<b>Cuadro 9.</b> Precipitación anual y producción de materia seca anual para el periodo comprendido entre 2011 a 2016. ....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Regresión lineal para Diámetro Medio de Fibra (DMF,  $\mu\text{m}$ ) entre de lana sucia y limpia de borregas Merino Precoz para el año 2011..... 21
- Figura 2.** Regresiones lineales para Diámetro Medio de Fibra (DMF,  $\mu\text{m}$ ) entre de lana sucia y limpia de borregas Merino Precoz para el año 2014..... 21
- Figura 3.** Regresiones lineales para Diámetro Medio de Fibra (DMF,  $\mu\text{m}$ ) entre de lana sucia y limpia de borregas Merino Precoz para el año 2016..... 22
- Figura 4.** Regresiones lineales para Diámetro Medio de Fibra (DMF,  $\mu\text{m}$ ) entre de lana sucia y limpia de borregas Merino Precoz para el general de los años 2011-2014-2016. .... 23
- Figura 5.** Efecto del año de producción sobre el diámetro medio de fibras de borregas merino precoz de primera esquila (DMF,  $\mu\text{m}$ ). La barra en torno al promedio indica intervalo de confianza al 95%, según prueba de LSD de Fischer. .... 25
- Figura 6.** Efecto del año de producción sobre el Factor de Confort de fibras del vellón de borregas merino precoz de primera esquila (FC, %). La barra en torno al promedio indica intervalo de confianza al 95% según prueba de LSD de Fischer. .... 31
- Figura 7.** Efecto del año de producción sobre el Largo de Mecha de las fibras del vellón de borregas merino precoz de primera esquila (LM, mm). La barra en torno al promedio indica intervalo de confianza al 95% según prueba de LSD de Fischer. .... 34
- Figura 8.** Efecto del año de producción, sobre el Peso del Vellón Sucio (PVS, kg) de borregas merino precoz de primera esquila. La barra en torno al promedio indica intervalo de confianza al 95% según prueba de LSD de Fischer. .... 37
- Figura 9.** Efecto del tipo de parto, sobre el Peso del Vellón Sucio (PVS, kg) de borregas merino precoz de primera esquila. La barra en torno al promedio indica intervalo de confianza al 95% según prueba de LSD de Fischer. .... 38
- Figura 11.** Distribución de producción de materia seca ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) por mes en praderas de secano semiárido perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de

Chile (33°30' Lat. S.; 70°49' Long. O; 462 m.s.n.m.), para los años 2011-2016. Estimado en función de variables meteorológicas y modelo de simulación de crecimiento, fenología y balance hídrico de pastizales anuales de clima mediterráneo (Castellaro y Squella, 2006). 44

**Figura 12.** Relación entre la producción de materia seca anual y el diámetro medio de fibra para cada año de producción. .... 45

**Figura 13.** Relación entre la producción de materia seca anual y el Factor de confort para cada año de producción. .... 45

**Figura 14.** Relación entre la producción de materia seca anual y el Largo de mecha para cada año de producción. .... 46

**Figura 15.** Relación entre la producción de materia seca anual y el Peso del vellón sucio para cada año de producción. .... 46

## RESUMEN

La lana es una fibra natural ampliamente utilizada que, al provenir de animales, está sujeta a efectos ambientales. Para los sistemas de producción ovina, es relevante conocer la calidad y las características de producción de la lana, siendo esta el producto principal o secundario en el modelo de negocio. Entender cómo se relacionan estas características entre sí, permite tomar decisiones acertadas al momento de hacer selección sobre el rebaño. Los objetivos del presente estudio fueron: 1) obtener una ecuación que permita ajustar los valores de diámetro de fibras obtenidos en vellones sucios y expresarlos en términos de lana limpia, 2) determinar el efecto de factores no genéticos sobre cuatro características de calidad y una característica de producción en lanas de borrega Merino Precoz y 3) determinar las correlaciones fenotípicas entre ellas. Se procesaron muestras de 450 borregas Merino Precoz, obtenidas de la zona del “costillar”, por ser esta la más representativa del vellón. El análisis de las muestras se realizó utilizando el instrumento OFDA 2000, mediante el método de medición convencional, obteniendo datos de Diámetro medio de fibra (DMF,  $\mu\text{m}$ ), Coeficiente de variación del diámetro (CVD, %), Factor de Confort (FC, %) y Largo de mecha (LM, mm). Además, se midió el Peso del vellón sucio (PVS, kg) en 304 registros. La información fue analizada mediante un Modelo General Lineal, en el cual dos factores fijos fueron incluidos (año de producción y tipo de parto). Adicionalmente, se incluyeron cuatro covariables (peso vivo al nacimiento de la borrega, edad, peso vivo y condición corporal de la borrega a la esquila). Con aquellas variables independientes que resultaron estadísticamente significativas, se procedió a corregir la información de las variables dependientes analizadas, para posteriormente calcular el coeficiente de correlación de Pearson entre ellas. Los resultados señalan que es posible utilizar una sola ecuación de corrección entre los valores de diámetro medio obtenidos en fibras sucias y limpias, ya que no hubo diferencias entre las obtenidas en los diferentes años evaluados. El año de producción tuvo un efecto sobre la mayoría de las variables analizadas, siendo CVD la única excepción. El tipo de parto solo tuvo efecto sobre PVS. La covariable edad a la primera esquila fue significativa en la mayoría de las variables analizadas, con excepción del FC. La covariable peso vivo a la primera esquila fue significativa solamente para CVD. Las correlaciones fenotípicas resultaron altas y negativas para DMF con FC ( $r = -0,87$ ), medias y positivas para LM con PVS ( $r = 0,39$ ), baja y negativa para CVD con FC ( $r = -0,22$ ) y bajas pero positiva para CVD con LM ( $r = 0,16$ ) y CVD con PVS ( $r = 0,13$ ).

**Palabras Claves:** Correlación Fenotípica, Diámetro Medio de Fibra, Lana, Largo de Mecha, Merino Precoz, OFDA 2000, Peso Vellón.

## ABSTRACT

Wool is a widely used natural fiber that, coming from animals, is exposed to environmental effects. For sheep production systems, it is relevant to know the quality and production characteristics of wool, this being the main or secondary product of the sheep business model. Understanding how these characteristics relate to each other, allows to make wise decisions when making herd selection. The objectives of the present study were: 1) to obtain an equation that allows adjusting the diameter values of fibers obtained in greasy fleeces and expressing them in terms of clean wool, 2) assessing the effect of non-genetic factors on four quality and one production characteristics, in wool of Merino Precoz ewe-lambs and 3) estimate the magnitude of the phenotypic correlations between them. Wool samples of 450 Merino Precoz ewe-lambs were processed, obtained from the "rib zone" because this is the most representative area of the fleece. The analysis of the samples was performed using the OFDA 2000 instrument, by the conventional measurement method, obtaining data of mean fiber diameter (DMF,  $\mu\text{m}$ ), coefficient of variation of the diameter (CVD,%), comfort factor (FC,%) and staple length (LM, mm). In addition, the greasy fleece weight (PVS, kg) was measured in 304 records. The information was analyzed using a General Linear Model, in which two fixed factors were included (production year and lambing type). Additionally, four covariates were included in the model (liveweight at birth of the ewe-lamb, age, liveweight and body condition of the ewe-lamb at shearing). Dependent variables were corrected by the independent variables that were statistically significant, and Pearson correlation coefficient between them were calculated. The results indicate that it is possible to use a single equation to obtain clean fiber diameter values knowing greasy fiber values, because there were no differences between those obtained in the different years evaluated. The year of production had an effect on most of the analyzed variables, being CVD the only exception. The lambing type only had an effect on PVS. The covariate age at first shearing was significant in most of the variables analyzed, excepting of FC. The covariate liveweight at first shearing was significant only for CVD. Phenotypic correlations were high and negative between DMF and FC ( $r = -0.87$ ), medium and positive between LM and PVS ( $r = 0.39$ ), low and negative between CVD and FC ( $r = -0.22$ ) and low but positive among CVD and LM ( $r = 0.16$ ) and, CVD and PVS ( $r = 0.13$ ).

**Keywords:** Average Fiber Diameter, Fleece Weight, Phenotypic Correlation, Merino Precoz, OFDA 2000, Staple Length, Wool.

## INTRODUCCIÓN

Existen actualmente más de 1.200 millones de ovinos en el mundo, siendo los principales países productores: Australia, Rusia, China y Nueva Zelanda. En América Latina, Argentina y Uruguay ocupan un lugar preponderante en la cría de ganado ovino, ya que están dentro de los diez mayores productores del mundo de lana de calidad (INIA, 2004).

En Chile, la explotación ovina se destaca como una actividad pecuaria capaz de sustentarse y de utilizar mejor las praderas que otras especies de importancia productiva (INIA, 2004). Además, juega un papel importante si se considera el número de cabezas existentes, el tipo de pradera que aprovechan y el uso que se da a su producción (García, 1986).

La oveja es un mamífero herbívoro que pertenece a un único género (*Ovis*) y se encuentra en estado salvaje o domesticado. Son animales del Orden Artiodáctilos (con extremidades acabadas en pezuñas con dedos pares) y de la Clase Rumiantes (INIA, 2004). Se caracterizan por carecer de incisivos superiores, rumiar el alimento y tener un estómago formado por cuatro cámaras. Las ovejas domésticas han desempeñado un papel muy importante para la especie humana que ha aprovechado su cuero y su lana para confeccionar prendas de vestir (INIA, 2004).

En nuestro país, el sector ovino es uno de los más tradicionales y con una presencia muy antigua (Rivas, 2007). Según Domínguez (2013), esta producción se basa en el uso de praderas, en donde el principal producto obtenido es la carne y en segundo lugar la lana.

La lana es una fibra natural ampliamente utilizada en la industria textil, debido a que los seres humanos han reconocido desde hace tiempo los beneficios que confieren a las prendas de vestir, esto incluye sus atributos térmicos, transpirabilidad y resistencia al fuego (Gong *et al.*, 2016). La lana es un producto heterogéneo, por lo que su eficiencia económica en el procesamiento industrial depende de una serie de rasgos a evaluarse en la lana en bruto (Iglesias *et al.*, 2013). Los principales atributos que afectan el rendimiento y calidad de la ropa de lana en el procesamiento son: diámetro de fibra, longitud de fibra, la resistencia a la tracción, el color y el rizado de la fibra, debido al impacto que tienen en el precio pagado por la fibra cruda (McGregor *et al.*, 2016).

Tras siglos de relevancia económica, donde la lana ovina constituía la principal fibra para confección de telas a nivel mundial, a mediados del siglo XX con la elaboración de fibras sintéticas, los ovinos perdieron importancia económica, ya que los nuevos productos eran más baratos y podían ser fabricados independientes de las oscilaciones en la existencia de la masa ovina, afectas a las condiciones climáticas y/o sanitarias que pudieran presentarse (Apeleo, 2008.).

Durante siglos, los vendedores de lana y los fabricantes han sido capaces de evaluar la calidad de la lana de acuerdo a la apariencia y el tacto (Rast-Eicher y Bender, 2013). Sabían por experiencia, que vellón o lana era adecuado para un determinado fin. Esta es una forma de

conocimiento que se transmite de persona a persona en una forma de aprendizaje que aun hoy es utilizada (Rast-Eicher y Bender, 2013). Actualmente, el conocimiento de los clasificadores de lana ha sido sustituido en el ámbito industrial (Rast-Eicher y Bender, 2013) por el instrumento OFDA 2000 (Analizador de Diámetro de Fibra Óptica), que se basa en la tecnología de análisis automático de imágenes (Lupton, 1994). Esto es debido a que se busca la evaluación de las materias primas en descripciones reproducibles indicadas por un sistema de numeración estándar (Rast-Eicher y Bender, 2013).

El OFDA 2000 es un instrumento diseñado para medir las características de las fibras de lana y otras fibras animales a lo largo de las mechas sucias en tiempo real, ya sea en laboratorio o en terreno si se requiere (Elvira, 2014). La metodología OFDA permite la evaluación de las características importantes de lana, como el diámetro de la fibra y coeficiente de variación de la misma.

