

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**INCIDENCIA DE DISTINTOS FACTORES SOBRE LAS PRINCIPALES
CARACTERÍSTICAS DE LA LANA EN OVINOS DE LA REGIÓN DE
MAGALLANES**

ESTEBAN DANILO MIMICA SILVA

SANTIAGO – CHILE

2014

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**INCIDENCIA DE DISTINTOS FACTORES SOBRE LAS PRINCIPALES
CARACTERÍSTICAS DE LA LANA EN OVINOS DE LA REGIÓN DE
MAGALLANES**

**INCIDENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE MAIN FEATURES OF SHEEP
WOOL AT THE MAGELLAN REGION**

ESTEBAN DANILO MIMICA SILVA

SANTIAGO – CHILE

2014

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**INCIDENCIA DE DISTINTOS FACTORES SOBRE LAS PRINCIPALES
CARACTERÍSTICAS DE LA LANA EN OVINOS DE LA REGIÓN DE
MAGALLANES**

Memoria para optar al título profesional de
Ingeniero Agrónomo.

ESTEBAN DANILO MIMICA SILVA

Profesores Guías	Calificaciones
Giorgio Castellaro G. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,5
Héctor Uribe M. Médico Veterinario, M.S. Ph. D.	6,0
Profesores Evaluadores	
Roberto Neira R. Ingeniero Agrónomo, M.S. Ph. D.	6,0
Nelson Díaz P. Profesor de Estado en Biología y Ciencia, Dr.	6,0
Colaborador	
Juan Carol García González Ingeniero Agrónomo	

SANTIAGO – CHILE
2014

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a todas las personas que me entregaron su apoyo en la confección de esta Memoria.

A los profesores Giorgio Castellaro y Héctor Uribe por instruirme y corregirme durante la realización de este trabajo.

Al señor Juan Carol García, Gerente de Consorcio Ovino S.A. (marzo 2008 – junio 2014), por su buena disposición al gestionar los datos que fueron objeto de estudio en esta Memoria.

En forma muy especial a mi familia, particularmente a mis padres que a pesar de la distancia se hicieron presentes mediante sus consejos y sustento durante mi formación como profesional.

Finalmente, a mi novia y amistades, que con su afecto, preocupación y ahínco me ayudaron a superar las dificultades.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Hipótesis	5
Objetivos.....	5
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
Descripción de las principales razas ovinas de aptitud lanera en Magallanes.....	6
Principales características que definen la calidad de la lana	8
Factores que influyen en la producción de lana	11
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Zona de estudio.....	14
Base de datos analizada.....	15
Análisis estadístico	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
Diámetro de la Fibra.....	18
Coeficiente de Variación del Diámetro de Fibra.....	23
Factor de Confort.....	27
Largo de Mecha.....	30
“Hauteur”	35
Análisis de Correlaciones	39
CONCLUSIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS	45

RESUMEN

En la Región de Magallanes, la actividad ganadera ovina es de suma importancia para la economía regional. Específicamente, la producción de lana, busca siempre alcanzar los mejores estándares de calidad. Bajo este contexto, este estudio tiene como objetivo determinar el efecto de los factores: raza, sexo, edad y año de producción sobre las características de la lana: Diámetro de fibra, Coeficiente de Variación del Diámetro de fibra, Factor de Confort, Largo de Mecha y “Hauteur”, que resultan ser altamente relevantes en cuanto a la apreciación de la calidad de la lana.

Se procedió a analizar estadísticamente, mediante un análisis de varianza utilizando un modelo lineal general, una base de datos compuesta por 9.567 muestras de lana, procesadas mediante el instrumento OFDA 2000, obtenidas de ovinos pertenecientes a distintas estancias de la Región de Magallanes (asociadas al Consorcio Ovino). Estos datos se dividieron de acuerdo a raza (Corriedale, MPM y 4M), sexo (macho y hembra), edad (juvenil y adulto) y año en que se obtuvo la muestra de lana (2009, 2010 y 2011).

Los resultados mostraron que el modelo utilizado para descomponer la varianza de las variables dependientes, resultó ser altamente significativo ($P < 0,01$). También todas las variables dependientes analizadas en este trabajo, más cada uno de los factores incluidos en el modelo como fuentes de variación, así como sus correspondientes interacciones de primer orden, resultaron ser estadísticamente significativas ($P < 0,01$).

Las fuentes de variación incluidas fueron especialmente relevantes para explicar la variabilidad del Diámetro de la fibra y Factor de Confort de la lana y todas las correlaciones calculadas resultaron altamente significativas ($P < 0,0001$). Entre estas se destaca la correlación negativa entre el Diámetro de la fibra y el Factor de Confort de la lana además de correlaciones positivas obtenidas entre “Hauteur” con el Largo de Mecha y el Diámetro.

Se concluye que todos los factores tuvieron un efecto sobre las variables analizadas, cuya magnitud se vio reflejada en diferencias estadísticamente significativas. Las razas Merino mostraron mayor estabilidad en sus resultados, año a año, que la raza Corriedale y dentro de ellos la raza 4M entregó los diámetros de fibra más bajos.

Palabras clave: Región de Magallanes, ovinos, características de lana, OFDA 2000, raza.

ABSTRACT

In the Magellan Region, the sheep industry is critical to the regional economy. Wool production always seeks to achieve the best quality standards. In this context, the current study aims to determine the effect of the factors: biotype, sex, age and year of production on the wool features: Fibre Diameter, Fibre Diameter Variation Coefficient, Comfort Factor, Staple Length and “Hauteur” which are highly relevant in terms of assessing the quality of the wool.

The method consisted in a statistical study, including a variance analysis using a general linear model, of a database composed of 9,567 samples of wool, processed by the OFDA 2000 instrument, obtained from different sheep ranches in the Magellan Region (all of them associated with the Consorcio Ovino). The data was divided according to biotype (Corriedale, MPM and 4M), sex (male and female), age (young and adult) and year in which the wool sample was obtained (2009, 2010 and 2011).

The results showed that the model used to decompose the variance of the dependent variables was highly significant ($P < 0.01$). Also all dependent variables analyzed in this paper, plus each of the factors included in the model as sources of variation, and their corresponding first order interactions, were statistically significant ($P < 0.01$).

The included variation sources were especially relevant to explain the variability of wool Diameter and Comfort Factor. Also all calculated correlations were highly significant ($P < 0.0001$). The negative correlation between wool Diameter and Comfort Factor and positive correlations between “Hauteur” with Staple Length and Diameter are particularly relevant.

It is concluded that all factors had an effect on the analyzed variables, whose magnitude was reflected in statistically significant differences. Merino biotypes showed more stable results from year to year than Corriedale and, within Merino biotypes, the 4M delivered lower fibre diameters.

Keywords: Magellan Region, sheep, main wool features, OFDA 2000, biotype.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años en la Región de Magallanes la actividad ganadera ovina ha representado un rubro importante para la economía regional, desde su introducción allá por 1877 desde las Islas Malvinas, fecha en que llegó la primera partida de ovejas hacia el territorio magallánico (Irrázaval, 1910). En un comienzo el bajo costo de la carne congelada llevó a la producción de lana a convertirse en la primera fuente de entradas del negocio ovino en la región. En aquellos tiempos se experimentó con distintas razas provenientes de países de Europa, como Inglaterra, además de otros como Australia. Gracias a estas iniciativas los productores llegaron a obtener una alta producción de lana, y con el conocimiento y experiencia de extranjeros especializados que ayudaron en la clasificación de vellones se logró tener una idea de la calidad del producto.

La raza Corriedale, animal de doble propósito (lana-carne), ha sido el más extendido en la zona, ya que ha presentado una muy buena adaptación a las estepas patagónicas además de poseer una lana de buenas características. Sin embargo, los tratados de libre comercio que logró establecer nuestro país con la Comunidad Económica Europea, que aumentaron la cuota de carne ovina de exportación, sumado a la baja demanda de la lana a fines de los años noventa, fomentó el cambio de rubro hacia la producción de carne, incluyéndose así en los planteles de las estancias a ovinos de razas con mayor aptitud carnicera, como Suffolk Down, Dorset y Texel (Astorquiza, 2003). Esto produjo una baja especialización dentro de ambos rubros, puesto que el negocio ovino se encontraba dividido. No fue hasta hace algunos años que un alza considerable en los precios internacionales de la lana, motivó nuevamente a los ganaderos a producir lana ovina, pero esta vez teniendo como objetivo alcanzar rangos de finura de mayor competitividad en el mercado.

En la actualidad existen en la región un total de 944.919 cabezas ovinas (INE, 2007), las cuales históricamente se explotan de forma extensiva, aprovechando así la extensa superficie de praderas de la región, las que ascienden a aproximadamente 1.248.754,13 ha (INE, 2007).

En Magallanes se ha trabajado con razas ovinas de buenas características laneras como son los Merinos; dentro de ellos se ha experimentado con Merinos Australianos, Dohne Merino, Poll Merino y Merinos multipropósito obteniendo buenos resultados (INIA, 2007).

Cuando se habla 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, 1996). También cabe destacar las propiedades físicas de la lana, las cuales no poseen una influencia

significativa en el precio de esta pero claramente están relacionadas con las características nombradas previamente. Dentro de ellas se mencionan: elasticidad, rigidez, brillo, propiedades fieltantes (capacidad de mezclarse de las fibras, de importancia en el proceso de “acabado”) y contenido de humedad (García, 1996). Para complementar esto, Mueller (2003), teniendo como finalidad el mejoramiento genético, separó en dos grupos los caracteres de importancia en la lana: aquellos relacionados con la cantidad y los relacionados con la calidad. En el primer grupo se encuentran el peso del vellón, el rendimiento al lavado y la altura media del top de lana, que es la materia prima para la confección de hilados. Mientras que en los relacionados con la calidad se mencionan al diámetro, el grado de contaminación, la resistencia a la tracción, el largo de mecha, el coeficiente de variación del Diámetro de fibras (de importancia en el hilado), el factor de confort (de relevancia en la comodidad de la prenda de vestir), el color y rizado, entre otras menos relevantes.

Para realizar mejoramiento genético es fundamental poder estimar la magnitud del efecto que producen los distintos factores que causan variabilidad en las características de la lana nombradas con anterioridad. Por lo anterior resulta importante la caracterización de la lana de distintas razas y cruza establecidas en la región, considerando como esta puede cambiar según la genética (Mueller, 2003), estado fisiológico (García, 1996), ambiente en que se desarrollan (Sacchero y Mueller, 2007), estacionalidad y alimentación proporcionada a los ovinos (García y Joustra, 1966).

En la actualidad el análisis de las características lanométricas con importancia económica se efectúa mediante el uso del instrumento conocido como OFDA 2000. El OFDA (“Optical based Fibre Diameter Analyser”), es un analizador electrónico cuya eficiencia es conocida a nivel mundial, puesto que efectúa análisis que entregan datos muy similares a los obtenidos con métodos tradicionales pero en menor tiempo. Además, tiene la ventaja de ser capaz de efectuar los análisis en mechales de lana sucia (Baxter, 2001).

En la Región de Magallanes, existe una base de datos con antecedentes lanométricos de diferentes razas ovinas (que se confeccionó utilizando el instrumento OFDA 2000), que resulta importante evaluar para cuantificar el efecto de diferentes factores que inciden en la calidad de la lana.

Hipótesis

Sobre la base de los antecedentes antes citados, el presente estudio plantea la siguiente hipótesis:

- La raza, sexo, edad y año de producción son factores que inciden directamente en el Diámetro de fibra, Coeficiente de Variación del Diámetro de fibra, Factor de Confort, Largo de Mecha y altura potencial del top (“Hauteur”) de la lana que producen los ovinos.

Objetivos

Dado lo anterior, fueron definidos los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de la raza sobre la variabilidad del Diámetro de la fibra y Largo de Mecha de la lana producida por ovinos representativos de la Región de Magallanes.
- Determinar el efecto de los factores no genéticos: sexo, edad y año de producción sobre la variabilidad de las principales características de la lana.
- Cuantificar la magnitud de las correlaciones entre las distintas variables estudiadas.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Descripción de las principales razas ovinas de aptitud lanera en Magallanes:

- Corriedale: raza de doble propósito que produce lana de 25 a 31 μm , peso de vellón de 4,5 kg, largo de mecha de 15 cm y rendimiento al lavado de 60%. Se originó en Nueva Zelanda, participando en su origen las razas Lincoln y Merino. Se utilizaron ovejas Merino seleccionadas, el grupo consistió de 4.000 hembras con 100 carneros Lincoln puros. Luego se continuó seleccionando y cruzando los ejemplares de la F1, entre sí, de la F2 entre sí, y así sucesivamente hasta la quinta generación, en que aparentemente se logró el tipo pretendido de animal, que consistía en un ovino más robusto que el Merino con mechass de lana más larga y manteniendo la calidad. Los nuevos animales tenían entonces la siguiente composición genética: 50% Merino y 50% Lincoln, fijado por selección y consanguinidad (Link, 1937).

Ovino de cabeza con frente ancha y corta, nariz ancha con mucosa de color negro. Frente, mejillas y nuca completamente pobladas de lana. Cuello corto y ancho con extremidades medianamente cortas cubiertas de lana hasta las pezuñas, estas últimas de color negro (Pérez, 2002).

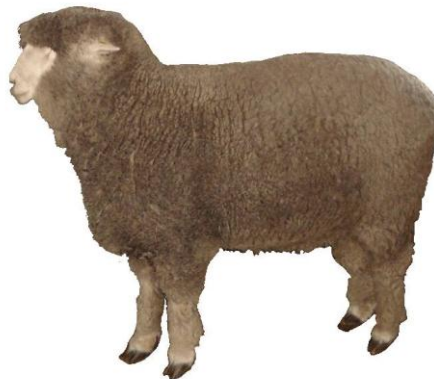


Figura 1. Raza Corriedale.

- Merino multipropósito (MPM): raza que produce lana de 18 a 21 μm (catalogada como fina), con peso de vellón de 3,5 a 4,3 kg en machos, largo de mecha de 7 a 13 cm y rendimiento al lavado de 30 a 50%. Única raza Merino sin arrugas. Originado en Australia donde fue desarrollado bajo un sistema de cría basado en la piel, aplicado a merinos, para luego incorporar genes de las razas Finnish Landrace y White Dorper, con la finalidad de aumentar fecundidad, rusticidad y obtener una mejor conformación. De acuerdo a Rogers (2006), al tener una piel más delgada, se produce una lana más fina, por un aumento en la densidad de los folículos secundarios.

Posee la cara descubierta. El morro sedoso, sin lana y sin “escarcha” es un indicador de suavidad del vellón y un diámetro menor de los folículos primarios.

Presenta orejas grandes y caídas, sin cobertura de lana. Posee un cuello largo. Las extremidades son fuertes, de longitud moderada, descubiertas de lana (descalzadas) terminadas en pezuñas blancas, sin vetas negras. (Watts y O’Connor, 2004, citado por Kusanovic, 2012).



Figura 2. Raza MPM.

- Marin Magellan Meat Merino (4M): raza doble propósito que produce lana de 16 a 21 μm . Originada en la región de Magallanes, a partir de cruzas entre ovejas Corriedale y carneros Merino traídos desde Australia. La selección de las ovejas Corriedale se basó principalmente en la estructura corporal, la aptitud carnícera de la canal en sus crías, además de escoger aquellas que tuvieran lana muy blanca, con un buen largo de mecha y lo que los expertos denominan “mucho carácter”, refiriéndose a la forma y estructura del rizo. Al año siguiente el proceso continuó con la revisión de 6.500 borregas, de las cuales se incorporaron al sistema tan sólo 149. Estas borregas, que provenían de una crusa Corriedale - Cormo, se seleccionaron bajo los mismos parámetros anteriores. Una vez obtenidos los F1 de estas cruas se fueron incorporando más carneros Merino para continuar el proceso (Álvarez, 2012).

La raza 4M posee una cabeza con boca ancha, de mordida pareja por lo que ambas mandíbulas presentan simetría. Perfil cóncavo (romano). Orificios nasales grandes. Sin cubierta de lana en la cara. El pelo que cubre la cara es delgado y sedoso. Un cuello grande y fuerte de buena movilidad, bien inserto en los hombros. No deberían existir pliegues sobre este. Hombros con forma de cuña. Las escápulas o paletas nacen más abajo de la

columna vertebral. Pecho ancho lo que da un buen espacio cardiaco. Cuartillas son de regular tamaño. Pezuñas bien espaciadas y no muy largas. Cuerpo largo con una línea dorsal recta y con pendiente que declina desde los hombros hacia el cuarto posterior (SAG, 2012).



Figura 3. Raza 4M.

Principales características que definen la calidad de la lana:

- Diámetro promedio de las fibras: el diámetro de la fibra es la principal característica de importancia al momento de evaluar el valor de la lana, puesto que cuando se fabrican telas para la confección de vestimenta, las más finas y por lo tanto más livianas, son de mayor valor. A menor diámetro de la fibra más fino se puede formar el hilado, lo que es de menor costo económico que al utilizar lanas gruesas.

El diámetro de la fibra se mide en micras (μm) ($1\text{mm} = 1.000 \mu\text{m}$). Debido a la variación existente, se expresa por el diámetro de fibra promedio. Los vellones pueden variar de 10 a 70 μm , siendo la menor en Merinos en que normalmente va de 10 a 30 μm , y la mayor en la lana “tipo alfombra” que lo hace de 10 a 70 μm y más (García, 1996).

El promedio de la finura de la fibra de lana se puede medir objetivamente mediante un lanómetro, que es un microscopio utilizado en laboratorio. También se puede determinar por el método llamado “air flow”, el que se basa en la resistencia que opone un mismo peso de lana a la pasada de una corriente de aire. El diámetro de la fibra puede ser determinado mediante un sistema electrónico: OFDA 2000.

La finura promedio de la lana se puede estimar subjetivamente a partir de una apreciación visual fundamentalmente basada en la frecuencia de ondulaciones. Este tipo de estimación

entrega información pobre. Además, cuando la finura se estima subjetivamente, se la expresa en escalas arbitrarias que no se corresponden matemáticamente con escala objetiva alguna (Rodríguez, 1998).

- Longitud o Largo de Mecha: Se entiende por longitud de mecha al crecimiento que experimenta la lana durante un año, desde una esquila a otra. El crecimiento de un haz de fibras en ese mismo período es lo que se denomina largo de mecha, que dependerá de la velocidad con la que se produzcan los bulbos pilosos por proliferación celular (García, 1996).

La longitud de la lana es de suma importancia al momento de clasificarla ya sea para “peinado” o “cardado”, cuando se quieren manufacturar elementos. 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).

El Cuadro 1 muestra los valores para lanas de origen merino, donde un largo mayor a 8,5cm se considera excelente (Elvira y Jacob, 2004).

Cuadro 1. Valores referenciales de Largo de Mecha en lana merino.

	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
	(mm)			
Largo de Mecha	<75	75 a 80	80 a 85	>85

Fuente: Elvira y Jacob (2004)

- Ondulaciones o rizos: Las ondulaciones o rizos están constituidas por una serie de retracciones, concavidades y convexidades de las distintas hebras que forman una mecha de lana. Las ondas o rizos varían de amplitud o forma según la raza del animal al que pertenece la lana habiendo de esta forma lanas con rizos con mayor nitidez, a las que se les denomina lanas con “carácter”.

El rizado también se ha utilizado para determinar los grados de finura de la lana debido a la rapidez que tiene su establecimiento, aunque la correlación entre ambas características no es alta (García, 1996).

- Resistencia: Se denomina resistencia, a la fuerza requerida para romper una fibra o un grupo de ellas. Se habla de resistencia a la tracción, cuando la fuerza requerida para el rompimiento de la fibra es calculada por unidad de superficie de fibra, se mide en newtons/kilotex.

- Color: la lana del ovino de por sí es blanca, pero el grado de blancura varía considerablemente. Al apreciarse el color, se debe establecer la diferencia entre el color real

de la fibra y el color aparente determinado por el tono de las secreciones cutáneas y suciedad presente.

- “Hauteur”: es la altura media del top de lana (Hm o “Hauteur”), que viene a ser la materia prima básica para la fabricación de hilados (Figura 1). Representa el largo medio de las fibras de la lana en la cinta peinada. El Hm es determinante para la obtención de un tipo y calidad de hilado, además de ser un factor absolutamente importante en determinar el precio final de la lana peinada.



Figura 4. Top de lana peinada.

En el Cuadro 2 se presentan valores de referencia de la altura media del top. El precio de un top es castigado si el Hm es menor a 60 mm. Sin embargo, por encima de ese valor crítico, el mismo se mantiene relativamente estable cobrando importancia el Coeficiente de Variación de la Altura (CV Hm) (Whiteley 2003, citado por Polanco, 2005).

Cuadro 2. Valores referenciales de “Hauteur” en lana merino peinada.

	Regular	Buena	Muy Buena	Excelente
	(mm)			
“Hauteur”	<60	60 a 65	65 a 72	>72

Fuente: Elvira y Jacob (2004)

- Coeficiente de Variación del Diámetro de la fibra: Es la desviación estándar expresada como un porcentaje del diámetro promedio de las fibras y entrega una medida de la variación del diámetro. Esta característica no es usada en transacciones comerciales, pero su valor económico puede ser inferido a través de su equivalencia matemática con finura para el hilado. Un 5% de coeficiente de variación del diámetro de la fibra equivale a 1 μm . Es decir, una lana de 19 μm con un coeficiente de variación del 20% tiene la misma performance de hilado que una lana de 20 μm con un coeficiente de variación del 15%. Esta relación se debe a que lanas de diámetro de fibra heterogéneo requieren mayor número

de fibras para alcanzar igual resistencia y uniformidad (Mueller, 2002). De esta manera, esta característica entrega además una idea clara de cuan resistente será la lana.

- Factor de Confort: se entiende por factor de confort al porcentaje de fibras menores a 30 μm que se encuentran en la lana. Esta variable es de suma importancia al momento de la elaboración de una prenda, puesto que entrega una idea de la comodidad de estas. Se aprecia al tacto, subjetivamente. Una mayor variabilidad del diámetro de las fibras generalmente se traduce en una sensación de mayor aspereza. Sin embargo no hay escalas ni normas internacionales establecidas para determinar suavidad o aspereza (Rodríguez, 1998).

Durante los últimos años hubo interés en el factor de confort (FC). Las investigaciones demostraron que no solo una excesiva cantidad de fibras mayores a 30 μm era importante, sino que también lo era el Diámetro de los extremos de las fibras. El prurito (picazón) que pueden causar los tejidos, se debe a que los extremos de las fibras sobresalen desde la superficie de los hilos. Si esas fibras son relativamente gruesas, son también menos flexibles y cuando entran en contacto directo con la piel, provocan una sensación de prurito. Sin embargo, si los extremos de esas fibras son más delgados y por lo tanto más flexibles, es menos probable que provoquen prurito.

Factores que influyen en la producción de lana:

- Raza: cada raza ovina tiene un rango distinto de diámetro de la fibra y largo en el cual fluctúa su lana. Tanto el largo como el grosor son de alta heredabilidad. El promedio y coeficiente de variación del diámetro de la fibra están determinados generalmente por el genotipo del animal, el cual fija el tamaño y capacidad de síntesis del folículo lanoso. La relación entre folículos secundarios y primarios, conocida también como relación S/P, es distinta entre razas. Las razas Merino tienen una relación típica S/P de 20. Esto significa que por cada folículo primario hay 20 secundarios. En Corriedale es de 11 y en Romney de 6. La eficiencia de conversión de nutrientes al momento de producir lana, estaría también controlada por factores genéticos (Elvira, 2009).

- Edad: el animal presenta en los primeros meses de vida una finura irreal, por lo que en la primera esquila su diámetro de fibra del vellón será más fino que el resto del piño, siempre y cuando los animales se encuentren en condiciones normales. A partir de la segunda esquila, es decir en la adultez, se presenta la finura real que lo acompañará por los próximos 4 a 5 años. En la siguiente etapa el ovino pasará a tener “lana vieja” que se caracteriza por volverse más fina pero al mismo tiempo disminuye considerablemente el largo de mecha (Díaz, 2010).