Los resultados sugieren que el OFDA es un sistema para la evaluación rápida y precisa del diámetro de la fibra y su distribución (Lupton, 1994). Lo anterior es de crucial importancia debido al gran número de animales que representa el sector ovino, la cantidad de productores que viven de estos animales y por el uso que se da a su producción (Rivas, 2007).

El diámetro medio determina hasta el 70% del valor de la lana siendo la principal característica textil (Días, 2010). En los últimos años la medición de esta característica en forma objetiva se ha extendido y se presenta como una herramienta de utilidad al momento de seleccionar animales como reproductores y separar vellones en la esquila según su calidad. Al realizar lo anterior, resulta preferente medir animales con características semejantes como mismo sexo y edad, criados en las mismas condiciones. La medición del primer vellón en animales seleccionados que no presenten faltas obvias (prognatismo, cuartos peludos, malos aplomos, etc.), es importante ya que en base a esta información es posible seleccionar las borregas de reemplazo con diámetros acorde a la orientación que se quiera dar al rebaño (Abella y Piovani, 2010).

Al hablar de características de la lana se hace referencia a las propiedades que desencadenan en apreciaciones comerciales distintas, como son: Diámetro de la fibra, largo de mecha, densidad del vellón, uniformidad, carácter (nitidez de los rizos en una mecha), color, tacto, nervio (resistencia), peso del vellón y rendimiento al lavado (García, 1986). Una vez establecida las de mayor relevancia, se puede evaluar las que tienen variabilidad en función de variables no genéticas como año de esquila, sexo y edad de los animales.

Según McGregor *et al.* (2016), para ovejas Merino, a medida que aumenta la edad aumenta el diámetro de fibra y disminuye la longitud de las fibras, pero la importancia de estos cambios no queda tan clara al compararlos con aquellos factores que pueden ser atribuidos a variaciones de la condición corporal y el peso vivo de los animales. Por tanto, cualquier cambio en el estado nutricional de las ovejas provocará cambios en el diámetro de fibras asociados a las variaciones estacionales de la calidad de los pastos.

## **HIPÓTESIS**

Características de calidad y producción de lana en borregas de primera esquila, son afectadas por factores como año de producción, tipo de parto, edad, condición corporal, peso al nacimiento y a la esquila de la borrega.

## **OBJETIVOS**

- 1) Cuantificar la magnitud de un factor de corrección para las mediciones efectuadas en las muestras de fibra sucia y limpia.
- 2) Cuantificar la magnitud de los factores no genéticos: año producción, tipo de parto, edad, condición corporal, peso al nacimiento y peso a la esquila de la borrega sobre:
  - a) Características de calidad medidas con OFDA 2000 (Diámetro medio de fibra, Coeficiente variación del diámetro, Factor de confort y Longitud de mecha).
  - b) Peso del vellón sucio a la primera esquila.
- 3) Cuantificar las correlaciones fenotípicas entre las características de calidad y peso de vellón sucio a la primera esquila en borregas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **LUGAR DE ESTUDIO**

Las muestras de lana en las que se realizaron los análisis, fueron obtenidas del rebaño ovino experimental perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile (33°30' Lat. S.; 70°49' Long. O; 462 m.s.n.m.), Región Metropolitana. Los datos de peso vivo y condición corporal asociados a los animales donadores de muestras de lana fueron obtenidos de los registros productivos del mismo rebaño.

La preparación de las muestras se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la misma Facultad de la Universidad de Chile, Campus Antumapu, Región Metropolitana.

Las mediciones en las muestras de fibras fueron llevadas a cabo en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, Región Metropolitana.

### **MATERIALES**

Las muestras analizadas corresponden a vellones de borregas Merino Precoz almacenadas en el Laboratorio de Nutrición Animal obtenidas en los años 2011, 2012, 2013 y 2014, y las recolectadas durante la esquila de 2016. Estas muestras fueron tomadas de la zona del costillar de los animales por ser aquella la más representativa del vellón (Elvira, 2014). Las muestras fueron identificadas y guardadas en bolsas de polietileno de cierre hermético hasta el momento de su medición.

Los datos de peso vivo y condición corporal de los años 2011, 2012, 2013 y 2014 fueron obtenidos de los registros productivos del rebaño antes mencionado. El peso vivo de las borregas correspondientes a la temporada 2016, fue obtenida mediante el uso de una romana para manejo de ovinos equipada con balanza digital Tru-test Eziweigh 7 System graduada en kilogramos con una cifra decimales 0,5 kg de precisión montada en jaula Prattley con barras inferiores MP600 Loadbars. Para determinar la condición corporal de estas mismas borregas, se usó palpación lumbar, asignado un puntaje de 1 a 5 (SCA, 2007).

Para medir el peso del vellón de las borregas correspondientes a la temporada 2016, se empleó una romana de gancho digital OCS de 100 kg, graduada en kilogramos con cifras decimales 0,1 kg de precisión. Para los años 2011 y 2014 (temporadas en que se registró peso de vellón a la primera esquila), se utilizó el registro histórico obtenido con un instrumento de similares características.

El análisis y comparación de las muestras se realizó utilizando el instrumento OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analysis) mediante el método de medición convencional (Haydeé *et al.*, 2008).

### **Descripción OFDA 2000:**

El OFDA 2000 es un instrumento que permite medir las características de las fibras de lana y otras fibras animales a lo largo de las mechas sucias (Mark, 2002). Bajo esta modalidad, el instrumento mide sobre mechas de lana grasienta y traduce sus lecturas a lana limpia, o puede medir directamente sobre lana limpia (Elvira, 2014). El OFDA 2000 analiza las imágenes microscópicas obtenidas de la muestra y descarta puntos de medición, donde encuentra tierra, material vegetal y cobertura de grasa dispareja y solo mide los bordes paralelos de las fibras (Elvira, 2014). Luego utiliza el factor de corrección para expresar los valores como muestra limpia. El factor de corrección corresponde a la cobertura uniforme de grasa sobre los bordes en la imagen de la fibra (Elvira, 2014).

### **Mediciones entregadas por el OFDA 2000:**

Las fibras de lana tienen una gran variabilidad producto de ser una fibra natural, razón por la cual se dificulta tener fibras uniformes. Los folículos en la piel de la oveja no producen fibras de igual diámetro ni las fibras son uniformemente cilíndricas, además, sus dimensiones también varían a lo largo de la fibra (Elvira, 2014). Para caracterizar esta variabilidad, el OFDA 2000 entrega una serie de valores, de los cuales Diámetro Medio, Coeficiente de variación del diámetro, Coeficiente de confort y Largo de mecha se consideraron para este trabajo de memoria.

1.- Diámetro medio de las fibras ( $\mu\text{m}$ ): Corresponde a un estimado calculado por OFDA 2000 del diámetro promedio de la mecha, en el que se analiza tanto las variaciones a lo largo de las fibras individuales como las variaciones de diámetro entre cada una de las fibras que componen la muestra.

2.- Coeficiente de variación del diámetro (%): Magnitud de comparación que se muestra como una variación porcentual (Elvira, 2014). Tiene valor económico por su equivalencia matemática con la finura para el hilado. Cinco puntos de coeficiente de variación de diámetro equivalen a un micrón. Es decir, una lana de 19  $\mu\text{m}$  con un coeficiente de variación de diámetro de 20% tiene la misma performance de hilado que una lana de 20  $\mu\text{m}$  con un coeficiente de variación de 15%. Esta relación se debe a que lanas de diámetro heterogéneo requieren mayor número de fibras para alcanzar igual resistencia y uniformidad (Mueller, 2003).

- Coeficiente de variación bajos indican mayor regularidad y resistencia.
- Coeficiente de variación alto indican irregularidad y menor resistencia.

3.- Coeficiente de confort (%): Es un indicador de la proporción de fibras menores de 30  $\mu\text{m}$ . Las fibras sobre este límite son relativamente gruesas, menos flexibles y cuando entran en contacto con la piel provocan una sensación de prurito (Sacchero, 2005).

4.- Largo de mecha (mm): Establece en milímetros la longitud promedio de las fibras de lana en la muestra (Sacchero, 2005). Es utilizado para pronosticar el destino industrial de los tops de lana, De esta manera, las lanas finas se dividen en aquellas aptas para ser peinadas (largo mayor a 5cm) o ser cardadas (largo menor a 5cm) (Mimica, 2014).

## MÉTODOS

Para el caso de las borregas de la temporada 2016, desde la zona costal del cuerpo de cada animal se obtuvo una muestra de lana del vellón, cuya base fue de aproximadamente 3 cm de diámetro y 20 g. Las muestras fueron extraídas utilizando una tijera de sutura de punta curva con el corte bien pegado sobre la piel, entre la segunda y tercera costilla, comenzando del vacío y a una cuarta o cuarta y media desde el lomo. Esta parte representa adecuadamente el diámetro medio del vellón (Elvira, 2014). Adicionalmente, se midió el peso de las borregas previo a la esquila y el peso del vellón obtenido durante la esquila.

Cada muestra se identificó con su correspondiente número de arete, de esta manera se asoció a la información histórica de la borrega.

Desde cada muestra de lana, se separó dos sub-muestras de 2 gramos por cada una, las cuales se diferencian como lana sucia y lana limpia. Todas las muestras fueron medidas con el método OFDA 2000, para posteriormente determinar el factor de corrección correspondiente.

- Sub-muestra lana sucia: no ha sido sometida a ningún tipo de tratamiento, mantiene presente lanolina e impurezas (material vegetal y tierra).
- Sub-muestra lana limpia: lana sucia que se somete a un tratamiento de lavado para extraer de sus fibras la lanolina. Este lavado no remueve impurezas tales como restos vegetales y tierra.

### **Descripción de lavado para remover lanolina:**

1. Se toma de la muestra de lana extraída de las borregas una cantidad de aproximadamente 2 g.
2. La lana es sumerge en una solución compuesta por Isopropano y Hexano en una proporción de 1:1.
3. La lana permanece sumergida en la solución por 2 minutos. Esta debe moverse constantemente para que todas las fibras entren en contacto con la solución.
4. Trascurrido los 2 minutos, la muestra se extrae de la solución y se drena todo el

excedente para luego dejarse secar en papel absorbente.

5. La muestra se rotula y almacena para su posterior medición en OFDA 2000.

### **Preparación de muestras:**

Las muestras son colocadas en una gradilla y esta es sometida a una corriente de aire para lograr que la muestra presente las condiciones de temperatura y humedad del ambiente. Lo anterior es necesario producto de que el instrumento OFDA 2000 corrige cada una de las lecturas por humedad y temperatura ambiente, gracias a que tiene incorporado sensores para registrar dichas condiciones (Elvira, 2014).

Una vez obtenido los datos con OFDA 2000 sobre las características de interés analizadas, se procedió a evaluar la influencia que tienen factores no genéticos intrínsecos del animal como lo son:

- Factores no genéticos asociados al ambiente, los cuales se aíslan en un solo gran factor que se denominó “Año de Producción”, el cual incluye a todas las posibles variaciones durante un determinado año que ocurren en las condiciones climáticas (cantidad y distribución de precipitaciones, temperatura media), de manejo y asociadas al proceso de esquila.
- Tipo de parto de la borrega, para lo cual se consideran los partos simples y dobles.
- Peso vivo al nacimiento de la borrega, medición realizada en kilogramos.
- Peso vivo a la primera esquila de la borrega, medición realizada en kilogramos.
- Condición corporal (CC) de la borrega a la primera esquila, mediante escala de 1 a 5 utilizada para la medición de la CC en ovinos (SCA, 2007; Romero, 2015).
- Edad de la borrega a la primera esquila, que se expresó en días.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para cuantificar la magnitud del factor de corrección entre los valores de las variables medidas en las muestras de fibras limpias y sucias, se calculó una regresión lineal entre dichas variables, considerando a los valores obtenidos en fibras sucias como variable independiente ( $X_k$ ) y como variable dependiente a aquellos obtenidos en fibras limpias ( $Y_k$ ):

$$Y_k = a + bX_k$$

El procedimiento anterior se efectuó en las muestras provenientes de las temporadas, 2011, 2014 y 2016, en forma separada y también con el total de los datos recopilados en estas tres temporadas. El grado de significancia de las regresiones anteriores se fijó en un 95%. Los coeficientes de dichas regresiones se evaluaron mediante prueba t de Student ( $\alpha = 0,05$ ).

Para la cuantificación de los efectos de los factores fijos año de producción y tipo de parto sobre las características de calidad y producción de lana, se realizó un estudio observacional el cual fue asimilándolo a un diseño experimental del tipo completamente aleatorizado con estructura factorial 5x2 con análisis de covarianza, con 5 niveles para el año de producción (2011, 2012, 2013, 2014 y 2016) y dos niveles para el tipo de parto (simple y doble). Las covariables evaluadas fueron el peso vivo al nacimiento, peso vivo, peso vivo a la primera esquila, condición corporal y edad de la borrega a la primera esquila. La unidad experimental corresponde a la borrega Merino Precoz de aproximadamente 15 meses de edad, de la cual se obtuvieron 450 muestras de lana, los que constituyeron los registros de las características lanométricas analizadas. Estas muestras, fueron obtenidas mediante el procedimiento descrito en la sección métodos mencionada anteriormente. El modelo estadístico utilizado para los propósitos antes descritos fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \beta_1(X_{ijk} - \bar{X}) + \beta_2(X_{ijk} - \bar{X}) + \beta_3(X_{ijk} - \bar{X}) + \beta_4(X_{ijk} - \bar{X}) + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = valor del Diámetro medio de fibra, Coeficiente variación del diámetro, Coeficiente de confort, Longitud de mecha.

$A_i$  = factor año de producción.

$B_j$  = factor tipo de parto.

$(AB)_{ij}$  = interacción de los factores año y tipo de parto.

$\beta_1(X_{ijk} - \bar{X})$  = covariable de peso vivo al nacimiento.

$\beta_2(X_{ijk} - \bar{X})$  = covariable de peso vivo a la primera esquila.

$\beta_3(X_{ijk} - \bar{X})$  = covariable de condición corporal a la primera esquila.

$\beta_4(X_{ijk} - \bar{X})$  = covariable de edad de la borrega a la primera esquila.

$\mathcal{E}_{ijk}$  = error experimental

El modelo anterior fue resuelto mediante un procedimiento de modelos lineales generalizados (GLM) (Di Rienzo, 2011). Para el procesamiento de la información se utilizó el software estadístico Infostat® 2017. Para decidir si el modelo anterior fue significativo, se utilizó un nivel de confianza del 5%. En los factores que resultaron significativos, la separación de sus medias fue efectuada mediante el test LSD de Fisher, con un grado de significancia del 5%.

Con aquellas variables independientes que resultaron estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ), de acuerdo con el modelo anterior, se procedió a corregir la información de las variables dependientes analizadas, para posteriormente calcular el coeficiente de correlación de Pearson entre ellas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Factores de corrección para el Diámetro Medio de Fibra (DMF).

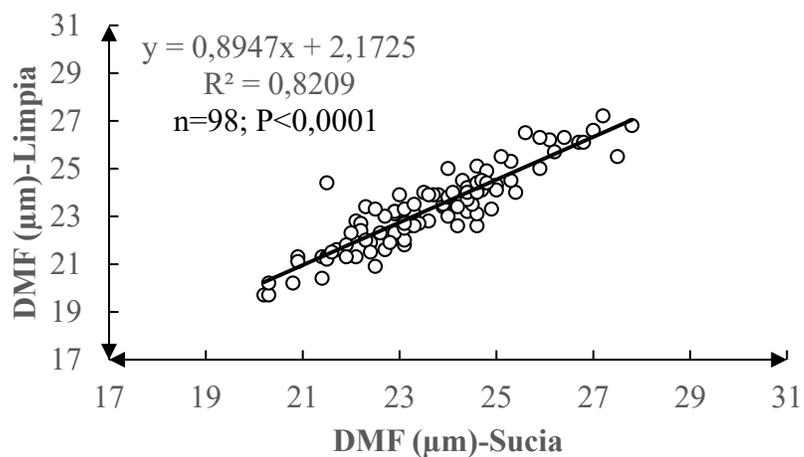
Desde un punto de vista práctico, la remoción de la lanolina en las fibras de lana para obtener mediciones exactas del DMF resulta poco viables en las explotaciones ovinas, razón por la cual establecer la relación que existe entre el DMF con y sin esta cubierta grasosa se vuelve una herramienta valiosa a la hora de clasificar los vellones por calidad utilizando instrumentos como el OFDA 2000. En el Cuadro 1 se presentan las ecuaciones de regresión obtenidas entre las mediciones para Diámetro Medio de Fibra medido en la lana sucia y limpia.

**Cuadro 1.** Interceptos (a), coeficientes de la regresión (b)  $\pm$  error estándar, número de observaciones (n) y nivel de significancia (valor P) para Diámetro Medio de Fibra medido en  $\mu\text{m}$  entre lana sucia (X) y limpia (Y), de borregas Merino Precoz.

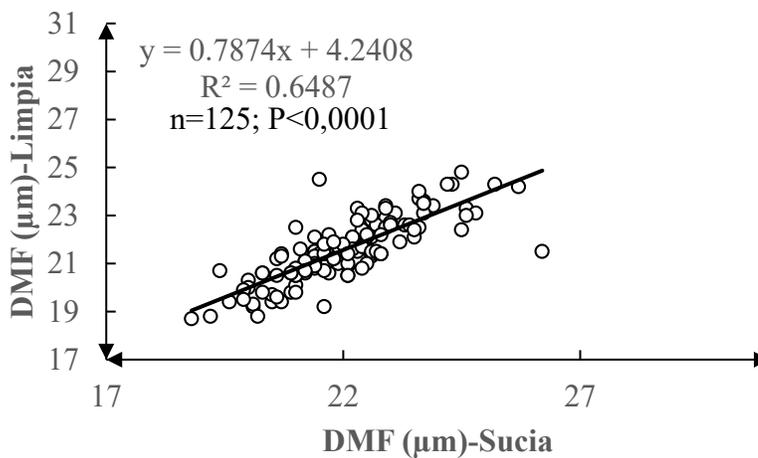
Ecuación	Año	a	b	n	R <sup>2</sup>	valor p
Y=a +b·X	2011	2,17 $\pm$ 1,01	0,89 $\pm$ 0,04	98	0,82	<0,0001
	2014	4,24 $\pm$ 1,15	0,79 $\pm$ 0,05	125	0,65	<0,0001
	2016	4,27 $\pm$ 1,49	0,80 $\pm$ 0,06	81	0,71	<0,0001
	<b>General*</b>	<b>2,94 <math>\pm</math>0,48</b>	<b>0,85 <math>\pm</math>0,02</b>	<b>304</b>	<b>0,86</b>	<b>&lt;0,0001</b>

\* Corresponde a la regresión incluyendo información de todos los años (2011,2014 y 2016)

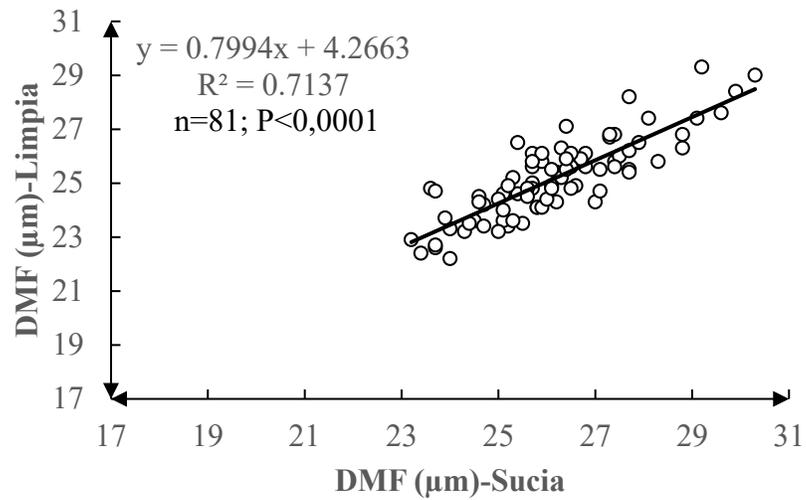
Las ecuaciones lineales obtenidas fueron significativas ( $P < 0,0001$ ) para cada año en el que se midió el DMF sucio y luego limpio, como también para el caso general correspondiente al conjunto de todos los datos de los años analizados.



**Figura 1.** Regresión lineal para Diámetro Medio de Fibra (DMF,  $\mu\text{m}$ ) de lana limpia sobre lana sucia de borregas Merino Precoz para el año 2011.

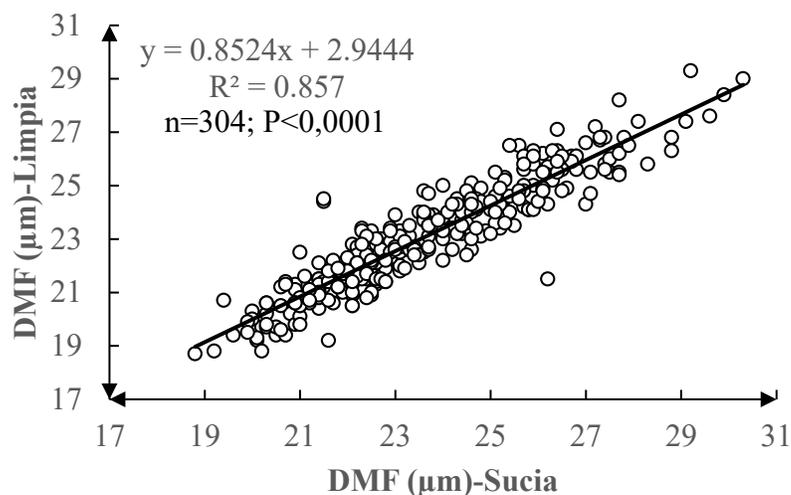


**Figura 2.** Regresión lineal para Diámetro Medio de Fibra (DMF,  $\mu\text{m}$ ) entre de lana sucia y limpia de borregas Merino Precoz para el año 2014.



**Figura 3.** Regresión lineal para Diámetro Medio de Fibra (DMF, µm) entre de lana sucia y limpia de borregas Merino Precoz para el año 2016.

Observando las Figuras 1, 2 y 3, se ve que el rango de valores en los que se mueve el DMF para cada año es distinto, las razones de esto se discuten más adelante, pero se aprecia que la nube de puntos se ajusta bastante bien a la recta de regresión para cada año con valores de pendiente de  $0,8947 \pm 0,04$ ,  $0,7874 \pm 0,05$  y  $0,7994 \pm 0,06$  respectivamente. En el caso de la recta de regresión que representa al total de datos obtenidos (Figura 4), se aprecia un comportamiento similar con pendiente de  $0,8524 \pm 0,02$ , lo que demuestra la necesidad de corregir por un factor las lecturas, de lana sucia, entregadas por OFDA 2000 para obtener los valores de DMF limpia utilizados por la industria textil al valorar la calidad de la lana.



**Figura 4.** Regresión lineal para Diámetro Medio de Fibra (DMF,  $\mu\text{m}$ ) de lana limpia sobre lana sucia de borregas Merino Precoz para el general de los años 2011-2014-2016.

Al comparan las rectas de regresión entre sí mediante prueba t efectuado a sus coeficientes de regresión, no se detectaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para años distintos ni con respecto al general de los años (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Comparación entre las regresiones lineales para Diámetro medio de fibras sucias versus limpias, valor del estadígrafo t calculado, grados de libertad y nivel de significancia (valor P), para distintos años de producción.