Durante los primeros años de vida del ovino, el largo de mecha es mayor, la velocidad de crecimiento de la fibra disminuye a medida que avanzan los años. La reducción en el crecimiento de la lana con la edad puede estar relacionada a un cambio en el patrón de la ingesta de alimento y dieta seleccionada (Khan *et al.*, 2012).

- Sexo: Los machos presentan un mayor grosor de lana que las hembras, teniendo en cuenta siempre de que se esté tratando con la misma raza, igual tipo de alimentación y similares condiciones climáticas (García, 1996). Machos enteros producen lana más gruesa que hembras y capones. Esto es consecuencia del efecto de las hormonas masculinas, ya que en los carneros la testosterona es muy relevante. Además los machos enteros poseen una superficie corporal mucho mayor, lo que de por sí los lleva a producir una mayor cantidad de lana.

- Clima: El clima afecta la nutrición del animal y por ende su salud, lo que además conlleva una variación del largo de las fibras de su lana. En estudios realizados en borregas de Nueva Zelanda se encontró un 23% de mayor producción durante la primavera, mientras que en el otoño se constató una disminución del crecimiento entre 5 a 15% por efectos de una mala alimentación. Los agentes climáticos (sol y lluvia) son los principales causantes de variaciones.

El factor clima va de la mano con la estación del año. De esta manera, la temperatura presente en distintas épocas del año, más la diferencia en la cantidad de horas luz durante el día, causan diferentes ritmos de crecimiento de la lana.

El diámetro de la fibra es mayor durante el verano, disminuyendo en el otoño para tener un valor mínimo durante el invierno.

Bottomley (2001), citado por Khan *et al.* (2012) indica que el crecimiento de la lana, en especial el largo de esta, se retarda por el efecto de bajas temperaturas. Este efecto puede estar relacionado a un menor flujo sanguíneo hacia la piel y por lo tanto una disminución en la velocidad del metabolismo de nutrientes. De esta manera si en climas templados y fríos ocurren alzas por sobre el promedio de la temperatura habitual de la zona, existe un aumento en la velocidad de crecimiento de la lana (García y Joustra, 1966).

- Alimentación: una alimentación balanceada y abundante estimula el crecimiento de lana, mientras que períodos de restricción alimenticia, hacen que esta se acorte y disminuya su Diámetro de fibra (García, 1996).

En explotaciones de tipo extensiva (como sucede en la Región de Magallanes), los animales se manejan en libre pastoreo, donde la alimentación está totalmente condicionada por el clima y la estación del año. De esta forma los distintos factores climáticos controlan la

magnitud del crecimiento y por ende la disponibilidad de forraje presente en las praderas.

- Sanidad: La lana de animales que fueron afectados por enfermedades tendrá puntas quebradizas, diámetro de fibra irregular y sin resistencia. En general las enfermedades provocan una disminución en el apetito por lo cual la lana crece menos y su calidad disminuye.

Infestaciones de parásitos pueden reducir considerablemente el crecimiento de la lana, en especial en ovinos manejados en forma extensiva. Los efectos son mayores en animales juveniles, donde la reducción en su producción de lana puede llegar hasta el 60% (De Bersaques, 1999, citado por Khan *et al.*, 2012).

- Estado fisiológico: el último tercio de gestación y el comienzo de las lactancias (primeros 2 meses) son cruciales, durante ellos existe una clara disminución del crecimiento de la lana. La preñez en sí, no produce una disminución del crecimiento, pero sí la lactancia (García, 1996).

El crecimiento de la lana está asociado con la actividad metabólica del ovino. La tiroxina estimula el crecimiento de la lana al mejorar el metabolismo aumentando el apetito y disminuyendo el almacenamiento de proteína en los tejidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El lugar de estudio fue la Región de Magallanes, cuyas comunas son San Gregorio, Río Verde, Laguna Blanca y Punta Arenas.

La región de Magallanes tiene una superficie total de 132.033,5 km² contando con 1.248.754,13 ha de pradera.

De acuerdo a la clasificación de Köppen, el clima de la región se divide en: Clima de Estepa Fría; Clima Transandino con Degeneración Esteparia; Clima Templado Frío con Gran Humedad; Clima de Tundra Isotérmico y Clima de Hielo por Efecto de Altura. Dentro de estos climas no existe un límite bien definido que diferencie uno del otro, de manera que existen zona de transición entre estos, dando origen a un sin número de microclimas intermedios. Esto se aprecia con claridad en el sector de la ciudad de Punta Arenas, ubicada en un área de transición entre los tipos: Clima Transandino con Degeneración Esteparia y el Clima de Estepa Frío (Zamora y Santana, 1979).

La pluviometría es variable pero se puede hablar de un promedio de 375 mm anuales. La temperatura varía entre los 0 y 10°C.

La ganadería en la región se sustenta en base a praderas cuya producción fluctúa entre los 350 y 850 kg ha⁻¹ año⁻¹ de materia seca (INIA, 2001), compuesta de forrajes toscos donde predomina el coirón (*Festuca gracillima*). La carga animal anual promedio en la región es de 0,75 ovinos ha⁻¹ (INE, 2007).

Estancias asociadas al Consorcio Ovino fueron el objeto de estudio del presente trabajo, tomando muestras de ovinos pertenecientes a sus rebaños.

El Consorcio Ovino es una sociedad creada el año 2007, formando parte de los consorcios tecnológicos empresariales agropecuarios que cofinancia la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), con recursos del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC). Integrado por las principales empresas del sector ovino nacional, como Carnes Ñuble, Agro Ñuble, Mafrisur, Frima, Tattersall y Agromarin, y el Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA). Su principal objetivo es desarrollar sistemas de producción que en un plazo de cinco años permitan aumentar la productividad de la ganadería ovina de la región.

Base de datos analizada

Estuvo constituida por la información proporcionada por productores de la región de Magallanes, los cuales enviaron muestras de lana de ovinos de sus estancias, para determinar sus principales características. De la base de datos así obtenida (propiedad del Consorcio Ovino), se seleccionaron las razas más representativas de la región:

- Corriedale
- Marin Magellan Meat Merino (4M)
- Merino Multipropósito (MPM)

Un total de 9.567 muestras de lana fueron analizadas. De estas, 1.448 pertenecen a la categoría “adultos”, provenientes de 552 ovejas (hembras de 2 o más años) y 896 carneros (machos de 2 o más años). En la categoría “juveniles” el número de muestras de lanas alcanzó las 8.119, dentro de los cuales hay borregas y carnerillos (hembras y machos de aproximadamente 18 meses de edad) más corderas y corderos (ovinos de alrededor de un año de vida) en proporciones mayormente equivalentes.

El análisis lanimétrico se llevó a cabo utilizando el instrumento electrónico OFDA 2000 cuyas siglas en español significan Analizador Óptico del Diámetro de Fibra. Algunas de las principales medidas de lana sucia de las que provee el OFDA 2000 son: Diámetro de la fibra (en un rango de 4 a 300 μm), Coeficiente de Variación del Diámetro de la fibra, porcentaje de fibras menores a 30 μm , porcentaje de fibras menores a 15 μm y Largo de Mecha, entre otras (BSC Electronics, 2008). La información lanimétrica para este estudio incluyó las variables: Diámetro, Coeficiente de Variación del Diámetro, Factor de Confort, Largo de Mecha y “Hauteur”, las cuales fueron procesadas mediante este instrumento.

Gracias a la ventaja que entrega OFDA 2000, de poder tomar mediciones en mechales de lana sucia, las muestras de los distintos animales que componen la base de datos fueron extraídas en terreno, sin la necesidad de posteriormente ser lavadas y siguiendo el protocolo correspondiente informado por el Consorcio Ovino (Consorcio Ovino S.A., 2009).

Variables analizadas

Las variables analizadas fueron:

- Diámetro de la fibra (μm)
- Coeficiente de Variación del Diámetro de la fibra (%)
- Factor de Confort (%)
- Largo de Mecha (mm)
- “Hauteur” (mm)

Fuentes de variación:

- Raza
- Sexo
- Edad
- Año en que se obtuvo la muestra de lana.

Análisis estadístico

Los pasos previos que se siguieron:

- Tabulación de los datos y ordenamiento.
- Depuración de la base de datos, con el fin de eliminar datos fuera de rango de acuerdo a los siguientes criterios: Largos de Mecha menores a 60 mm; datos de “Hauteur” menores a 36,13 mm y mayores a 104 mm; y Coeficientes de Variación del Diámetro de la fibra menores a 3,9, ya que en esta variable estos datos en la escala transformada representaban datos atípicos.

Los datos fueron analizados utilizando el siguiente modelo lineal general:

$$y_{ijklm} = \mu + R_i + S_j + E_k + A_l + (int) + e_{ijklm}$$

Donde:

y_{ijklm} = es una observación en una de las 5 variables analizadas

μ = promedio general

R_i = efecto fijo de la raza ($i = 1; 2; 3$)

S_j = efecto fijo del sexo ($j = 1; 2$)

E_k = efecto fijo de la edad ($k = 1; 2$)

A_l = efecto fijo del año ($l = 1; 2; 3$)

(int) = interacción entre los factores significativos

e_{ijklm} = efecto residual aleatorio asociado a la $ijklm$ -ésima observación. Se asumió que este sigue una distribución normal con un promedio igual a cero y una varianza.

El análisis estadístico se realizó ocupando el programa SAS (Statistical Analysis System®). Del modelo se obtuvieron promedios mínimos cuadrados asociados a los factores analizados. En el caso de los porcentajes, se utilizó una transformación a arco seno (Snedecor y Cochran, 1989). Las diferencias entre los promedios de los niveles asociados a los factores fijos del modelo, fueron evaluadas mediante un Test de “t de Student”, con un grado de significancia de 5%

Como complemento del análisis anterior se calcularon correlaciones simples (Pearson) entre las variables analizadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo estadístico utilizado para descomponer la varianza de las variables dependientes, resultó ser altamente significativo ($P < 0,01$). En el caso de la variable Diámetro de la fibra, el modelo explicó un 74,1% de la variabilidad, mientras que para el Coeficiente de Variación del Diámetro de la fibra, este porcentaje de explicación fue de 23,8%. La variabilidad observada en el Factor de Confort fue explicada en un 73,9%, en tanto que para las variables Largo de Mecha y “Hauteur”, los porcentajes de la variabilidad explicada por el modelo fueron de 24,5% y 48,1%, respectivamente (Anexos 1 al 5).

Cabe destacar que, en todas las variables dependientes analizadas en este trabajo, cada uno de los factores incluidos en el modelo como fuentes de variación, así como sus correspondientes interacciones de primer orden, resultaron ser estadísticamente significativas ($P < 0,01$) (Anexos 1 al 5).

Diámetro de la Fibra

En el Cuadro 3, se presenta los valores promedios mínimos cuadrados correspondientes a la variable diámetro de la fibra en lana obtenida en ovinos 4M, MPM y Corriedale, durante las tres temporadas analizadas, de acuerdo a la edad y sexo de los animales.

Cuadro 3. Promedios mínimos cuadrados del Diámetro de la fibra (μm) obtenidos en ovinos 4M, MPM y Corriedale, durante tres temporadas (2009; 2010 y 2011), de acuerdo a la edad y sexo de los animales.

Sexo	Edad	
	Juveniles	Adultos
Machos	23,11 \pm 0,11 ^{aA} (n=4.584)	20,68 \pm 0,14 ^{bA} (n=896)
Hembras	22,66 \pm 0,10 ^{aB} (n=3.535)	23,88 \pm 0,17 ^{bB} (n=552)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

En animales juveniles, se obtuvo un mayor diámetro de la fibra en machos con respecto de las hembras, diferencia que a pesar de ser pequeña, fue estadísticamente significativa

($P < 0,05$), este comportamiento concuerda con la literatura, la cual menciona mayor grosor de la lana en el sexo masculino (García, 1996). Sin embargo, en animales adultos, la diferencia de diámetro de la fibra entre sexos dio como superior a las hembras, siendo esta diferencia de mayor magnitud y también significativa ($P < 0,05$). Lo anterior podría ser atribuido a que en el estudio se contó con una mayor cantidad de datos pertenecientes a hembras juveniles que aún no sufrían los efectos de cambios fisiológicos que disminuyen el diámetro de la fibra.