Regresión 1	Regresión 2	t calculado		Grados de libertad		Valor P	
		a	b	a	b	a	b
2011	2014	-1,30	0,15	220	97	0,1942	0,8823
2011	2016	-1,19	0,11	145	97	0,2370	0,9157
2011	General*	-0,76	-0,09	142	97	0,4504	0,9272
2014	2016	-0,01	-0,15	165	186	0,9892	0,8807
2014	General*	1,23	-1,42	167	161	0,2191	0,1585
2016	General*	1,10	-1,08	96	100	0,2760	0,2808

\* Corresponde a la regresión de todos los años (2011,2014 y 2016)

La situación anterior sugiere el hecho de que las ecuaciones de corrección entre diámetro de fibra sucio y limpio no estarían afectadas por el año de esquila, por lo cual se podría utilizar una sola ecuación, esta sería aquella que incluye todos los años de producción, ya que esta última regresión es la que presentó el mejor ajuste, con un  $R^2$  de 85,7%.

### Diámetro Medio de Fibra (DMF, $\mu\text{m}$ )

En el Cuadro 3 se indican los resultados del GLM para DMF.

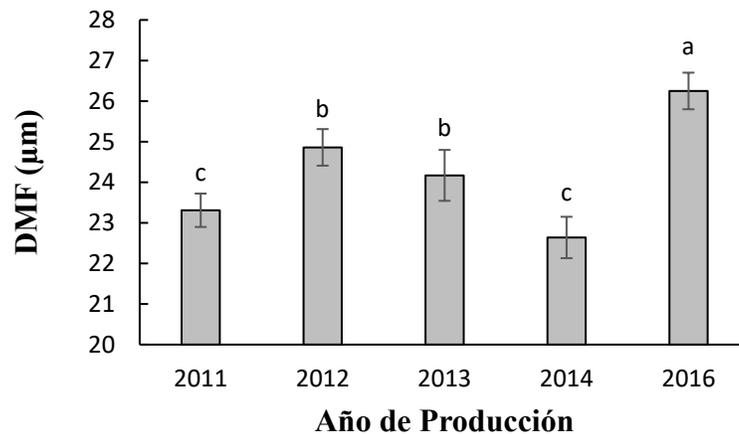
**Cuadro 3.** Nivel de significancia (Valor P), grados de libertad (gl) y coeficiente de regresión, para las variables independientes incluidas en el modelo general lineal para Diámetro Medio de Fibra (DMF,  $\mu\text{m}$ ), medido en lana sucia de borregas Merino Precoz.

Variable	gl	Valor P	Coefficiente Regresión
<b>Año de producción</b>	<b>4</b>	<b>&lt;0,0001</b>	n/a
Tipo de parto	1	0,8421	n/a
Año x tipo de parto*	4	0,2167	n/a
<b>Edad a la primera esquila</b>	<b>1</b>	<b>0,0035</b>	<b>0,02</b>
Condición corporal a la primera esquila	1	0,7268	0,07
Peso vivo al nacimiento	1	0,3272	-0,09
Peso vivo a la primera esquila	1	0,7796	0,0044

\* Interacción entre año de producción y tipo de parto; n= 450;  $R^2= 0,51$ ; n/a = no aplica.

En el cuadro anterior, se puede observar que, de las dos fuentes fijas de variación evaluadas, año de producción y tipo de parto, solo la primera presentó un efecto significativo, no siendo importante la interacción entre los dos factores. De las covariables incluidas en el modelo, solamente la edad a la primera esquila resultó estadísticamente significativa. El coeficiente de regresión de esta covariable obtuvo un valor de 0,02, lo que significa que por cada día que transcurre desde el nacimiento hasta la fecha de la primera esquila, las borregas incrementaron su DMF en  $0,02 \pm 0,01 \mu\text{m}$ .

Como se puede observar en la Figura 5, los DMF de las borregas presentaron diferencias significativas a través de los años de producción, en donde 2011 y 2014 presentaron los menores diámetros con  $23,31 \pm 0,21 \mu\text{m}$  y  $22,64 \pm 0,26 \mu\text{m}$  respectivamente, mientras que el año 2016 presentó el mayor diámetro con  $26,25 \pm 0,23 \mu\text{m}$ . Los años 2012 y 2013 presentan los valores intermedios de DMF con  $24,86 \pm 0,23 \mu\text{m}$  y  $24,17 \pm 0,32 \mu\text{m}$  respectivamente.



**Figura 5.** Efecto del año de producción sobre el diámetro medio de fibras de borregas merino precoz de primera esquila (DMF,  $\mu\text{m}$ ). La barra en torno al promedio indica intervalo de confianza al 95%, según prueba de LSD de Fischer.

El año 2016 presenta el mayor DMF probablemente atribuible al comienzo de la producción de materia seca en el mes de marzo, que significa dos meses antes que los años 2012, 2013 y 2014. Mientras que esta diferencia corresponde a 4 meses si se compara con el año 2011. Además, el año 2016 es el que presenta la mayor producción de materia seca de los años evaluados observables en el Anexo 1.

Los años 2012 y 2013 no presentaron diferencia significativa en el DMF aun cuando difieren considerablemente en el nivel de precipitación caída y la cantidad de materia seca producida en los respectivos años. Esta similitud en los DMF puede ser explicada al observar las similitudes en la distribución curva de producción de materia seca a lo largo del año, donde coincide tanto el mes inicio y máxima producción de forraje, solo siendo distinto el mes donde finaliza la producción de materia seca como se aprecia en el Anexo 1.

En los años 2011 y 2014 resulta un poco más complejo de explicar los resultados obtenidos para DMF, donde no se aprecian diferencias estadísticamente significativas. Ya que las diferencia que presentan estos dos años tanto en la cantidad de precipitación como en la producción de materia seca observable en el Anexo 1 es notoria. Además, si observamos la distribución que presentó la producción de materia seca durante el año, también hay una diferencia notoria con 3 y 6 meses de producción respectivamente. El único punto que tienen en común estos dos años de producción evaluados, es el mes de máxima producción que corresponde a septiembre.

Al estudiar la relación entre la producción de materia seca anual y el DMF para cada año de producción, nos revela un comportamiento lineal y directo entre ellos, siendo el año 2014 el que más se aleja de esta tendencia lo que se observa en el Anexo 2. Esto nos conduciría a

pensar que el gran factor que determina el DMF dentro de un año específico es cuanta materia seca pudo producir el sistema. Pero el análisis de la distribución que tienen las curvas de producción de materia seca, nos estaría indicando que el DMF queda determinado por la temprana disponibilidad de forraje en el año de producción, y un posterior incremento en su producción, no tiene mayor efecto en esta característica, como es apreciable en el Anexo 1.

Según Sacchero *et al.* (2010), años con mayor precipitación y producción de forraje producen DMF mayores tanto si se evalúan rebaños merinos sin selección genético, como en rebaños que fueron sometidos a selección orientada hacia lana superfina. Aunque esta variación es más marcada en rebaños sin selección. Lo que podría explicar en parte el comportamiento que presenta el año 2014 con relación tendencia de aumentar DMF con el aumento de producción de forraje.

Se presentan diferencias en el DMF producto del año de producción, estas diferencias se caracterizan por una disminución del DMF producto a mayores requerimientos nutricionales en años de menores temperaturas promedio y mayor cantidad de viento de acuerdo a lo que señala Mimica (2014). Según lo expuesto por Mueller *et al.* (2005), el DMF no se ve afectado significativamente en ovejas Merino de lana fina y superfina sometidas a distinto tratamiento nutricionales, sugiriendo que animales seleccionados por finura son menos susceptibles a cambios nutricionales que ovinos de lanas gruesas.

El DMF se ve afectado según el estado fisiológico en el que se encuentra la borrega, siendo menor en el último tercio de gestación y lactancia, pero esta diferencia se tendió a reducir luego del destete (Sacchero *et al.*, 2011). Las ovejas que en la temporada anterior a la esquila destetaron corderos presentan una reducción en el DMF en comparación a las que no, pero no se observan diferencias entre las que se encuentra preñadas o secas según lo reportado por Sacchero *et al.* (2011). Esto permitiría esperar que el aumento en el DMF producto de la edad en ovejas de segunda esquila sea mitigado debido a inicio de su vida reproductiva.

Se presenta aumento en el DMF al considerar la cantidad de esquilas a las fue sometida una oveja merino seleccionada por lana superfina, mientras que en ovejas merinos sin selección no se aprecia cambio en a medida que aumenta el número de esquilas de acuerdo a lo informado por Sacchero *et al.* (2010).

### Coeficiente de Variación del Diámetro (CVD, %)

En el Cuadro 4 se presenta los resultados del GLM para CVD.

**Cuadro 4.** Nivel de significancia (Valor P), grados de libertad (gl) y coeficiente de regresión para las variables independientes incluidas en el modelo para Coeficiente de variación del diámetro (CVD, %), medido en lana sucia de borrega Merino Precoz.

Variable	gl	Valor P	Coeficiente Regresión
Año de producción	4	0,1611	n/a
Tipo de parto	1	0,671	n/a
Año x tipo de parto*	4	0,205	n/a
<b>Edad a la primera esquila</b>	<b>1</b>	<b>0,0134</b>	<b>-0,02</b>
Condición corporal a la primera esquila	1	0,1182	-0,47
Peso vivo al nacimiento	1	0,284	0,14
<b>Peso vivo a la primera esquila</b>	<b>1</b>	<b>0,0118</b>	<b>-0,06</b>

\* Interacción entre año de producción y tipo de parto; n= 450; R<sup>2</sup>= 0,14; n/a = no aplica.

En el cuadro anterior se puede observar que ninguno de los efectos fijos analizados ni su correspondiente interacción resultó significativo. De las covariables consideradas en el modelo, la edad y el peso vivo a la primera esquila, resultaron ser estadísticamente significativas.

La covariable edad a la esquila presentó un coeficiente de regresión de -0,02, lo que significa que por cada día que transcurre desde el nacimiento hasta la fecha de esquila, las borregas disminuyen su CVD en  $0,02 \pm 0,01\%$ . Esto iría de la mano con el hecho del aumento del DMF con la edad, que continúa variando a medida que transcurren los días de vida desde su nacimiento hasta llegar a estabilizarse alcanzados los 2 años de edad del animal que es cuando se encuentra en estado adulto.

En el estudio de Mimica (2014) no se presentan diferencias para los CVD de ovinos debido a sexo en estado juvenil y adulto, pero si se diferencias en esta característica entre hembras en estado juvenil y adultas ( $19,67 \pm 0,12\%$  y  $22,30 \pm 0,22\%$  respectivamente), esto debido a que las hembras producen lanas menos uniformes producto de los cambios metabólicos que sufren durante sus distintos estados fisiológicos.

La covariable peso vivo a la esquila presentó un coeficiente de regresión de -0,06, lo que significa que por cada kg que ganen las borregas desde su nacimiento hasta la esquila el CVD

disminuye en  $0,06 \pm 0,02$  unidades porcentuales, en este caso no es fácil entender esta relación, el peso vivo a la esquila no tiene un efecto sobre el DMF como se demostró en este estudio.

La ausencia de diferencias significativas en el CVD debido al efecto año de producción analizados coincide con los trabajos de Mueller *et al.* (2005) y Sacchero *et al.* (2010), donde se observó que cambios nutricionales no afectan el CVD dentro de un mismo núcleo genético, debido a dietas diferenciadas en aportes completos o deficientes de los requerimientos normales del animal. Siendo esto similar a los que sucede en sistemas productivos extensivo como el aquí evaluado donde encontramos años con altos niveles de producción de materia seca que lograron satisfacer las necesidades nutricionales de los animales, en contraste con años de baja producción, principalmente asociado a una baja precipitación, donde la cantidad de materia seca producida solo logra satisfacer los requerimientos nutricionales de mantención.