Dentro de los machos, el diámetro de la fibra resultó ser mayor en animales juveniles, lo que pudo deberse a que aproximadamente un 95% de la categoría machos adultos estuvo compuesta por razas Merino, que se caracterizan por poseer una lana de menor diámetro.

En el Cuadro 4 se entregan los promedios mínimos cuadrados del diámetro de la fibra medido en ovinos de las razas 4M, MPM y Corriedale, durante los años 2009; 2010 y 2011, agrupados por sexo.

Cuadro 4. Promedios mínimos cuadrados del Diámetro de la fibra (μm) obtenidos en ovinos 4M, MPM y Corriedale diferenciados por sexo.

Sexo	Raza		
	4M	MPM	Corriedale
Machos	18,90 \pm 0,10 ^{aA} (n=4.935)	23,45 \pm 0,16 ^{bA} (n=432)	23,35 \pm 0,31 ^{cA} (n=113)
Hembras	20,58 \pm 0,18 ^{aB} (n=3.265)	21,68 \pm 0,12 ^{bB} (n=393)	27,56 \pm 0,22 ^{cB} (n=429)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

Como se ve en el Cuadro 4, la raza 4M, fue quien presentó los diámetros de fibra promedio más bajos, existiendo una diferencia significativa entre machos y hembras ($P < 0,05$), siendo los machos los de menor diámetro. La misma situación se ve presente en animales de la raza Corriedale. Por otro lado los ovinos MPM mostraron resultados de acuerdo a lo esperado, teniendo menor diámetro de la fibra las hembras ($P < 0,05$).

El factor raza tiene una influencia marcada, ya que tanto hembras como machos de la raza 4M tuvieron significativamente menores diámetros de fibra ($P < 0,05$) frente a los animales MPM y Corriedale.

En el Cuadro 5 se aprecia que existieron diferencias significativas entre los promedios mínimo cuadrados de diámetro de la fibra en lana producida por machos y hembras dentro de cada año de producción ($P < 0,05$). Fueron los machos, con excepción del año 2010, los

que entregaron los menores resultados. Las hembras en el año 2010 se vieron afectadas por características climáticas más estresantes que en 2009 y 2011; hubo menores temperaturas promedio durante el verano (enero y febrero) y mayor cantidad de viento, en especial durante primavera y verano (Butorovic, 2011).

Cuadro 5. Promedios mínimos cuadrados del Diámetro de la fibra (μm) para machos y hembras de razas 4M, MPM y Corriedale dentro de los distintos años de producción.

Sexo	Año		
	2009	2010	2011
Machos	20,93 \pm 0,22 ^{aA} (n=1.423)	23,69 \pm 0,19 ^{bA} (n=99)	21,08 \pm 0,07 ^{cA} (n=3.958)
Hembras	24,22 \pm 0,09 ^{aB} (n=457)	22,98 \pm 0,10 ^{bB} (n=1.117)	22,63 \pm 0,23 ^{cB} (n=2.513)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

En el Cuadro 6 se ve nuevamente la importancia del factor raza, de acuerdo a los promedios mínimos cuadrados, en los diámetros de fibra obtenidos de la lana producida. Las razas merino 4M y MPM al ser de lana fina muestran valores inferiores tanto en animales juveniles como en adultos al ser comparados con la raza Corriedale ($P < 0,05$). No hubo diferencias atribuidas a la edad dentro de los ovinos 4M ($P > 0,05$), lo cual implicaría lanas más homogéneas en esta raza.

Cuadro 6. Promedios mínimos cuadrados del Diámetro de la fibra (μm) para razas 4M, MPM y Corriedale divididos por edad en animales juveniles (corderos, corderas, carnerillos y borregas) y adultos (carneros y ovejas).

Edad	Raza		
	4M	MPM	Corriedale
Juveniles	19,91 \pm 0,06 ^{aA} (n=7.687)	23,69 \pm 0,18 ^{bA} (n=240)	25,08 \pm 0,11 ^{cA} (n=192)
Adultos	19,57 \pm 0,23 ^{aA} (n=513)	21,44 \pm 0,12 ^{bB} (n=585)	25,84 \pm 0,13 ^{cB} (n=350)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

El Cuadro 7 muestra los promedios mínimos cuadrados del diámetro de la fibra de animales de las razas 4M, MPM y Corriedale divididos por edad y temporadas analizadas.

Cuadro 7. Promedios mínimos cuadrados del Diámetro de la fibra (μm) de ovinos 4M, MPM y Corriedale agrupados por edad, juveniles (carnerillos, borregas, corderos y corderas) y adultos (carneros y ovejas) conforme su año de producción.

Edad	Año		
	2009	2010	2011
Juveniles	21,10 \pm 0,11 ^{aA} (n=1.200)	24,04 \pm 0,16 ^{bA} (n=882)	23,54 \pm 0,21 ^{cA} (n=6.037)
Adultos	24,05 \pm 0,11 ^{aB} (n=680)	22,63 \pm 0,16 ^{bB} (n=334)	20,17 \pm 0,28 ^{cB} (n=434)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

La finura de la lana en animales adultos fue influenciada por el año en la que esta se produjo. Lo mismo se observa en animales juveniles, existiendo diferencias significativas entre ellos ($P < 0,05$). La menor media mínimo cuadrada de diámetro de la fibra la entregaron los ovinos adultos en el año 2011. Ese año la cantidad de nieve caída en la región fue mayor, destacando en relación a otros años el mes de julio con 34,6 cm de nieve, que representa un record histórico para aquel mes (Butorovic, 2012), factor que pudo influenciar la producción de una lana más fina al ser un invierno más duro para las ovejas víctimas de una dificultad más elevada al momento de obtener su alimento desde la pradera.

Los resultados en el Cuadro 8 muestran una tendencia dentro de las razas MPM y 4M a mejorar la finura de la lana que producen. Se destaca en la raza 4M como se ha ido seleccionando a favor de menor diámetro de la fibra. Llama la atención como el promedio mínimo cuadrado del año 2010 fue mayor que el de 2009 ($P < 0,05$) para luego bajar durante el año 2011, alcanzando un diámetro de fibra que se catalogaría como superfina (Mueller *et al.*, 2005). Dentro de los ovinos MPM, no hubo diferencia significativa en los años 2009 y 2010 ($P > 0,05$), el promedio si registró mayor finura en el año 2011 ($P < 0,05$). La raza Corriedale aumentó el grosor de su lana de año a año.

Cuadro 8. Promedios mínimos cuadrados del Diámetro de la fibra (μm) de ovinos 4M, MPM y Corriedale según el año de producción.

Raza	Año		
	2009	2010	2011
4M	21,60 \pm 0,12 ^{aA} (n=1.388)	21,90 \pm 0,11 ^{bA} (n=826)	15,73 \pm 0,25 ^{cA} (n=5.986)
MPM	22,73 \pm 0,09 ^{aB} (n=356)	22,82 \pm 0,25 ^{aB} (n=68)	22,15 \pm 0,24 ^{bB} (n=401)
Corriedale	23,39 \pm 0,34 ^{aC} (n=136)	25,29 \pm 0,16 ^{bC} (n=322)	27,69 \pm 0,33 ^{cC} (n=84)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

La raza fue el factor que provocó el mayor efecto sobre los resultados dentro de la variable Diámetro de fibra, ya que se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los promedios mínimos cuadrados de la lana perteneciente a ovinos 4M, MPM y Corriedale, donde el diámetro de fibra de la raza 4M se mostró considerablemente menor al de Corriedale y MPM, independiente de la edad o sexo al que pertenecieran los animales (cuadros 4 y 6). Esto se puede deber a que la relación folicular en la piel de los ovinos, definida como el cociente entre el número de folículos secundarios y primarios, es un carácter muy asociado a la raza. La competencia folicular por los nutrientes en las razas Merino (relación folicular de 22 a 25), como son los 4M y MPM, determina que posean lana fina, al contrario de lo que ocurre en las razas de lana larga, donde la relación folicular es mucho menor (de 3 a 6) (Buxadé, 1996). De acuerdo a lo anterior se podría esperar encontrar diámetros menores en las razas 4M y MPM que en Corriedale pero cabe destacar además la diferencia significativa que se presentó entre los promedios de ambas razas Merino.

El diámetro de la fibra es una característica de alta heredabilidad (Mueller, 2002), siendo la raza 4M obtenida tras 25 años de importación genética y cruzamiento absorbente de Corriedale con Merino Australiano en la región de Magallanes, donde la selección aplicada fue realizada favoreciendo una lana blanca y fina (de la Barra, 2011, citado por Álvarez, 2012).

Resultados fuera de lo esperado se encontraron en cuanto a la influencia del sexo y la edad sobre el diámetro de fibra. La literatura siempre ha dejado en claro que las hembras poseen una lana de mayor finura que los machos, ya que la producción de estos últimos se ve muy influenciada por las hormonas masculinas que hacen que posean en promedio un diámetro de fibra de 1 a 3 μm mayor que las hembras (García, 1996). Por otro lado, las ovejas tienen

una lana más fina, desuniforme y quebradiza que el resto de la majada, debido a los efectos negativos sobre el crecimiento de la lana que tienen las etapas fisiológicas de gestación y lactancia. En este estudio, la mayoría de los datos fueron obtenidos de hembras juveniles (corderas y borregas), que no sufren el estrés nutricional de la gestación tardía y la lactancia.

Buxadé (1996), revela una baja influencia del sexo sobre el diámetro de la fibra, por lo que se podría dar a entender que la raza influyó fuertemente en los resultados, consideración que se aprecia ampliamente. Por otro lado, los machos estudiados fueron en su mayoría carnerillos seleccionados, que de acuerdo a Díaz (2010), entre los 4 meses y el primer año de vida presentan un Diámetro de fibra que no es el reflejo de su promedio y sólo en la segunda esquila (ya en adultez) se puede apreciar el verdadero diámetro de la fibra en su lana.

Coeficiente de Variación del Diámetro de la fibra

En el Cuadro 9, se entregan los resultados de los promedios mínimos cuadrados del coeficiente de variación del diámetro de la fibra en lana obtenida en ovinos 4M, MPM y Corriedale de acuerdo a la edad y sexo de los animales.

Cuadro 9. Promedios mínimos cuadrados del Coeficiente de Variación del Diámetro de la fibra (%) obtenida en ovinos 4M, MPM y Corriedale de acuerdo a la edad y sexo de los animales.

Sexo	Edad	
	Juveniles	Adultos
Machos	19,60±0,14 ^{aA} (n=4.584)	19,38±0,18 ^{aA} (n=896)
Hembras	19,67±0,12 ^{aA} (n=3.535)	22,30±0,22 ^{bB} (n=552)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

El cuadro anterior muestra que no hubo diferencia significativa entre los promedios de coeficientes de variación del diámetro de la fibra en ovinos juveniles, sin importar el sexo. Al mismo tiempo, estos no mostraron diferencia con el promedio de los machos adultos (P>0,05). Hubo una mayor variación en el diámetro de la fibra de las hembras adultas con un promedio mínimo cuadrado de 22,30% (P<0,05). Las ovejas producen la lana más

desuniforme debido a los cambios metabólicos que sufren durante sus distintos estados fisiológicos.

El Cuadro 10 presenta los promedios mínimos cuadrados del coeficiente de variación del diámetro de la fibra de lana de las tres razas estudiadas, durante las temporadas 2009, 2010 y 2011, agrupados según sexo.

Cuadro 10. Promedios mínimos cuadrados del Coeficiente de Variación del Diámetro de la fibra (%) obtenida de ovinos 4M, MPM y Corriedale diferenciados por sexo.

Sexo	Raza		
	4M	MPM	Corriedale
Machos	19,68±0,13 ^{aA} (n=4.935)	20,51±0,21 ^{bA} (n=432)	18,31±0,40 ^{cA} (n=113)
Hembras	21,86±0,23 ^{aB} (n=3.265)	17,66±0,15 ^{bB} (n=393)	23,53±0,28 ^{cB} (n=429)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

El porcentaje de coeficiente de variación para las razas 4M y Corriedale se mostró significativamente mayor (P<0,05) en hembras. En los ovinos MPM ocurrió lo contrario, siendo los machos los que obtuvieron mayor variación en el diámetro de la fibra, en comparación con las hembras (P<0,05).

En el Cuadro 11 se observan como la lana producida en los años 2009 y 2011 mostró porcentajes de variación del diámetro de la fibra esperados en cuanto a las diferencias entre machos y hembras, siendo las hembras las de mayor variación (P<0,05). En el año 2010 esta diferencia no fue significativa (P>0,05).

Cuadro 11. Promedios mínimos cuadrados del Coeficiente de Variación del Diámetro de la fibra (%) en lana de machos y hembras de razas 4M, MPM y Corriedale dentro de los distintos años de producción.

Sexo	Año		
	2009	2010	2011
Machos	18,29±0,28 ^{aA} (n=1.423)	19,93±0,24 ^{bA} (n=99)	20,27±0,09 ^{cA} (n=3.958)
Hembras	21,32±0,12 ^{aB} (n=457)	19,72±0,12 ^{bA} (n=1.117)	21,88±0,30 ^{cB} (n=2.513)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

Como se aprecia en el Cuadro 12 la raza MPM obtuvo el menor promedio de coeficiente de variación del diámetro de la fibra en animales adultos, existiendo diferencias significativas con las otras razas ($P<0,05$). Mientras que en animales juveniles, el menor coeficiente de variación correspondió a animales de la raza 4M.

Cuadro 12. Promedios mínimos cuadrados de Coeficientes de Variación de Diámetro de la fibra (%) de lana para razas 4M, MPM y Corriedale divididos por edad en animales juveniles (corderos, corderas, carnerillos y borregas) y adultos (carneros y ovejas).

Edad	Raza		
	4M	MPM	Corriedale
Juveniles	19,45±0,08 ^{aA} (n=7.687)	20,35±0,24 ^{bA} (n=240)	21,13±0,14 ^{cA} (n=192)
Adultos	22,11±0,30 ^{aB} (n=513)	19,77±0,16 ^{bB} (n=585)	20,59±0,17 ^{cB} (n=350)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P<0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P<0,05$).

Dentro de los animales juveniles, los ovinos cuya lana fue recolectada el año 2009 mostraron la menor variabilidad en el diámetro de la fibra (Cuadro 13), siendo su promedio mínimo cuadrado significativamente menor ($P<0,05$) al calculado en el resto de los animales tanto juveniles como adultos.

Cuadro 13. Promedios mínimos cuadrados del Coeficientes de Variación del Diámetro de la fibra (%) de lana para ovinos 4M, MPM y Corriedale agrupados por edad: juveniles (carnerillos, borregas, corderos y corderas) y adultos (carneros y ovejas), conforme su año de producción.

Edad	Año		
	2009	2010	2011
Juveniles	18,65±0,14 ^{aA} (n=1.200)	20,61±0,20 ^{bA} (n=882)	19,65±0,27 ^{cA} (n=6.037)
Adultos	20,92±0,14 ^{aB} (n=680)	19,06±0,21 ^{bB} (n=334)	22,51±0,36 ^{cB} (n=434)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P<0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P<0,05$).

En el Cuadro 14 se muestra como el promedio mínimo cuadrado para el año 2011 de ovinos MPM fue significativamente menor al resto ($P<0,05$), mostrando poca variación en el coeficiente de variación del diámetro de la fibra en lana de dichos animales.

Cuadro 14. Coeficientes de Variación del Diámetro de la fibra (%) de lana obtenida de ovinos 4M, MPM y Corriedale según el año de producción.

Raza	Año		
	2009	2010	2011
4M	20,32±0,16 ^{aA} (n=1.388)	20,13±0,14 ^{aA} (n=826)	21,86±0,32 ^{bA} (n=5.986)
MPM	21,59±0,11 ^{aB} (n=356)	19,35±0,32 ^{bB} (n=68)	16,37±0,31 ^{cB} (n=401)
Corriedale	17,51±0,43 ^{aC} (n=136)	20,00±0,21 ^{bC} (n=322)	25,34±0,42 ^{cC} (n=84)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

Dentro de los factores individuales que producen un efecto sobre el coeficiente de variación del diámetro de la fibra, el de mayor relevancia es el sexo del animal (Valor F = 52,42; Anexo 2). En este caso el ovino macho tiene una menor variabilidad del diámetro de la fibra en su lana, lo que está relacionado a la menor uniformidad que posee la lana de la hembra, debido a los distintos estados fisiológicos por los que esta pasa; esto conlleva a que posea una lana “más sufrida” al tener competencia de nutrientes durante gestación y lactancia (Buxadé, 1996). Dado lo anterior, el factor edad en este caso, no es fundamental en machos, tanto carneros como carnerillos, los que poseen una variación de diámetro de la fibra baja en comparación con las ovejas. Las borregas tienen un valor similar al de los machos (Cuadro 9).

El factor raza también interactuó de forma preponderante versus los otros factores. La raza de origen Merino MPM mostró un menor coeficiente de variación que la raza Corriedale, la cual produce lana de mayor Diámetro de fibra en general.

Las razas de lana fina tienen buena consistencia en sus vellones en cambio las de lana mediana o gruesa tienen mayores variaciones en la finura de sus fibras (Hynd y Master, 2002).

Factor de Confort

El Cuadro 15 presenta los promedios mínimo cuadrados de factor de confort de lana de ovinos 4M, MPM y Corriedale medida en las temporadas 2009, 2010 y 2011 divididos por sexo y edad.

Cuadro 15. Promedios mínimos cuadrados de Factor de Confort (%) de lana obtenida en ovinos 4M, MPM y Corriedale de acuerdo a la edad y sexo de los animales.

Sexo	Edad	
	Juveniles	Adultos
Machos	91,50±0,30 ^{aA} (n=4.584)	97,82±0,40 ^{bA} (n=896)
Hembras	92,82±0,27 ^{aB} (n=3.535)	91,04±0,49 ^{bB} (n=552)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

Dentro de los porcentajes de factor de confort en animales adultos, el Cuadro 15 destaca el alto porcentaje en los machos, 97,82% (P<0,05). Este resultado podría ser producto de la influencia de los carneros de razas MPM y 4M.

La influencia del factor raza sobre el factor de confort se ve muy marcada en el Cuadro 16, ya que los porcentajes de los promedios de factor de confort se mostraron más elevados en la raza 4M tanto en machos como en hembras (P<0,05), Además, con anterioridad, se encontró que los menores diámetros de fibras también fueron entregados por la lana de esta raza, se asume con esto la gran cantidad de fibras menores a las 30 µm de Diámetro de la fibra que entregaron los ovinos 4M.

Cuadro 16. Promedios mínimos cuadrados de Factor de Confort (%) de la lana obtenida de ovinos 4M, MPM y Corriedale diferenciados por sexo.

Sexo	Raza		
	4M	MPM	Corriedale
Machos	99,71±0,28 ^{aA} (n=4.935)	91,33±0,46 ^{bA} (n=432)	90,49±0,87 ^{cA} (n=113)
Hembras	98,25±0,52 ^{aB} (n=3.265)	96,90±0,33 ^{bB} (n=393)	72,37±0,62 ^{cB} (n=429)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

El promedio de factor de confort obtenido por la lana de hembras ovinas en los años 2010 y 2011 no mostró diferencia significativa ($P>0,05$), ambos fueron superiores a lo alcanzado el año 2009, como se puede observar en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Promedios mínimos cuadrados de Factor de Confort (%) de lana de machos y hembras de razas 4M, MPM y Corriedale dentro de los distintos años de producción.

Sexo	Año		
	2009	2010	2011
Machos	97,69±0,62 ^{aA} (n=1.423)	90,32±0,53 ^{bA} (n=99)	96,15±0,21 ^{cA} (n=3.958)
Hembras	89,61±0,27 ^{aB} (n=457)	93,42±0,27 ^{bB} (n=1.117)	92,60±0,65 ^{bB} (n=2.513)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P<0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P<0,05$).

El Cuadro 18 muestra con claridad la influencia del factor raza en animales juveniles y adultos. En los ovinos de raza 4M prácticamente no hubo fibras mayores a las 30 μm , sin importar la edad del animal.

Cuadro 18. Promedios mínimos cuadrados de Factor de Confort (%) de lanas de razas 4M, MPM y Corriedale divididos por edad en animales juveniles (corderos, corderas, carnerillos y borregas) y adultos (carneros y ovejas).

Edad	Raza		
	4M	MPM	Corriedale
Juveniles	98,29±0,18 ^{aA} (n=7.687)	90,30±0,52 ^{bA} (n=240)	84,63±0,32 ^{cA} (n=192)
Adultos	99,69±0,66 ^{aB} (n=513)	97,49±0,35 ^{bB} (n=585)	79,96±0,38 ^{cB} (n=350)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P<0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P<0,05$).

En animales adultos el factor de confort fue mejorando de año en año (Cuadro 19). Esto entrega una idea de la finura de las lanas que se están alcanzando en ovejas y carneros y la selección que ya no va sólo a buscar un cordero de mayor peso sino también de lana más fina.

Cuadro 19. Promedios mínimos cuadrados de Factor de Confort (%) de lana de ovinos 4M, MPM y Corriedale agrupados por edad, juveniles (carnerillos, borregas, corderos y corderas) y adultos (carneros y ovejas) conforme su año de producción.

Edad	Año		
	2009	2010	2011
Juveniles	97,52±0,32 ^{aA} (n=1.200)	89,81±0,44 ^{bA} (n=882)	87,07±0,59 ^{cA} (n=6.037)
Adultos	89,97±0,31 ^{aB} (n=680)	93,84±0,45 ^{bB} (n=334)	98,89±0,80 ^{cB} (n=434)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

Nuevamente la raza mostró el mayor efecto. Las lanas de ovinos 4M provenientes tanto del año 2009, como de 2010 y 2011, entregaron los mayores valores de factor de confort de acuerdo a los promedios mínimos cuadrados a los que se llegaron con los datos provistos por el instrumento OFDA 2000. Los porcentajes de los ovinos Corriedale, por ser de una raza no especializado en lana fina, representaron los factores de confort más bajos durante los 3 años (Cuadro 20).

Cuadro 20. Promedios mínimos cuadrados de Factor de Confort (%) de lana de ovinos 4M, MPM y Corriedale según el año de producción.

Raza	Año		
	2009	2010	2011
4M	96,26±0,35 ^{aA} (n=1.388)	96,01±0,31 ^{aA} (n=826)	98,65±0,71 ^{bA} (n=5.986)
MPM	95,45±0,25 ^{aB} (n=356)	94,31±0,71 ^{bB} (n=68)	93,50±0,67 ^{bB} (n=401)
Corriedale	90,62±0,95 ^{aC} (n=136)	83,26±0,46 ^{bC} (n=322)	71,08±0,92 ^{cC} (n=84)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

Cuando existe una interacción entre los factores que afectan sobre la variable factor de confort, la raza es con claridad el factor que entrega resultados más determinantes. La raza 4M presenta ampliamente los mayores porcentajes de confort, es decir la mayor cantidad de fibras menores o iguales a 30 µm de diámetro a lo largo de la mecha de lana.

Cabe hacer una salvedad en cuanto a la medición de factor de confort (FC) que entrega OFDA 2000. Se cita a Sacchero (2005), quien expresó que muchas veces no se entienden

completamente las limitaciones técnicas de la medición del FC, cuya precisión, es mucho menor a la de las otras mediciones que se han utilizado como objeto de estudio.