Según Neimaur *et al.* (2015) se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para el CVD entre años de producción en ovinos de un año de la raza Corriedale, la cantidad de años evaluados fue de dos ( $21,95 \pm 2,88\%$  y  $22,40 \pm 2,91\%$ ), en este estudio también se evaluaron dos lugares distintos de producción, lo que arrojó diferencias significativas ( $P < 0,0001$ ) entre lugares ( $22,87 \pm 2,86\%$  y  $21,72 \pm 2,84\%$ ). Estos valores para la raza Corriedale son mayores a los obtenidos para borregas Merino de  $19,6 \pm 2,3\%$  y  $21,46 \pm 2,96\%$  (Larrosa *et al.*, 1997; Crook *et al.*, 1994, Citados por Neimaur *et al.*, 2015)

En el estudio de Mueller *et al.* (2005) en dos genotipos de Merino, uno fino con rango DMF 20 a  $21 \mu\text{m}$  y otro superfino con  $19 \mu\text{m}$  o menos para esta misma características, expuesto a tres condiciones nutricionales distintas (disponibilidad de alimento baja, media y alta) que simulan ya sea lugares distintos de producción o años de producción distintos, se observó que su CVD no presentó diferencias significativas debido a condiciones nutricionales distintas, pero si se presentaron diferencias significativas entre los genotipos fino y superfino para CVD con valores de  $20,7 \pm 0,3\%$  y  $19,6 \pm 0,3\%$  para primera esquila, diferencias que se mantuvieron en segunda esquila con  $19,8 \pm 0,2\%$  y  $19,2 \pm 0,2\%$  respectivamente. En el estudio realizado por Sacchero y Mueller (2007), donde se analizaron las características de lana para ovejas Merino de rebaños seleccionados por finura y sin selección, no se encontró diferencias estadísticamente diferentes de cero  $20,1 \pm 2,52\%$  y  $20,0 \pm 2,30\%$  respectivamente, lo que refleja que las condiciones medioambientales a lo largo del año afectan de igual manera a ambos rebaños merino sean estos sometidos a selección o no.

En el estudio realizado por Sacchero *et al.* (2010), donde se compararon dos genotipos de Merino uno seleccionado por finura y otro sin selección por esta característica, en dos periodos de producción y tres categorías etarias (joven, adulta y viejas), se obtuvieron resultados donde el CVD no presenta diferencias significativas entre las líneas genéticas, ni en los distintos periodos evaluados, pero si presentan diferencias estadísticamente significativas en la interacción de edad con el periodo productivo, donde ovejas jóvenes

presentan un mayor CVD ( $19,2\pm 0,23\%$  superfinas,  $19,7\pm 0,27\%$  control) en periodo seco con baja disponibilidad de alimento en comparación a las otras categorías etarias, en periodo húmedo con alta disponibilidad de alimento no se aprecian diferencias. Mientras que en el estudio realizado en ovejas merino superfinas, en donde se evaluó el comportamiento que tienen el CVD para diferentes estados fisiológicos de las ovejas llevado a cabo por Sacchero *et al.* (2011), no se encontraron diferencias significativas en esta característica de calidad de lana debido al estado fisiológico, edad y periodo de producción, así como tampoco en las interacciones dobles de estos factores.

De igual modo se puede entender la ausencia de diferencias en el CVD debidas al tipo de parto producto de su asociación con cambios en estados nutricionales. Así, un parto doble involucra dos condiciones que tuvo que sobrellevar la borrega en relación a su semejante proveniente de parto simple. La primera es un menor peso corporal en los primeros meses de vida debido al desarrollo gestacional donde comparte reservas nutricionales de la madre con otro individuo. Y la segunda producto de una menor disponibilidad de leche durante la lactancia, esto debido a que la madre debe sostener dos crías. Todo esto es corregido mediante el efecto de crecimiento compensatorio observado en ovinos (Daza, 1997; González *et al.*, 2002, citados por, Macedo y Arredondo. 2008), donde corderos gemelos que se han visto expuestos a déficit nutricionales expresan una mayor tasa de crecimiento en comparación animales alimentados normalmente cuando más tarde son expuestos a la misma dieta.

Mueller (2002, citado por, Mimica, 2014) señala que lanas de  $19\ \mu\text{m}$  con CVD de 20% tienen el mismo performance de hilado que una lana de  $20\ \mu\text{m}$  con un CVD 15%, esta relación es producto que lanas con fibras más heterogéneas requieren mayor número de fibras para igual resistencia y uniformidad. En ese estudio además se encontró diferencias significativas en el CVD para los distintos años de producción (2009, 2010, 2011) en cada raza evaluada (Marin Magellan Meat Merino "4M", Merino multipropósito "MPM", Corriedale), como también diferencias en un mismo año entre las razas. Esta diferencia entre razas no siguió un patrón específica de comportamiento, y cada una de ella ocupó el lugar más alto de variación dependiendo el año evaluado con  $21,59\pm 0,11\%$  para MPM en 2009,  $20,13\pm 0,14\%$  para 4M en 2010 y  $25,34\pm 0,42\%$  para Corriedale en 2011 (Mimica, 2014).

### Factor de Confort (FC, %).

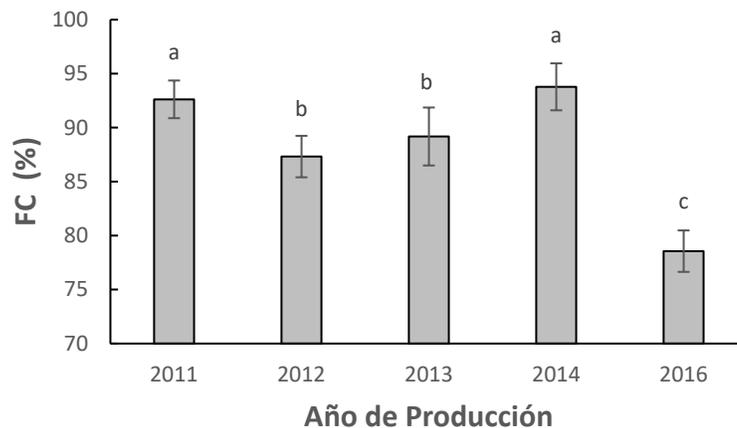
En el Cuadro 5 se presentan los resultados del GLM para FC.

**Cuadro 5.** Grados de libertad (gl), nivel de significancia (Valor P) y coeficiente de regresión para las variables independientes incluidas en el modelo para Factor de Confort (FC, %), medido en lana sucia de borrega Merino Precoz.

Variable	gl	Valor P	Coefficiente Regresión
<b>Año producción</b>	<b>4</b>	<b>&lt;0,0001</b>	n/a
Tipo de parto	1	0,8200	n/a
Año x tipo de parto*	4	0,1078	n/a
Edad a la primera esquila	1	0,0770	-0,05
Condición corporal a la primera esquila	1	0,6984	0,35
Peso vivo al nacimiento	1	0,7246	0,14
Peso vivo a la primera esquila	1	0,9116	0,01

\* Interacción entre año de producción y tipo de parto; n= 450; R<sup>2</sup>= 0,45; n/a = no aplica.

En el cuadro anterior se puede observar que, para los efectos fijos analizados, solo año de producción presentó diferencias significativas, mientras que la interacción entre los factores no fue importante. De las covariables analizadas en el modelo, ninguna fue significativa para ser consideradas como fuente de variación importantes.



**Figura 6.** Efecto del año de producción sobre el Factor de Confort de fibras del vellón de borregas Merino precoz de primera esquila (FC, %). La barra en torno al promedio indica intervalo de confianza al 95% según prueba de LSD de Fischer.

En la figura anterior, el Factor de Confort de las borregas presentó diferencias a través de los años de producción, en donde 2011 y 2014 representan los años de mejor calidad de fibra en términos de confort, con  $92,62 \pm 0,89\%$  y  $93,78 \pm 1,11\%$  respectivamente. El año 2016 presentó la menor calidad de fibra con  $78,56 \pm 0,98\%$  de fibras con diámetro inferior a  $30 \mu\text{m}$ . Los años 2012 y 2013 presentaron valores intermedios de calidad con relación del resto de años evaluados, con  $87,32 \pm 0,98\%$  y  $89,18 \pm 1,37\%$ , respectivamente.

Esto tiene sentido si se considera que el CVD permanece estable a través de los distintos años de producción, por tanto, con un DMF más cercano a  $30 \mu\text{m}$  o superior se obtendrán FC más bajos que los obtenidos para años con DMF inferiores a este valor, reflejando el típico comportamiento de una distribución normal. Todo esto se puede apreciar en la alta correlación inversa que presenta el DMF con FC expresada en el cuadro 8.

Mimica, (2014), encontró diferencias significativas producto del sexo, edad, genotipo y año de producción en el FC para un estudio llevado a cabo en ovinos de las razas 4M, MPM y Corriedale, lo que ejemplifica la alta variabilidad que presenta esta característica de calidad de lana debida tanto a factores genéticos como no genéticos. En este estudio las hembras adultas presentaron en menor FC  $91,04 \pm 0,49\%$  y los machos adultos el mayor  $97,82 \pm 0,40\%$ , pero esta relación entre hembras y machos no fue constante, mostrando mayor FC las hembras en años particulares dentro del estudio. Las razas mantuvieron sus diferencias dentro de los años evaluados, siendo 4M la que presentó los mejores FC ( $96,26 \pm 0,35\%$  a  $98,65 \pm 0,71\%$ ) seguida por MPM ( $95,45 \pm 0,25\%$  a  $93,50 \pm 0,67\%$ ) y con los menores valores se encontró Corriedale ( $71,08 \pm 0,92\%$  a  $90,62 \pm 0,95\%$ ).

El FC medido en el estudio realizado sobre ovinos Corriedale por Neimaur (2015), fue afectado tanto por el año como por el lugar (estación experimental) presentando diferencias

significativas con valores de  $15,24 \pm 9,98\%$  y  $15,75 \pm 11,35\%$  para año, mientras que los valores para lugar fueron de  $19,16 \pm 11,15\%$  y  $13,31 \pm 9,60\%$ . El sexo también afectó significativamente el FC siendo mayor en hembras con  $16,85 \pm 10,78\%$  que en machos con  $13,70 \pm 10,04\%$ , cabe señalar que los valores fueron expresados como porcentaje de fibras con diámetro medio mayor a  $30 \mu\text{m}$  en el estudio citado.

### Largo de mecha (LM, mm).

En el Cuadro 6 se indican los resultados del GLM para LM.

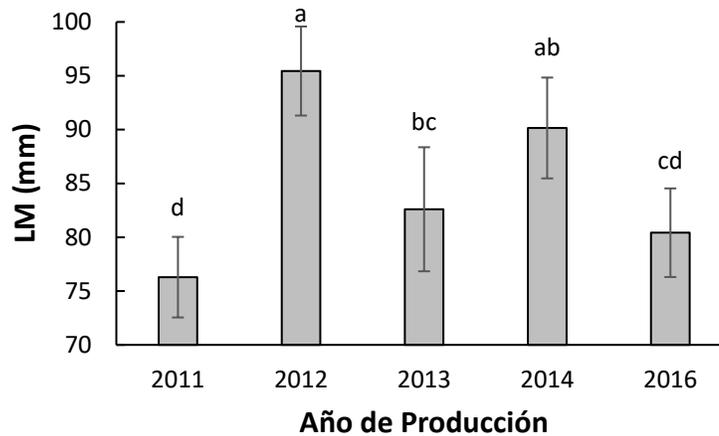
**Cuadro 6.** Nivel de significancia (Valor P), grados de libertad (gl) y coeficiente de regresión para las variables independientes incluidas en el modelo para Largo de Mecha (LM, mm), medido en lana sucia de borrega Merino Precoz.

Variable	gl	Valor P	Coefficiente Regresión
<b>Año producción</b>	<b>4</b>	<b>&lt;0,0001</b>	n/a
Tipo de parto	1	0,3969	n/a
Año x tipo de parto	4	0,0932	n/a
<b>Edad a la primera esquila</b>	<b>1</b>	<b>0,0015</b>	<b>0,20</b>
Condición corporal a la primera esquila	1	0,5076	-1,28
Peso vivo al nacimiento	1	0,3543	0,80
Peso vivo a la primera esquila	1	0,2875	0,15

\* Interacción entre año de producción y tipo de parto; n= 450; R<sup>2</sup>= 0,17; n/a = no aplica.