La precisión de factor de confort depende del número de fibras medidas. Se requiere medir un muy elevado número de fibras para lograr un aumento significativo en la precisión. La precisión en términos relativos declina cuando el número de fibras mayores a 30 μm se acerca a 0% (o cuando las fibras < 30 μm se acerca a 100%)

Dentro del rango de interés (FC de entre 98 y 100%), diferencias de hasta 0,5% no deberían ser consideradas como significativas, por lo que en carneros con 99,5% o 100% deben ser considerados iguales. Una de las razones de esta relativamente baja precisión es el escaso número de fibras consideradas. Si se midieron 2.000 fibras y tiene 99,5% de FC significa que hubo 10 fibras con diámetro mayor a 30 μm por lo que la posibilidad de repetir el valor es muy baja. Más aún, tanto el OFDA como el Laserscan (instrumento para análisis de lana limpia en laboratorio) no siempre discriminan perfectamente el material extraño. Ambos instrumentos a veces fallan en identificar fibras pegadas o superpuestas unas sobre otras. Por lo que algunas veces toman dos fibras como si fuera una con diámetro aproximadamente igual a la suma de ambas. Normalmente el número de tales fallas en la discriminación son tan pocas que tienen escasa influencia en el diámetro promedio de las fibras, desviación estándar y coeficiente de variación. Pero pueden influir en el FC donde el número de fibras es muy bajo. Ha sido reportado que el OFDA2000 midiendo mechas enteras sucias usa algoritmos para el cálculo de FC porque es más difícil discriminar entre fibras paralelas muy juntas. Por lo tanto el FC reportado por este equipo debe ser visto con más cuidado que el provisto por Laserscan u OFDA100 (Sacchero, 2005).

Largo de Mecha

La variable Largo de Mecha está considerablemente influenciada por los factores raza, sexo, edad y año de producción, existiendo diferencias significativas.

A partir del Cuadro 21, se denotan los resultados alcanzados al existir interacciones entre los principales efectos sobre la variable Largo de Mecha.

Cuadro 21. Promedios mínimos cuadrados de Largo de Mecha (mm) obtenido en ovinos 4M, MPM y Corriedale de acuerdo a la edad y sexo de los animales.

Sexo	Edad	
	Juveniles	Adultos
Machos	89,54±1,02 ^{aA} (n=4.584)	96,26±1,35 ^{bA} (n=896)
Hembras	88,80±0,93 ^{aA} (n=3.535)	75,78±1,65 ^{bB} (n=552)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

El Cuadro 21 muestra como en animales juveniles no existió una diferencia significativa entre hembras y machos (P>0,05), mientras que en animales adultos si la hubo, debido a que la oveja al pasar por etapas de preñez y lactancia, deriva nutrientes para satisfacer los requerimientos vinculados al feto o la producción de leche lo que significa un nivel nutricional menos adecuado y homogéneo que el del macho para el crecimiento de la fibra (Buxadé, 1996).

Dentro de las diferentes razas sólo animales Corriedale presentaron diferencia significativa entre distintos sexos (Cuadro 22). De acuerdo a García (1996), el macho Corriedale tiene un mayor largo de mecha que la hembra por la influencia de las hormonas masculinas.

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre machos y hembras dentro de razas 4M y MPM (P>0,05), mientras que en la raza Corriedale si las hubo (P<0,05).

Cuadro 22. Promedios mínimos cuadrados de Largo de Mecha (mm) obtenida de ovinos 4M, MPM y Corriedale diferenciados por sexo.

Sexo	Raza		
	4M	MPM	Corriedale
Machos	89,04±0,96 ^{aA} (n=4.935)	78,66±1,55 ^{bA} (n=432)	110,98±2,93 ^{cA} (n=113)
Hembras	88,80±1,74 ^{aA} (n=3.265)	78,70±1,12 ^{bA} (n=393)	79,37±2,07 ^{bB} (n=429)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

El largo de mecha de la lana entre animales machos y hembras mostró diferencias claras en cada año de producción estudiado. Llama la atención, como se ve en el Cuadro 23, que durante el año 2010 la lana producida por ovinos machos tuvo un largo de mecha menor al

de las hembras ($P<0,05$), esto revela un efecto del año de producción sobre esta característica de la lana, que conlleva un resultado que no es consecuente con la influencia del sexo de acuerdo a la literatura consultada, puesto que los machos enteros (no capones), de acuerdo a Buxadé (1996) producen la lana de mayor largo.

Cuadro 23. Promedios mínimos cuadrados de Largo de Mecha (mm) para machos y hembras de razas 4M, MPM y Corriedale dentro de los distintos años de producción.

Sexo	Año		
	2009	2010	2011
Machos	103,18±2,09 ^{aA} (n=1.423)	78,01±1,77 ^{bA} (n=99)	97,49±0,70 ^{cA} (n=3.958)
Hembras	93,01±0,91 ^{aB} (n=457)	82,95±0,93 ^{bB} (n=1.117)	70,91±2,20 ^{cB} (n=2.513)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P<0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P<0,05$).

De acuerdo al Cuadro 24 los animales estudiados de las razas 4M y Corriedale no corroboran lo indicado por Buxadé, 1996 con respecto a que el largo de mecha disminuye con la edad, ya que no presentan diferencia significativa entre animales juveniles y adultos ($P>0,05$) dentro de ambas razas. Sin embargo, en los ovinos pertenecientes a la raza MPM se observa como los animales juveniles entregaron un promedio mínimo cuadrado de largo de mecha significativamente mayor ($P<0,05$) al de los adultos.

Cuadro 24. Promedios mínimos cuadrados de Largo de Mecha (mm) para razas 4M, MPM y Corriedale divididos por edad en animales juveniles (corderos, corderas, carnerillos y borregas) y adultos (carneros y ovejas).

Edad	Raza		
	4M	MPM	Corriedale
Juveniles	87,36±0,60 ^{aA} (n=7.687)	84,49±1,76 ^{bA} (n=240)	95,66±1,08 ^{cA} (n=192)
Adultos	90,49±2,23 ^{aA} (n=513)	72,87±1,17 ^{bB} (n=585)	94,69±1,30 ^{cA} (n=350)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P<0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P<0,05$).

En animales adultos el factor año de producción fue significativamente influyente, mostrando resultados esperables para el año 2009 que mantuvo el promedio mínimo cuadrado de largo de mecha más alto como se presenta en el Cuadro 25. Sin embargo la lana producida por animales juveniles no mostró diferencia entre los promedios de largo de

mecha en lana de año 2009 y año 2011 ($P>0,05$), a diferencia de los años 2010 y 2011 donde si existió diferencia significativa ($P<0,05$).

Cuadro 25. Promedios mínimos cuadrados de Largo de Mecha (mm) para ovinos 4M, MPM y Corriedale agrupados por edad, juveniles (carnerillos, borregas, corderos y corderas) y adultos (carneros y ovejas) conforme su año de producción.

Edad	Año		
	2009	2010	2011
Juveniles	95,70±1,08 ^{aA} (n=1.200)	78,57±1,49 ^{bA} (n=882)	93,24±1,97 ^{aA} (n=6.037)
Adultos	100,49±1,04 ^{aB} (n=680)	82,40±1,53 ^{bB} (n=334)	75,16±2,68 ^{cB} (n=434)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P<0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P<0,05$).

Dentro de los ovinos de raza 4M, presentes en Cuadro 26, los años de producción mostraron un efecto significativo en los promedios mínimos cuadrados de largo de mecha obtenidos ($P<0,05$), siendo el año 2009 el mayor. De igual manera en los animales de raza Corriedale donde las diferencias también fueron significativas ($P<0,05$) favoreciendo al año 2009.

Los ovinos de raza MPM tuvieron, de acuerdo al promedio mínimo cuadrado, mayor largo de mecha en la lana producida el año 2011.

Cuadro 26. Largo de Mecha (mm) para ovinos 4M, MPM y Corriedale según el año de producción.

Raza	Año		
	2009	2010	2011
4M	104,44±1,18 ^{aA} (n=1.388)	82,37±1,04 ^{bA} (n=826)	79,96±2,40 ^{cA} (n=5.986)
MPM	74,58±0,83 ^{aB} (n=356)	58,48±2,37 ^{bB} (n=68)	102,99±2,27 ^{cB} (n=401)
Corriedale	115,27±3,18 ^{aC} (n=136)	100,60±1,54 ^{bC} (n=322)	69,66±3,10 ^{cC} (n=84)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P<0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P<0,05$).

Claramente se aprecia el efecto del factor sexo, al ser los machos los animales de mayor largo de mecha, y del factor raza, este incluso presentando resultados significativamente distintos independiente de la edad del animal (Cuadro 24). García (1996) señala a la raza

Corriedale como la de mayor largo de mecha frente a los merinos y deja en claro que los machos poseen un largo de mecha mayor que el de las hembras.

Los machos producen una lana más gruesa y larga que las hembras, de esta manera machos enteros e incluso capones poseen un mayor largo de mecha y un peso de vellón más elevado (de Gea, 2007).

El año 2009 denotó una tendencia a entregar resultados elevados de largo de mecha. En este año la raza de lana fina 4M mostró un largo de mecha considerablemente superior al que presentó luego en 2010 y 2011 (Cuadro 26). También cabe destacar que las hembras en el año 2009 tuvieron un promedio mínimo cuadrado significativamente superior ($P < 0,05$) al de los machos en el año 2010 (Cuadro 23), a pesar de la relevancia que tiene el factor sexo sobre esta característica.

Datos climatológicos generales de la región de Magallanes muestran que el promedio de precipitaciones para el año 2009 fue superior al histórico y alcanzó los 498 mm de agua (Santana y Butorovic, 2010). Con este monto y de acuerdo a la clasificación hecha por Santana (1984), para las lluvias anuales de Magallanes, el año 2009 queda clasificado como un año lluvioso. De esta forma las praderas de coironales tuvieron un mejor desarrollo al tener más riego natural, lo que se reflejó en una mayor cantidad de alimento para los animales, los que al disponer de una mayor ingesta calórica, entregan más lana al momento de la esquila. La producción de materia seca (MS) por parte de la pradera también tuvo relación con que la última temperatura bajo cero grados del año 2009 ocurrió el 30 de noviembre, llegando a $-0,9$ °C y la primera del 2010 se presentó el 16 de febrero alcanzando a $-1,0$ °C, determinando así un período vegetativo libre de heladas de sólo dos meses y medio (Butorovic, 2011) que se refleja en la menor cantidad de forraje disponible y por lo tanto menor promedio de largo de mecha en 2010.

“Hauteur”

A partir del Cuadro 27 se presentan las interacciones entre los efectos sobre la altura potencial del top de lana (“hauteur”).

Cuadro 27. Promedios mínimos cuadrados del “Hauteur” (mm) de lana obtenido en ovinos 4M, MPM y Corriedale de acuerdo a la edad y sexo de los animales.

Sexo	Edad	
	Juveniles	Adultos
Machos	76,62±0,52 ^{aA} (n=4.584)	76,31±0,69 ^{bA} (n=896)
Hembras	76,58±0,48 ^{aA} (n=3.535)	73,19±0,85 ^{bB} (n=552)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

En ovinos adultos, los carneros entregaron un promedio de altura potencial de top más elevado que las ovejas (P<0,05). Sin embargo lo que más llama la atención del Cuadro 27 es que no existe una diferencia significativa entre los promedios mínimos cuadrados de hembras y machos juveniles (P>0,05),

En el Cuadro 28 se presentan los promedios mínimos cuadrados del “hauteur” de lana de ovinos de las razas 4M, MPM y Corriedale, durante las temporadas analizadas, divididos según sexo del animal.

Cuadro 28. Promedios mínimos cuadrados de “Hauteur” (mm) de lana obtenida de ovinos 4M, MPM y Corriedale diferenciados por sexo.

Sexo	Raza		
	4M	MPM	Corriedale
Machos	69,56±0,50 ^{aA} (n=4.935)	73,35±0,80 ^{bA} (n=432)	86,49±1,51 ^{cA} (n=113)
Hembras	73,04±0,90 ^{aB} (n=3.265)	70,16±0,58 ^{bB} (n=393)	81,47±1,07 ^{cB} (n=429)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

En la raza Corriedale se espera la mayor altura de top de lana potencial de acuerdo a los promedios en el Cuadro 28 y dentro de esta raza se ven a los machos como los de mayor altura con clara diferencia frente a las hembras.