En el Cuadro 6 se observa que, de los dos efectos fijos analizados, solo año de producción presentó diferencias significativas, no siendo importante la interacción entre ambos factores. De las covariables incluidas en el modelo, solamente la edad a la primera esquila es la que presentó efectos estadísticamente significativos sobre largo de mecha. Esta última variable presentó un coeficiente de regresión de 0,20, lo que significa que por cada día que transcurre desde el nacimiento hasta la fecha de la primera esquila, las borregas incrementaron su LM en  $0,2 \pm 0,06$  mm.

En la Figura 7, se puede apreciar el efecto del año de producción sobre el largo de mecha.



**Figura 7.** Efecto del año de producción sobre el Largo de Mecha de las fibras del vellón de borregas merino precoz de primera esquila (LM, mm). La barra en torno al promedio indica intervalo de confianza al 95% según prueba de LSD de Fischer.

Como se puede observar en la figura anterior, el LM de las borregas presentó diferencias significativas a través de los años de producción, en donde 2012 y 2014 representan los años de mayor largo, con fibras de  $95,44 \pm 2,11$  mm y  $90,15 \pm 2,39$  mm respectivamente. Los años 2011 y 2016 son los que presentaron la menor longitud de fibra, con promedios de  $76,29 \pm 1,91$  mm y  $80,42 \pm 2,10$  mm, respectivamente. El año 2013 se encuentra en valores intermedios de longitud en relación del resto años evaluados con  $80,6 \pm 2,94$  mm de longitud media de sus fibras.

Para la raza Merino Precoz, Squella y Castellaro, (2008) informa un largo de mecha de 70,9 mm, en el secano costero durante un periodo de 8 años. Valores inferiores a los encontrados en este estudio para cada uno de los años como para el promedio de estos, por lo que aun tratándose de la misma raza el lugar de producción tiene un efecto sobre esta variable.

Neimaur (2015) en un estudio llevado a cabo sobre características de lana en ovinos Corriedale, donde se evaluaron los efectos de año de producción, lugar y sexo sobre el LM, obtuvo como resultado que cada uno de estos factores tuvo un efecto significativo sobre esta variable de calidad en lana (Neimaur, 2015).

Se encontraron diferencias significativas en el LM entre rebaños merinos sometidos a selección para peso de vellón y otro sin selección, donde el rebaño sometido a selección presento mayor LM que el rebaño testigo con  $85,0 \pm 10,10$  mm y  $82,6 \pm 7,91$  mm respectivamente (Sacchero y Mueller, 2007). Al comparar líneas genéticas de merinos finos y medios, se obtuvieron mayores LM en los merinos medios que en finos (Brown *et al.* (2002), citado por, Sacchero y Mueller, 2007). Lo que concuerda en parte con lo encontrado

en este estudio, donde se encontró una correlación positiva y significativa entre LM y PVS, no así con la correlación entre LM y DMF que resultó no significativa (Cuadro 8).

El largo de mecha es una característica de gran valor para el peinador de lanas, ya que incide directamente en la Altura Media de Tops (Hm), valor que afecta de manera directa el proceso de hilatura como la calidad del hilado (Elvira, 2005). Largos de mecha menores a los 75 mm se consideran de calidad regular, mientras que aquellos sobre los 85 mm se consideran excelentes (Elvira, 2005). Los valores de LM encontrados para el rebaño en estudio se pueden clasificar de buenos a excelentes, dependiendo el año de producción evaluado, según los criterios de Elvira (2005), pero de acuerdo a Mueller (2003), no serían tan buenos, ya que este último autor señala LM críticos entre 90 y 95 mm, donde mecha más cortas recibirían descuentos importantes.

No queda claro de qué manera influye el año de producción sobre el LM, ya que los años con un LM más bajo (años 2011 y 2016), presentaron la menor y mayor producción de materia seca respectivamente, mientras que los años que presentaron los más altos LM (años 2012 y 2014), presentaron valores intermedios de producción de materia seca (Anexo I). Pero al comparar la distribución de la producción de materia seca durante el año, no se observan semejanzas entre los años de bajo LM ni tampoco entre los de alto LM (Anexo I). De igual forma, la regresión entre LM y producción de materia seca mostró un bajo nivel de ajuste con  $R^2$  de 0,099 (Anexo II).

### Peso del vellón sucio (PVS, kg).

En el Cuadro 7 se indican los resultados del GLM para PVS.

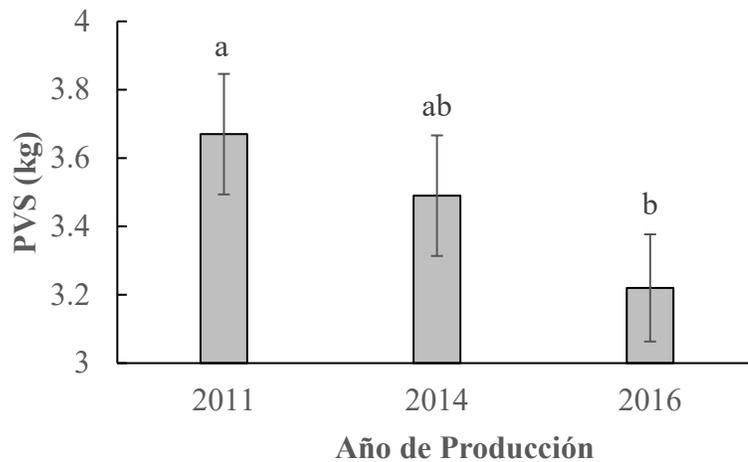
**Cuadro 7.** Nivel de significancia (Valor P) Grados de libertad (gl), y coeficiente de regresión para las variables independientes incluidas en el modelo para Peso Vellón Sucio (PVS, kg), medido en lana sucia de borrega Merino Precoz.

Variable	gl	Valor P	Coefficiente Regresión
<b>Año de producción</b>	<b>2</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>n/a</b>
<b>Tipo de parto</b>	<b>1</b>	<b>0,0014</b>	<b>n/a</b>
Año x tipo de parto*	2	0,1807	n/a
<b>Edad a la primera esquila</b>	<b>1</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,01</b>
Condición corporal a la primera esquila	1	0,3332	-0,09
Peso vivo al nacimiento	1	0,0761	0,07
Peso vivo a la primera esquila	1	0,4648	0,0074

\* Interacción entre año de producción y tipo de parto; n= 304; R<sup>2</sup>= 0,41; n/a = no aplica.

En el cuadro anterior, se puede observar que los dos efectos fijos analizados resultaron significativos, no obstante, su interacción no lo fue. De las covariantes incluidas en el análisis, solamente la edad de la borrega a la primera esquila resulto importante. Esta covariable presentó un coeficiente de regresión de 0,01, lo que significa que por cada día que transcurre desde el nacimiento hasta la fecha de la primera esquila, las borregas incrementaron su PVS en 0,01±0,0029 kg.

Como se puede observar en la Figura 8, el PVS de las borregas presentó diferencias significativas atribuidas a los años de producción, los años 2011 y 2014 obtuvieron los mayores niveles de producción con 3.67±0,09 kg y 3.49±0,09 kg respectivamente. Mientras que los años 2014 y 2016 son los que presentan los rendimientos más bajos en el PVS con 3.49±0,09 kg y 3.22±0,08 kg respectivamente.



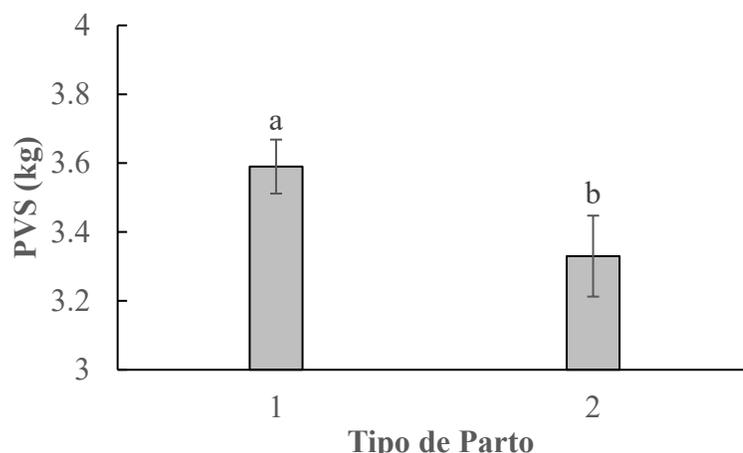
**Figura 8.** Efecto del año de producción, sobre el Peso del Vellón Sucio (PVS, kg) de borregas merino precoz de primera esquila. La barra en torno al promedio indica intervalo de confianza al 95% según prueba de LSD de Fischer.

Según lo reportado por Squella y Castellaro, (2008) el PVS mostro diferencias significativas producto de la edad de la oveja, año de producción y genotipo, además de las interacciones entre estos factores, con un promedio de 2,65 kg para la raza Merino precoz.

Si bien el PVS tiene una relación lineal e inversa con la cantidad de materia seca producida durante el año como se aprecia en el Anexo 2, que explica razonablemente los resultados obtenidos, estadísticamente no se aprecian diferencia entre los años 2011 con 2014 y 2014 con 2016, como la observada entre el año 2011 y 2016. Esto se puede atribuir a que las mediciones de PVS se realizaron en kilogramos con un decimal, como se acostumbra en los predios productivos durante la esquila, medida que no resulta tan sensible como lo sería una escala en gramos cuando el rango de variación entras las muestras es tan estrecho.

Neimaur *et al.* (2015) encontró un efecto significativo sobre las variables PVS ( $3,11 \pm 0,61$  kg y  $2,32 \pm 0,56$  kg) y peso de vellón limpio debido al lugar de producción en que fueron evaluado, no encontrándose diferencias significativas para esta variable de producción de lana a causa del año de producción sobre ovinos de la raza Corriedale.

En la Figura 9, se puede apreciar el efecto del tipo de parto sobre el PVS, en donde se pudo constatar un efecto favorable a las borregas nacidas en parto simple, en donde estas registraron un promedio de  $3,59 \pm 0,04$  kg, en comparación a las que nacieron en partos dobles, en donde el peso promedio del vellón obtuvo un promedio de  $3,33 \pm 0,06$  kg de lana.



**Figura 9.** Efecto del tipo de parto, sobre el Peso del Vellón Sucio (PVS, kg) de borregas merino precoz de primera esquila. La barra en torno al promedio indica intervalo de confianza al 95% según prueba de LSD de Fischer.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Mueller y Carlino (2010), en un estudio de ovejas Merino seleccionadas por peso corporal y peso de vellón versus aquellas sin selección, a bajo nivel de alimentación, las ovejas seleccionadas resultaron ser más eficientes en convertir la materia seca consumida en lana, mientras que, a altos niveles nutricionales no se presentaron diferencias. En el mismo estudio, al comparar la producción de lana por unidad de peso vivo y por unidad de peso metabólico, no se encontraron efectos atribuidos a la selección, siendo solamente importante el plano nutricional, donde en niveles altos se obtuvo una mayor eficiencia.

La edad a la primera esquila resultó positiva y significativa como se aprecia en el Cuadro 7, lo que indica que por cada día de vida la borrega obtienen un incremento de 10 gramos en el PVS. Esto concuerda con lo descrito por García (1986), para una de las características de la lana, siendo esta una fibra de crecimiento continuo a lo largo de la vida del animal.

## Correlaciones Fenotípicas ( $r_p$ )

Se realizó una estimación de correlaciones fenotípicas (Cuadro 8) para las variables de calidad y producción evaluadas en el estudio, las cuales fueron corregidas por los factores que resultaron significativos para cada una de ellas.

**Cuadro 8.** Correlaciones fenotípicas entre Diámetro medio de Fibra (DMF,  $\mu\text{m}$ ), Coeficiente de variación del diámetro (CVD, %), Factor de Confort (FC, %), Largo de mecha (LM, mm) y Peso de vellón sucio (PVS, kg), en borregas Merino Precoz.