Tanto en el año 2009 como 2010 no se presentan diferencias significativas entre machos y hembras ($P > 0,05$). El año 2009 tuvo el mayor valor de promedio mínimo cuadrado de “hauteur” independiente del sexo del animal frente a los otros años, siendo machos y hembras significativamente mayores al resto (Cuadro 29).

Cuadro 29. Promedios mínimos cuadrados de “Hauteur” (mm) de lana obtenido de machos y hembras de razas 4M, MPM y Corriedale dentro de los distintos años de producción.

Sexo	Año		
	2009	2010	2011
Machos	79,14±1,07 ^{aA} (n=1.423)	72,88±0,91 ^{bA} (n=99)	77,37±0,36 ^{cA} (n=3.958)
Hembras	80,91±0,47 ^{aA} (n=457)	74,07±0,48 ^{bA} (n=1.117)	69,68±1,13 ^{cB} (n=2.513)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$).

En el Cuadro 30 se observa como dentro de las razas de lana fina, los adultos 4M tuvieron un promedio mínimo cuadrado de “hauteur” considerablemente mayor que los de raza MPM ($P < 0,05$), sin embargo animales juveniles MPM tienen un promedio significativamente más alto que ovinos de ambas edades 4M. La raza Corriedale entregó los mayores registros tanto en animales juveniles como adultos. Como regla general se puede decir que la lana más delgada es la más corta dentro de una mecha y la más larga la de mayor grosor (García, 1996), por lo que también se prevé una mayor altura de top, al ser la lana de raza Corriedale más larga.

Cuadro 30. Promedios mínimos cuadrados de “Hauteur” (mm) de lana para razas 4M, MPM y Corriedale divididos por edad en animales juveniles (corderos, corderas, carnerillos y borregas) y adultos (carneros y ovejas).

Edad	Raza		
	4M	MPM	Corriedale
Juveniles	69,73±0,31 ^{aA} (n=7.687)	77,67±0,90 ^{bA} (n=240)	82,41±0,56 ^{cA} (n=192)
Adultos	72,87±1,15 ^{aB} (n=513)	65,83±0,60 ^{bB} (n=585)	85,55±0,67 ^{cB} (n=350)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

En el Cuadro 31 se presentan las medias mínimo cuadradas de los “hauteur” de la lana de ovinos de las razas 4M, MPM y Corriedale divididos en animales juveniles y adultos. Dentro de los animales adultos, la lana producida el año 2009 mostró el mayor promedio de altura potencial del top. En animales juveniles el año 2011 fue significativamente mayor a los demás (P<0,05). Ambos años, excepcionalmente el año 2011 con un promedio anual de precipitaciones de 642 mm, 200 mm más que el promedio histórico de Punta Arenas (Butorovic, 2012), se consideraron como años lluviosos.

Cuadro 31. Promedios mínimos cuadrados de “Hauteur” (mm) de lana para ovinos 4M, MPM y Corriedale agrupados por edad, juveniles (carnerillos, borregas, corderos y corderas) y adultos (carneros y ovejas) conforme su año de producción.

Edad	Año		
	2009	2010	2011
Juveniles	75,55±0,55 ^{aA} (n=1.200)	73,96±0,77 ^{aA} (n=882)	80,30±1,01 ^{cA} (n=6.037)
Adultos	84,51±0,53 ^{aB} (n=680)	72,99±0,79 ^{bA} (n=334)	66,75±1,38 ^{cB} (n=434)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

La lana analizada en los años 2009 y 2010, perteneciente a la raza Corriedale, fue de acuerdo a los promedios mínimos cuadrados la de mayor “hauteur”. Llama la atención el valor de la raza MPM en el año 2011 que, como se observa en el Cuadro 32, fue mayor al de raza Corriedale (P<0,05), pese a que MPM se considera una raza de lana fina que debería entregar menor volumen de lana que Corriedale. Se entiende que las altas temperaturas del año 2011 pudieron haber influenciado en la estimulación de la velocidad

de crecimiento de la lana, que aumenta con mayor temperatura en los climas templados y fríos (García, 1996)

Cuadro 32. Cifras de promedios mínimos cuadrados de “Hauteur” (mm) de lana para ovinos 4M, MPM y Corriedale según el año de producción.

Raza	Año		
	2009	2010	2011
4M	82,68±0,61 ^{aA} (n=1.388)	71,02±0,54 ^{bA} (n=826)	60,19±1,24 ^{cA} (n=5.986)
MPM	70,89±0,43 ^{aB} (n=356)	61,61±1,22 ^{bB} (n=68)	82,76±1,17 ^{cB} (n=401)
Corriedale	86,51±1,64 ^{aC} (n=136)	87,81±0,79 ^{aC} (n=322)	77,61±1,60 ^{bC} (n=84)

Letras minúsculas diferentes a lo largo de la fila indican diferencia significativa (P<0,05).

Letras mayúsculas diferentes a lo largo de la columna indican diferencia significativa (P<0,05).

Al interactuar entre ellos los distintos factores y viendo su efecto en la altura potencial que se podrá encontrar a futuro en el top hecho con la lana producida por los ovinos estudiados, la raza es de suma importancia al momento de influir en los resultados. En este caso los animales pertenecientes a la raza Corriedale mostraron los “hauteur” más altos, esto se explica, debido a que esta raza produce una mayor cantidad de lana y esta es más gruesa que la de MPM y 4M. Además el sexo fue importante, ya que tuvo un efecto claro por sobre los demás factores en cuanto a la mayor altura potencial del top encontrado en los machos. Es conocido que el ovino macho por tener una mayor superficie corporal, produce más lana que la hembra (García, 1996).

La edad de los animales se vio opacada en cuanto a su influencia frente a los demás factores en esta característica.

Análisis de Correlaciones

En el Cuadro 33 se muestran las correlaciones entre las variables Diámetro de la fibra, Coeficiente de Variación del Diámetro de fibra, Factor de Confort, Largo de Mecha y “Hauteur” incluyendo todos los datos analizados en estas variables.

Cuadro 33. Correlaciones de Pearson obtenidas entre las variables Diámetro, Coeficiente de Variación del Diámetro, Factor de Confort, Largo de Mecha y “Hauteur” de la lana de ovinos 4M, MPM y Corriedale (Nº de datos = 9.567).

	Diámetro	CVDiámetro	Factor Confort	Largo de Mecha	Hauteur
Diámetro	—	0,231 P<0,0001	-0,824 P<0,0001	0,124 P<0,0001	0,66 P<0,0001
CVDiámetro	0,231 P<0,0001	—	-0,304 P<0,0001	-0,054 P<0,0001	0,097 P<0,0001
Factor Confort	-0,824 P<0,0001	-0,304 P<0,0001	—	-0,057 P<0,0001	-0,49 P<0,0001
Largo de Mecha	0,124 P<0,0001	-0,054 P<0,0001	-0,057 P<0,0001	—	0,764 P<0,0001
Hauteur	0,66 P<0,0001	0,097 P<0,0001	-0,49 P<0,0001	0,764 P<0,0001	—

Todas las correlaciones calculadas resultaron altamente significativas (P <0,0001). Entre estas se destaca la correlación negativa entre el Diámetro de la fibra y el Factor de Confort de la lana. A medida que disminuye el Diámetro, el Factor de Confort aumenta. Este aspecto es especialmente importante en el caso de la raza 4M la cual mostró bajos valores de Diámetro de fibra y un alto Factor de Confort (cuadros 6 y 18).

También son destacables las correlaciones positivas obtenidas entre “Hauteur” con el Largo de Mecha y el Diámetro. Lo anterior entrega la idea de que a mayor Diámetro de fibra y Largo de Mecha, en la lana se obtendrá un top de mayor altura.

Finalmente es destacable la correlación negativa obtenida entre el Factor de Confort y “Hauteur”, lo que indica que lanas con altos porcentajes de fibras finas producen tops de menor altura.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir:

- Los factores: raza, sexo, edad y año de producción causaron un efecto sobre las variables analizadas, cuya magnitud se vio reflejada en diferencias estadísticamente significativas.
- La raza 4M presentó la lana más fina. Esto se concluye tanto por los promedios mínimos cuadrados de Diámetro de la fibra como también por los del Factor de Confort.
- De acuerdo con los resultados observados en los efectos del sexo y la edad sobre el Coeficiente de Variación del Diámetro de la fibra, la lana de machos y hembras juveniles presenta una alta similitud en cuanto a la variabilidad del Diámetro.
- Ambas razas Merino mostraron una baja variabilidad en el Diámetro de la fibra, Coeficiente de Variación del Diámetro y Factor de Confort, producida por el factor año de producción, lo que sugiere que los ovinos MPM y 4M mantienen mayor estabilidad de su lana entre esquilas en comparación con Corriedale.
- La raza fue la fuente de variación de mayor impacto sobre las variables analizadas, especialmente en el caso del Diámetro de fibra y Factor de Confort, donde en los promedios mínimos cuadrados analizados se encontraron diferencias estadísticamente significativas que mantuvieron una tendencia clara pese al efecto producido por la interacción con los demás factores.
- La edad del animal fue el factor que tuvo un menor efecto sobre las variables Largo de Mecha y "Hauteur". Esto se concluye al observar en el análisis estadístico las diferencias entre los promedios mínimos cuadrados, donde en ambas variables hubo casos en que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre animales juveniles y adultos.
- La altura que alcanzará el top de lana está definida en un alto porcentaje por el Largo de Mecha y Diámetro promedio de las fibras de esta.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, L. 2012. Marin Magellan Meat Merino. [En línea]. *Revista Tierra Adentro*, 96, sept-oct.: p. 82-84. Recuperado en: http://www.inia.cl/wpcontent/uploads/revista_tierra_adentro/TA96.pdf Consultado el: 14 de julio 2013.

Astorquiza, B. 2003. Calidad de la lana de ovinos Corriedale en la zona húmeda de la XII Región: Efecto del hibridaje con líneas paternas Texel. Tesis de Licenciatura. Santiago, Chile: Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 59h.

Baxter, BP. 2001. Precision of measurement of diameter, and diameter-length profile, of greasy wool staples on-farm, using the OFDA 2000 instrument. [En línea]. *Wool Technology and Sheep Breeding* 49(1): 42-52. Recuperado en: http://www.sgs.com/~media/Global/Documents/Third%20Party%20Documents/Third%20Party%20Technical%20and%20Research%20Papers/TP_D25 Consultado el: 30 de agosto 2013.

BSC Electronics. 2008. OFDA 2000. [En línea]. Western Australia. Recuperado en: http://www.ofda.com/Company_profile.html Consultado: 20 de julio 2011.

Buxade, C. 1996. Zootecnia bases de la producción animal. t. VIII. Madrid:Mundi-Prensa, p. 150 – 156

Butorovic, N. 2011. Resumen meteorológico 2010. *Anales Instituto Patagonia*, 39(1):137-145

Butorovic, N. 2012. Resumen meteorológico 2011. *Anales Instituto Patagonia*, 40(1):173-181

Consortio Ovino S.A. 2009. [En línea]. Concepción, Chile. Recuperado en: <http://www.consortioovino.cl>. Consultado el: 17 de enero 2012.

De Gea, Ginés. 2007. Factores que influyen sobre la producción de lana. [En línea]. Recuperado en: <http://www.vet-uy.com/articulos/ovinos/050/041/ov041.htm> Consultado el: 09 de julio 2014

Díaz, R. 2010. Producción de lanas finas. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Punta Arenas, Chile: Escuela de Ciencia y Tecnología en Recursos Agrícolas y Acuícolas, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes. h.26.

Elvira, MG.; M. Jacob. 2004. Calidad de la lana. Importancia de las mediciones objetivas en la comercialización e industrialización de la lana. Carpeta Técnica Ganadería n° 11, EEA, INTA, [En línea] Esquel, Chubut: Laboratorio de lanas Rawson, Recuperado en: http://inta.gob.ar/documentos/calidad-de-lana/at_multi_download/file/INTA_ganaderia11_lana_ovina.pdf Consultado el: 16 de julio 2014.