	DMF	CVD	FC	LM	PVS
DMF	-	-0,08 <sup>ns</sup>	<b>-0,87</b> *	-0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
CVD		-	<b>-0,22</b> *	<b>0,16</b> *	<b>0,13</b> *
FC			-	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>
LM				-	<b>0,39</b> *
PVS					-

\*:  $P < 0,05$ ; <sup>ns</sup>: No Significativo

El DMF requirió ser corregido por año de producción y edad de la borrega, mientras que el CVD fue corregido por edad y peso vivo de la borrega. El FC fue corregido solamente por el año de producción, mientras que el LM requirió ser corregido por año de producción y edad de la borrega. El PVS requirió ser corregido por año de producción, tipo de parto y edad de la borrega a la esquila. Las ecuaciones por las cuales se llegó a estas correcciones se encuentran especificadas en el Anexo 3.

La  $r_p$  entre LM y PVS resultó positiva, media y significativa, lo que coincide con lo citado por Safari *et al.* (2005), donde se indica una  $r_p$  positiva de 0,32 para las mismas variables. La  $r_p$  entre DMF y PVS no fue significativa, coincidiendo con lo señalado Lembeye *et al.* (2014). Lo anterior difiere de lo reportado por Safari *et al.* (2005), quienes indican un valor de  $r_p$ : 0,31. La  $r_p$  entre DMF y LM tampoco fue significativa, aspecto que también reporta Lembeye *et al.* (2014); sin embargo, Safari *et al.* (2005), señalan una correlación positiva, aunque baja y significativa ( $r_p = 0,19$ ). La  $r_p$  entre DMF y FC resultó negativa, alta y significativa, siendo su valor semejante al reportado por Mimica (2014), quien indica un valor de  $r_p$ : -0,824. Se obtuvieron  $r_p$  bajas y significativas para CVD con FC, LM y PVS, lo que concuerda con Mimica (2014), quien estimó  $r_p$  bajas y significativas para CVD con FC y LM,  $r_p$ : -0,304 y  $r_p$ : -0,054 respectivamente, siendo esta última de signo contrario a las encontradas en este estudio.

## CONCLUSIONES

Es posible utilizar una ecuación para corregir mediciones de diámetro medio de fibra de vellones de borregas Merino Precoz obtenidas en fibras sucias y de esa forma estimar el diámetro medio limpio, independiente del año de producción.

El año de producción modifica los valores de la mayoría de las variables analizadas, siendo el coeficiente de variación del diámetro la excepción. Esta última variable se afecta significativamente y de manera negativa cuando aumenta la edad y peso vivo de la borrega a la esquila.

Según los resultados encontrados en esta memoria, el tipo de parto del cual proviene la borrega no afecta las variables de calidad de lana, no obstante, sí lo hace sobre el peso del vellón sucio.

La covariable edad a la esquila fue significativa en la mayoría de las variables analizadas, con excepción del factor de confort. Por lo tanto, la aplicación de manejos que permitan reducir el rango etario de las borregas al momento de la esquila, generará una producción más uniforme, de mayor calidad y que opte a mayor precio.

Borregas con mayor diámetro en sus fibras presentan menor factor de confort, pero ello no implicaría que dichas borregas tengan un mayor coeficiente de variación del diámetro de las fibras, largo de mecha y mayor peso en el vellón.

Fibras con mayor coeficiente de variación en el diámetro observan bajo factor de confort y en general provienen de vellones que tienden a ser más pesados y con fibras más largas. Así mismo, vellones de borregas que son más pesados, presentan fibras más largas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, M. 2012. Predicción de la calidad de lana mediante Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS). Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. 58p.
- Apeleo, E. 2008. Caracterización del proceso de exportación de lana ovina chilena período 1994-2006. Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario. Universidad de Chile. 116 p.
- Castellaro, G. G. y Squella, N. F. 2006. Modelo simple de simulación para la estimación del crecimiento y balance hídrico de praderas anuales de clima mediterráneo. Agricultura Técnica (Chile). 66(3):271-282.
- De Gea, G. 2007. El ganado lanar en la Argentina. Córdoba (2. ed.), Argentina. Universidad Nacional de Río Cuarto. 280p.
- Di Rienzo, J.; Macchiavelli R.; Casanoves F. 2011. Modelos Lineales Mixtos Aplicaciones en InfoStat, Córdoba: Grupo Infostat, Argentina. 193 p.
- Díaz, R. 2010. Producción de lanas finas. Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agropecuario. Punta Arenas, Chile. Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes. 68 p.
- Domínguez, B. 2013. Estudio descriptivo sobre la esquila de ovinos y su repercusión en bienestar animal y en la manipulación de la lana en las Regiones Metropolitana, del Libertador General Bernardo O'Higgins, de los Lagos y de los Ríos. Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. 80p.
- Elvira, M. 2005. Características de lana Merino e importancia en el procesamiento industrial. En: Boletín Asociación Argentina de criadores de Merino (Argentina), Año XIII (49), pp.231-238.
- Elvira, M. 2014. Presentación del instrumento de medición de finura OFDA 2000: Uso y aplicaciones. Laboratorio de Lanas Rawson Convenio INTA-Gob. Provincia del Chubut, Argentina. 12 p.
- Frey, A.; N. Martín, A. De Caro, D. Álvarez, M. Elvira. 2009. Variación del diámetro promedio de fibras de lana en ovejas Merino trasladadas desde la Patagonia a la región Pampeana. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 17(1-2): 9-14p.
- García, G. 1986. Producción Ovina. Facultad Ciencias agronómicas. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 344 p.

- Gong, H.; H. Zhou, R. Forrest, S. Li, J. Wang, J. Dyer, J. Hickford. 2016. Wool Keratin-Associated Protein Genes in Sheep—A Review. *Genes*, Vol 7(6):24. 16p.
- Haydeé, G.; C. León Velarde, R. Rosadio, W. García, C. Gavidia. 2008. Evaluation of a numeric method for alpaca fibre diameter measurement. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 19 (1). Lima. 8 p.
- Iglesias, R.; A. Pevsnera, C. Rosasa, D. Sacchero. 2013. High-resolution spatial phenotyping of fibre diameter and staple length over Corriedale sheep fleeces. *Small Ruminant Research*, vol (113): 9 p.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 2004, Razas ovinas y caprinas en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Boletín INIA n°127. Ministerio de Agricultura, Chile. 88p.
- Lupton, Q. K. 1994. Evaluation of the Optical Fibre Diameter Analyser (OFDA) for Measuring Fiber Diameter Parameters of Sheep and Goat. *Journal of Animal Science*. 72(7): 3 p.
- Macedo, R. y V. Arredondo. 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos pelibuey en manejo intensivo. *Archivos de Zootecnia*, 57:(218),219-228
- Mark, B. 2002. Introducing OFDA4000: A New Instrument for Simultaneous Measurement of Fibre Length and Diameter in Tops. International Wool Textile Organization. Technology & Standards Committee, Australia. 19 -p.
- McGregor, B.; P. Graafb, S. Hatcherc. 2016, abril. On-farm factors affecting physical quality of Merino wool. 1. Nutrition, reproduction, health and management. *Small Ruminant Research*, vol:(137). 12 p.
- Mimica, E. 2014. Incidencias de distintos factores sobre las principales características de la lana en ovinos de la región de Magallanes. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 54p.
- Mueller, J.P. 2003. Curso de Capacitación en Mejoramiento Genético de Ovinos. Cambio Rural. Asociación Argentina de Criadores de Merino. Sociedad Rural Tehuelches. INTA Esquel. 33 p.
- Mueller, J.P.; D. Sacchero, L. Duga. 2005. Interacción genotipo ambiente sobre la producción de ovinos de lana superfina en la Patagonia. 2. Calidad de lana. *Revista Argentina de Producción Animal*, 25: 143-152.
- Mueller, J.P. y G. Carlino. 2010. Efectos del nivel de alimentación sobre la producción de lana en dos líneas genéticas de ovinos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 30(2): 143-157.

Neimaur, K.; I. Sienra, R. Kremer, A. Sánchez, J. Urioste. 2015. Phenotypic associations between mean fiber diameter and its variability with other fleece characteristics in Corriedale. *Veterinaria* (Montevideo). Volumen 51, (200): 36-45p.

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2013. Mercado de la carne y lana ovina en Chile. Santiago, Chile: Ministerio de Agricultura. 362p.

Rast-Eicher A. y L. Bender. 2013. Sheep wool in Bronze Age and Iron Age Europe. *Journal of Archaeological Science*, 40 (2). 23 p.

Rivas W. 2007. Tipificación y caracterización del sector productor ovino de la VI a X Región de Chile. Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. 86 p.

Romero, O. 2015. Herramientas de Manejo Animal. Evaluación de la condición corporal y edad de los ovinos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Chile. 4p.

Sacchero, D. 2005. Utilización de medidas objetivas para determinar calidad en lanas. Memorias de VII curso de actualización ovina. INTA Bariloche, Argentina. 22p.

Sacchero, D. y J. Mueller. 2007, agosto. 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.

Sacchero, D.; P. Willems, y J.P. Mueller. 2010. Perfiles de diámetro de fibra en lanas preparto de ovejas merino. 1. Estudio comparativos de líneas genéticas. *Revista Argentina de Producción Animal*. 30(1): 31-42.

Sacchero, D.; P. Willems, y J.P. Mueller. 2011. Perfiles de diámetro de fibra en lanas preparto de ovejas merino. 2. Estudio comparativos de estados fisiológicos. *Revista Argentina de Producción Animal*. 31(1): 39-50.

Sienra, I.; K. Neimaur, A. Robledo, G. Infante, C. Pereira. 2015. Producción y características de la lana en ovejas Milchschaf productoras de leche. *Veterinaria* (Montevideo), 51(198).

Squella, F. y G. Castellaro. Evaluación de genotipos ovinos en el secano mediterráneo central de Chile. III. Aspectos de la lana. (pp. 169 – 70). En: Congreso Anual Sociedad Chilena de Producción Animal A.G. (33º, 29, 30 y 31 de octubre 2008, Pucón, Chile). Libro de Resúmenes. R. Chihuailaf; I. López; E. Martínez; R. Pulido y J.P. Smulders (Eds.). Valdivia, Chile: SOCHIPA. [262p.]

Standing Committee On Agriculture, Ruminants Subcommittee (SCA). 2007. Nutrient Requirement of Domesticated Ruminants. CSIRO Publications. Melbourne, Australia. 296p.

## ANEXOS

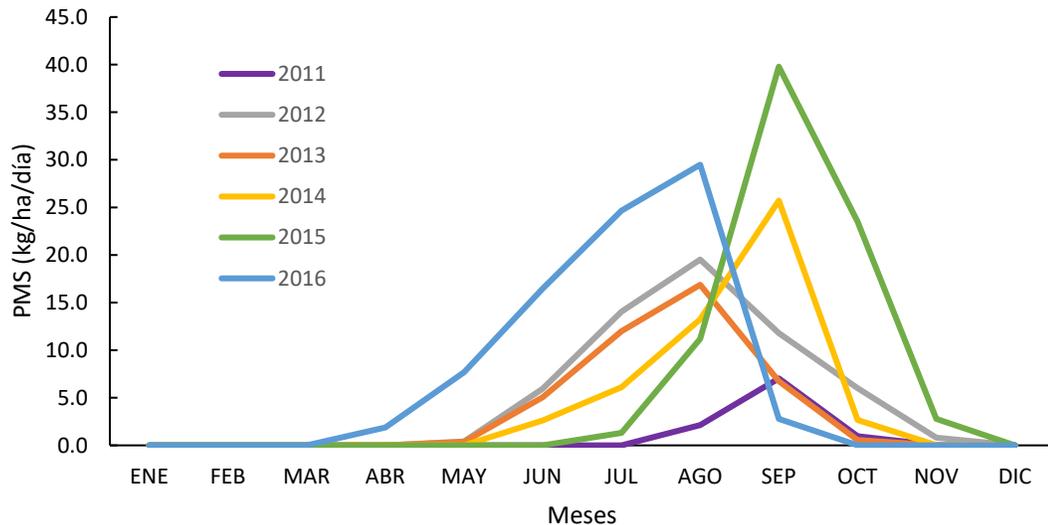
### ANEXO I

Se presentan las características que presentó la pradera para cada año de producción durante el transcurso del estudio.

**Cuadro 9.** Precipitación anual y producción de materia seca anual para el periodo comprendido entre 2011 a 2016.

Temporada	Precipitación anual (mm)	Producción anual de Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>
2011	98,3	406,0
2012	224,7	1625,0
2013	155,9	1330,5
2014	161,1	1540,1
2015	253,4	2205,0
2016	276,7	2448,5

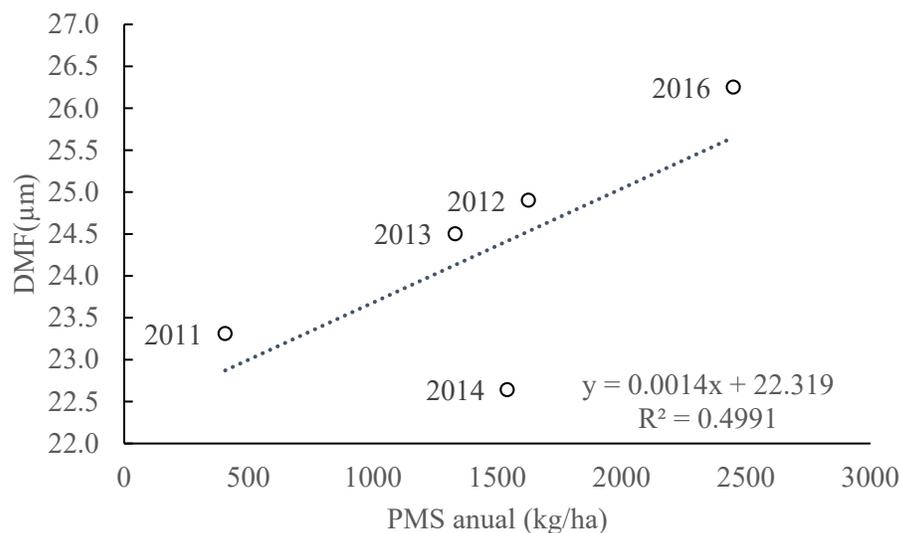
<sup>1</sup> Estimado en función d variables meteorológicas y modelo de simulación de crecimiento, fenología y balance hídrico de pastizales anuales de clima mediterráneo (Castellaro y Squella, 2006).



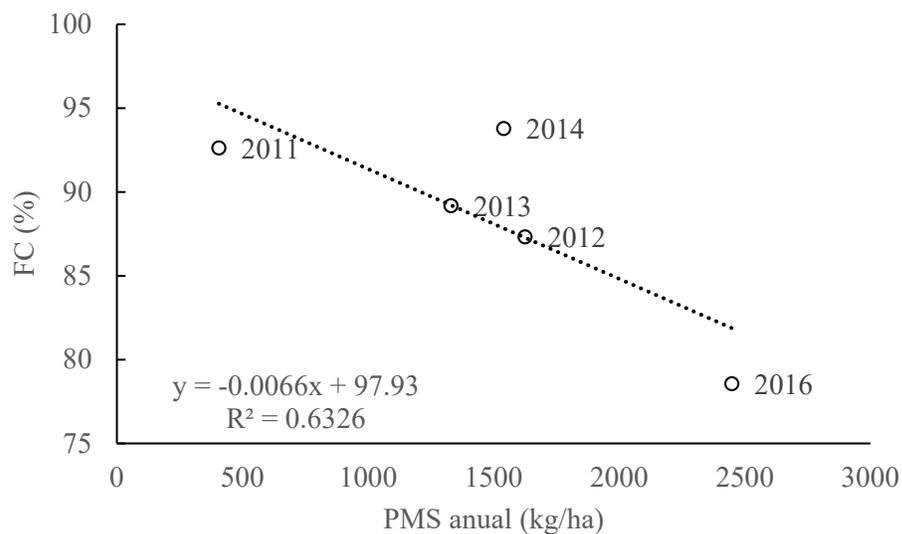
**Figura 10.** Distribución de producción de materia seca (kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) por mes en praderas de secano semiárido perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile (33°30' Lat. S.; 70°49' Long. O; 462 m.s.n.m.), para los años 2011-2016. Estimado en función d variables meteorológicas y modelo de simulación de crecimiento, fenología y balance hídrico de pastizales anuales de clima mediterráneo (Castellaro y Squella, 2006).

## ANEXO II

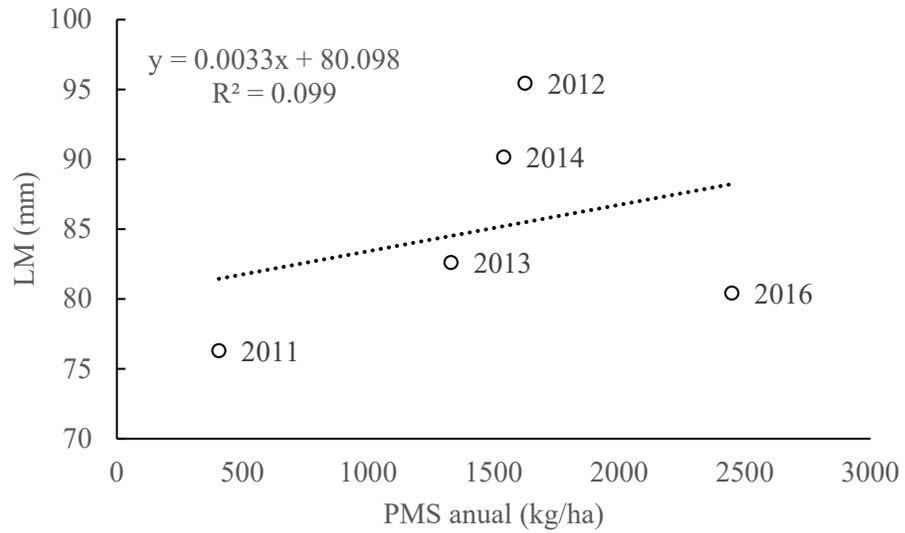
Comportamiento de las distintas características de calidad y producción de lana evaluadas en relación a la producción de materia seca para cada año de producción.



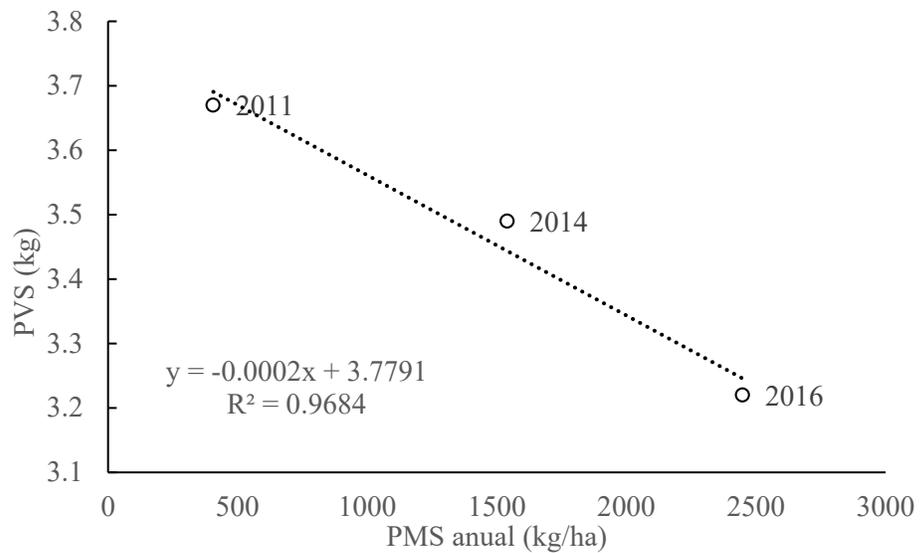
**Figura 11.** Relación entre la producción de materia seca anual y el diámetro medio de fibra para cada año de producción.



**Figura 12.** Relación entre la producción de materia seca anual y el Factor de confort para cada año de producción.



**Figura 13.** Relación entre la producción de materia seca anual y el Largo de mecha para cada año de producción.



**Figura 14.** Relación entre la producción de materia seca anual y el Peso del vellón sucio para cada año de producción.

### ANEXO III

Fórmulas utilizadas para corregir los valores fenotípicos que se emplearon en las correlaciones de las distintas características de calidad y producción de lana. Las variables utilizadas son las que resultaron estadísticamente significativa  $P < 0,05$  de acuerdo al modelo planteado.

#### **Diámetro medio de fibra (DMF) en lana sucia.**

$$Y = DMF_{ind} - (a_{MDF} * Edad_{ind} - a_{MDF} * Edad_{media}) - (b_{ind} - b_{media})$$

Y: DMF corregido por edad y año de producción.

DMF<sub>ind</sub>: DMF observado en cada borrega.

a<sub>MDF</sub>: Estimador del efecto de la edad sobre MDF.

Edad<sub>ind</sub>: Edad de cada borrega.

Edad<sub>media</sub>: Edad promedio del rebaño.

b<sub>ind</sub>: Estimador del efecto de año de producción sobre el DMF para cada borrega.

b<sub>media</sub>: Promedio de los efectos de año de producción sobre DMF.

### **Coefficiente de variación del diámetro (CVD).**

$$Y = CVD_{ind} - (a_{CVD} * Edad_{ind} - a_{CVD} * Edad_{media}) \\ - (c_{CVD} * PV.esq_{ind} - c_{CVD} * PVesq_{media})$$

Y: CVD corregido por edad y peso vivo a la esquila (PVesq).

CVD<sub>ind</sub>: CVD observado en cada borrega.

a<sub>CVD</sub>: Estimador del efecto de la edad sobre CVD.

Edad<sub>ind</sub>: Edad de cada borrega.

Edad<sub>media</sub>: Edad promedio del rebaño.

c<sub>CVD</sub>: Estimador del efecto Peso vivo a la esquila sobre CVD.

PVesq<sub>ind</sub>: Peso vivo a la esquila de cada borrega.

PVesq<sub>media</sub>: Peso vivo a la esquila promedio del rebaño.

### **Factor de Confort (FC).**

$$Y = FC_{ind} - (b_{ind} - b_{media})$$

Y: FC corregido por año de producción.

FC<sub>ind</sub>: FC observado en cada borrega.

b<sub>ind</sub>: Estimador del efecto de año de producción sobre el FC para cada borrega.

b<sub>media</sub>: Promedio de los efectos de año de producción sobre FC.

### **Largo de mecha (LM).**

$$Y = LM_{ind} - (a_{LM} * Edad_{ind} - a_{LM} * Edad_{media}) - (b_{ind} - b_{media})$$

Y: LM corregido por edad y año de producción.

LM<sub>ind</sub>: LM observado en cada borrega.

a<sub>LM</sub>: Estimador del efecto de la edad sobre LM.

Edad<sub>ind</sub>: Edad de cada borrega.

Edad<sub>media</sub>: Edad promedio del rebaño.

b<sub>ind</sub>: Estimador del efecto de año de producción sobre el LM para cada borrega.

b<sub>media</sub>: Promedio de los efectos de año de producción sobre LM.

### **Peso de vellón sucio (PVS).**

$$Y = PVS_{ind} - (a_{PVS} * Edad_{ind} - a_{PVS} * Edad_{media}) - (b_{ind} - b_{media}) - (d_{ind} - d_{media})$$

Y: PVS corregido por edad, año de producción y tipo de parto.

PVS<sub>ind</sub>: PVS observado en cada borrega.

a<sub>PVS</sub>: Estimador del efecto de la edad sobre LM.

Edad<sub>ind</sub>: Edad de cada borrega.

Edad<sub>media</sub>: Edad promedio del rebaño.

b<sub>ind</sub>: Estimador del efecto de año de producción sobre el PVS para cada borrega.

b<sub>media</sub>: Promedio de los efectos de año de producción sobre PVS.

d<sub>ind</sub>: Estimador del efecto tipo de parto sobre el PVS para cada borrega.

d<sub>media</sub>: Promedio de los efectos tipo de parto sobre PVS.