Elvira, MG. 2009. El ovino la fábrica biológica de lana. Carpeta Técnica Ganadería n° 32, EEA, INTA [En línea] Esquel, Chubut: Laboratorio de lanas de Rawson, p.3. Recuperado en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/12-ovino.pdf Consultado el: 15 de julio 2013.

García, G. 1996. Lanimetría y producción de lana. (Pub. Doc. n° 3). Departamento Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, 78 p.

García, G y P. Joustra 1966. Variación estacional del Diámetro de la lana (II). Zona Austral. *Agricultura Técnica*, 26(4) p.148-155

Hynd, P. I. and Masters, D.G. 2002. Nutrition and wool growth. In: Sheep Nutrition; Freer, M. Dove, H., (Eds.), CAB- International. Chapter 8, p. 179.

Irarrázaval L., J.M. 1910. El ganado lanar en Magallanes. Su origen - condición actual - su porvenir. Santiago: Impr. Barcelona, 174 p.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas) 2007. Censo Agropecuario. Existencia de ganado en las explotaciones agropecuarias y forestales por especie, según región, provincia y comuna. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <http://www.ine.cl>. Consultado el: 25 de agosto 2011.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas) 2007. Censo Agropecuario. Superficie de las explotaciones agropecuarias con tierra por uso del suelo, según región, provincia y comuna. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <http://www.ine.cl>. Consultado el: 25 de agosto 2011.

INIA - Kampenaike. 2007. Razas ovinas y caprinas en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA n° 127, 288 p.

INIA - Kampenaike. 2001. Antecedentes para la producción de forrajes conservados en la Región de Magallanes. Boletín INIA n° 67, 2 p.

Khan, MJ.; A. Abbas; M. Ayaz; M. Naeem; MS. Akhter y MH. Soomro 2012. Factors affecting wool quality and quantity in sheep. [En línea] *African Journal of Biotechnology* 11(73):13761-13766. Recuperado en: http://academicjournals.org/article/article1380791103_Khan%20et%20al.pdf Consultado el: 11 agosto, 2014

Kusanovic, A. 2012. Comparación de variables productivas entre ovejas y corderos Merino Multipropósito (MPM) y Corriedale. Tesis de Magister. Valdivia: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, p. 5-9.

Link, P. 1937. Razas Ovinas. Técnico en lanas del Ministerio de Agricultura de la Nación. S.A. Casa Jacobo Peuser, Ltda. Buenos Aires, 101-110-112 p.

Mueller, JP. 2002 Mejoramiento genético de la lana (pp. 3-5) En: Congreso Lanero Argentino: trabajo presentado como conferencia (III, 9 y 10 de febrero de 2000, Trelew, Argentina). Comunicación Técnica INTA Bariloche n° PA 374, 7p.

Mueller, JP. 2003. Curso de capacitación en mejoramiento genético de ovinos. [En línea] Recuperado en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210338.pdf>. Consultado el: 29 de septiembre 2011.

Mueller, JP; D. Sacchero y L. Duga 2005. Interacción genotipo ambiente sobre la producción de lana superfina en la Patagonia. 2. Calidad de lana. *Revista Argentina de Producción Animal* 25: 143-152.

Pérez, P. 2002. Características de algunas razas ovinas existentes en Chile. (Apunte docente de Producción Ovina y Caprina, n° 032). Santiago: Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, p. 20-21.

Polanco de Vedia, V. 2005. Efecto de la fecha de esquila sobre características de interés comercial en lanas finas. [En línea] Buenos Aires: Cátedra de Producción ovina, Depto. de Producción Animal. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, p. 31-32 Recuperado en: http://inta.gob.ar/documentos/efecto-de-la-fecha-de-esquila-sobre-caracteristicas-de-interes-comercial-en-lanas-finas-2/at_multi_download/file/INTA_esquila_Efecto_fecha%20.pdf Consultado el: 25 septiembre 2013.

Rodríguez, RM. 1998. Principales características que afectan el valor textil de la lana. [En línea] Bahía Blanca, Argentina: Producción ovina, Depto. de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. Rev. 30/10/07, p. 1-4. Recuperado en: http://www.minagri.gob.ar/site/ganaderia/ovinos/04=Documentaci%C3%B3n%20Tecnica/01Lanas/_archivos/000000_Principales%20caracteristicas%20que%20afectan%20el%20valor%20textil%20de%20la%20lana.pdf?PHPSESSID=89cb87a84ebe7041dcd5d7407048f1dc Consultado el: 25 de julio 2013.

Rogers, G.E. 2006. Biology of the wool follicle: an excursion into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered [En línea]. *Experimental Dermatology*: 15, (12):931-939. Recuperado en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0625.2006.00512.x/pdf>. Consultado en: 25 septiembre 2013.

Sacchero, DM. 2005. Utilización de medidas objetivas para determinar calidad en lana. [En línea] Recuperado en: http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/ganaderia/ovinos/04=Documentaci%C3%B3n%20Tecnica/01Lanas/_archivos/000000_Utilizacion%20de%20medidas%20objetivas%20para%20determinar%20calidad%20de%20lana.pdf. Consultado el: 20 agosto 2013.

Sacchero, DM y JP. Mueller. 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 de merino seleccionada y

otra no seleccionada. RIA, 36 (2): 49-61.

Santana, A. y N. Butorovic. 2010. Resumen meteorológico año 2009. *Anales Instituto Patagonia*, 38(1):165-176.

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero.) 2012. Reglamento de registro genealógico de la raza ovina Marin Magellan Meat Merino. [En línea] Recuperado en: http://www.sag.cl/sites/default/files/reglam_INIA_ovino_marin_magell_meat_merino.pdf
Consultado el: 10 de junio 2013.

Snedecor, GW y WG Cochran. 1989. Statistical Methods. 8th ed. Iowa, USA: Iowa University State. pp. 289-290.

Watts, J. y W. O'Connors. 2004. Sistema de cría Soft Rolling Skin SRS®. En: Curso Taller, dictado en Estancia Monte Dinero, Ríos Gallegos, Argentina.

Zamora, E. y A. Santana. 1979. Características climáticas de la costa occidental de la Patagonia entre las latitudes 46°40' y 56°30'S. 10:109-144.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis de varianza para la variable Diámetro de la fibra.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	Valor F	Pr > F
Modelo	19	63398,13994	3336,74421	1434,78	<.0001
Error	9547	22202,62671	2,32561		
Total	9566	85600,76665			

R²	Coefficiente de Variación (%)	Raíz de Cuadrado medio de error	Diámetro de la fibra Promedio (µm)
0,740626	8,097342	1,524996	18,83329

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados Tipo III	Media Cuadrada	Valor F	Pr > F
Sexo	1	175,008204	175,008204	75,25	<.0001
Edad	1	39,265529	39,265529	16,88	<.0001
Raza	2	2380,30829	1190,153914	511,76	<.0001
Año	2	196,113941	98,05697	42,16	<.0001
Edad x Sexo	1	444,20501	444,20501	191,01	<.0001
Raza x Sexo	2	390,365897	195,182948	83,93	<.0001
Año x Sexo	2	309,829659	154,914829	66,61	<.0001
Raza x Edad	2	303,12301	151,561505	65,17	<.0001
Edad x Año	2	1062,9	531,45	228,52	<.0001
Raza x Año	4	890,829083	222,707271	95,76	<.0001

Anexo 2. Resultados del análisis de varianza para la variable Coeficiente de Variación del Diámetro de la fibra.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	Valor F	Pr > F
Modelo	19	5837,56722	307,24038	157,52	<,0001
Error	9547	18621,00308	1,95046		
Total	9566	24458,57030			

R²	Coeficiente de Variación (%)	Raíz de Cuadrado medio de error	Coeficiente de Variación del Diámetro de la fibra Promedio (%)
0,238672	5,329325	1,396587	26,20571

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados Tipo III	Media Cuadrada	Valor F	Pr > F
Sexo	1	102,2455862	102,2455862	52,42	<,0001
Edad	1	75,2789157	75,2789157	38,60	<,0001
Raza	2	198,8438322	99,4219161	50,97	<,0001
Año	2	56,3584516	28,1792258	14,45	<,0001
Edad x Sexo	1	135,1618778	135,1618778	69,30	<,0001
Raza x Sexo	2	423,7539751	211,8769876	108,63	<,0001
Año x Sexo	2	107,0571709	53,5285855	27,44	<,0001
Raza x Edad	2	145,5681370	72,7840685	37,32	<,0001
Edad x Año	2	250,9515629	125,4757814	64,33	<,0001
Raza x Año	4	668,0010345	167,0002586	85,62	<,0001

Anexo 3. Resultados del análisis de varianza para la variable Factor de Confort.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	Valor F	Pr > F
Modelo	19	462554.3853	24344.9676	1430.07	<.0001
Error	9547	162524.1881	17,0236		
Total	9566	625078,5734			

R²	Coefficiente de Variación (%)	Raíz de Cuadrado medio de error	Factor de Confort Promedio (%)
0,739994	4.847284	4.125965	85.11911

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados Tipo III	Media Cuadrada	Valor F	Pr > F
Sexo	1	1299.72344	1299.72344	76.35	<.0001
Edad	1	1148.33307	1148.33307	67.46	<.0001
Raza	2	29106.94916	14553.47458	854.90	<.0001
Año	2	1228.44724	614.22362	36.08	<.0001
Edad x Sexo	1	3581.06143	3581.06143	210.36	<.0001
Raza x Sexo	2	4378.15319	2189.07660	128.59	<.0001
Año x Sexo	2	3336.96155	1668.48078	98.01	<.0001
Raza x Edad	2	4964.14999	2482.07500	145.80	<.0001
Edad x Año	2	12714.59858	6357.29929	373.44	<.0001
Raza x Año	4	9548.30513	2387.07628	140.22	<.0001

Anexo 4. Resultados del análisis de varianza para la variable Largo de Mecha.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	Valor F	Pr > F
Modelo	19	625147,746	32902,513	163,16	<,0001
Error	9547	1925253,865	201,661		
Total	9566	2550401,611			

R ²	Coefficiente de Variación (%)	Raíz de Cuadrado medio de error	Largo de Mecha Promedio (mm)
0,245117	15,92833	14,20073	89,15391

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados Tipo III	Media Cuadrada	Valor F	Pr > F
Sexo	1	10353,51636	10353,51636	51,34	<,0001
Edad	1	1051,73614	1051,73614	5,22	0,0224
Raza	2	28535,92537	14267,96269	70,75	<,0001
Año	2	31636,33999	15818,17000	78,44	<,0001
Edad x Sexo	1	13080,79952	13080,79952	64,87	<,0001
Raza x Sexo	2	9360,44534	4680,22267	23,21	<,0001
Año x Sexo	2	47520,50221	23760,25110	117,82	<,0001
Raza x Edad	2	7960,99495	3980,49748	19,74	<,0001
Edad x Año	2	6118,39333	3059,19666	15,17	<,0001
Raza x Año	4	59027,26349	14756,81587	73,18	<,0001

Anexo 5. Resultados del análisis de varianza para la variable “Hauteur”.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	Valor F	Pr > F
Modelo	19	476322,3481	25069,5973	467,43	<.0001
Error	9547	512037,0894	53,6333		
Total	9566	988359,4375			

R²	Coefficiente de Variación (%)	Raíz de Cuadrado medio de error	“Hauteur” Promedio (mm)
0,481932	10,62143	7,323476	68,95001

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados Tipo III	Media Cuadrada	Valor F	Pr > F
Sexo	1	228,84679	228,84679	4,27	0,0389
Edad	1	362,96001	362,96001	6,77	0,0093
Raza	2	19192,21539	9596,10769	178,92	<,0001
Año	2	4403,48074	2201,74037	41,05	<,0001
Edad x Sexo	1	316,07649	316,07649	5,89	0,0152
Raza x Sexo	2	2815,79756	1407,89878	26,25	<,0001
Año x Sexo	2	9027,74281	4513,87141	84,16	<,0001
Raza x Edad	2	10266,44408	5133,22204	95,71	<,0001
Edad x Año	2	8905,48272	4452,74136	83,02	<,0001
Raza x Año	4	19222,50766	4805,62692	89,60	<,0001