



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

Programa de Posgrados

**PARÁMETROS DE CRUZAMIENTO PARA CARACTERÍSTICAS
REPRODUCTIVAS, PESOS CORPORALES, PRODUCCIÓN Y
CALIDAD DE LANA EN CORRIEDALE, FRISONA MILCHSCHAF,
FINNSHEEP, TEXEL Y SUS CRUZAS**

ING. AGR. SANTIAGO DOTTA

TESIS DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**URUGUAY
2022**



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

Programa de Posgrados

**PARÁMETROS DE CRUZAMIENTO PARA CARACTERÍSTICAS
REPRODUCTIVAS, PESOS CORPORALES, PRODUCCIÓN Y
CALIDAD DE LANA EN CORRIEDALE, FRISONA MILCHSCHAF,
FINNSHEEP, TEXEL Y SUS CRUZAS**

ING. AGR. SANTIAGO DOTTA

Ing. Agr. PhD. Gabriel Ciappesoni

Director de Tesis

DMV. PhD. Georgget Banchemo

Co-directora

2022

INTEGRACIÓN DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE TESIS

Julio Olivera; DVTM, PhD.

Facultad de Veterinaria

Universidad de la República – Uruguay

Karina Neimaur; DVTM, MSc., PhD.

Facultad de Veterinaria

Universidad de la República - Uruguay

Ana Espasandín; Ing. Agr., MSc., PhD.

Facultad de Agronomía

Universidad de la República - Uruguay



ACTA DE TESIS DE MAESTRÍA

ORIENTACIÓN: Producción Animal

LUGAR Y FECHA DE LA DEFENSA: presencial y plataforma zoom, 09/09/2022

TRIBUNAL: Julio Olivera, Karina Neimaur, Ana Espasandín

CI	NOMBRE	CALIFICACIÓN	NOTA
4834573-5	DOTTA SUAREZ, SANTIAGO	BOCE	12

NOTA: La calificación mínima para aprobar la defensa es B.B.B (6)

Se trata de un trabajo que reviste importancia para los Sst. de prod. ovina en nuestro país, con resultados importantes en la evaluación de diferentes razas. El desempeño del estudiante fue excelente tanto en el material escrito como en la presentación oral y de fajas, demostrando solvencia en sus respuestas. En función de lo expuesto el Tribunal califica a esta defensa con 12 en función especial.

TRIBUNAL

FIRMA

Julio Olivera

Ana C. Espasandín

KARINA NEIMAUR

GABRIEL CIAMPESANI (mod.)


Ana C. Espasandín
Karina Neimaur
Gaby

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Daniela, a mi padre Enrique y a mi abuelo Mario por el apoyo incondicional en todo momento. A toda mi familia, los que están y los que ya no están físicamente, pero sí en el corazón.

A mis amigos por acompañarme y apoyarme en este proceso de formación como Magister y como persona.

A mis tutores Ing. Agr. PhD. Gabriel Ciappesoni y DMV PhD. Georgget Banchemo por el apoyo y la disposición en todo momento.

A todo el personal docente y no docente de Facultad de Veterinaria, Facultad de Agronomía e INIA.

A los integrantes del Tribunal DVTM PhD. Julio Olivera, DVTM MSc. PhD. Karina Neimaur, Ing. Agr MSc. PhD. Ana Espasandín.

A los participantes del proyecto prolíficas: productores (familias Fossati, Hirschy, Scremini, Sánchez y Zuasnabar), técnicos de INIA (Banchemo G.; García A.; González D.; Ganzabal A.; Vázquez A.; del Pino L.; Goldberg V.; Montossi F.; Ciappesoni G.) y Central Lanera Uruguay (Irigoyen R.)

A mis compañeros de clase que me acompañaron durante la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	I
TABLA DE CUADROS	IV
TABLA DE FIGURAS	V
RESUMEN	VI
SUMMARY	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS	2
2.1 Situación del rubro ovino en el Uruguay	2
2.2 Mejoramiento genético	2
2.2.1 Modelos genéticos.....	3
2.2.1.1 Modelo aditivo-dominante	3
2.3 Cruzamientos	4
2.4 Parámetros genéticos de cruzamientos	6
2.4.1 Estimación.....	6
2.4.2 Diferencia racial	6
2.4.2.1 Efecto genético individual	7
2.4.3 Heterosis.....	7
2.4.3.1 Heterosis individual.....	8
2.4.4 Modelo del templo griego	8
2.5 Características de interés en los ovinos	9
2.5.1 Características reproductivas.....	9
2.5.1.1 Diagnóstico de gestación	9
2.5.1.2 Número de corderos.....	10
2.5.2 Peso vivo a la encarnerada	10
2.5.3 Lana.....	11
2.5.3.1 Diámetro de fibra.....	11
2.5.3.2 Coeficiente de variación del diámetro	12
2.5.3.3 Largo de mecha	12
2.5.3.4 Peso de vellón.....	13
2.5.3.5 Rendimiento al lavado	13
2.6 Razas ovinas integrantes del proyecto	14
2.6.1 Corriedale	14

2.6.2 Finnsheep	14
2.6.3 Frisona Milchschafer	15
2.6.4 Texel	15
2.7 Antecedentes de cruzamientos	16
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo general	18
3.2 Objetivos específicos	18
4. MATERIALES Y MÉTODOS	19
4.1 Generación de madres a evaluar	19
4.2 Registros	20
4.3 Manejo	22
4.4 Modelos estadísticos	23
4.4.1 Modelos para características reproductivas	23
4.4.2 Modelos para características de lana y pesos corporales	24
4.4.3 Parámetros de cruzamiento	24
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1 Características reproductivas	28
5.2 Pesos corporales	34
5.3 Producción y calidad de lana	37
5.4 Parámetros de cruzamiento	44
5.4.1 Diferencias raciales	44
5.4.1.1 Características reproductivas	44
5.4.1.2 Pesos corporales y lana	46
5.4.2 Heterosis	48
6. CONCLUSIÓN	55
7. BIBLIOGRAFÍA	57

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1. Principales resultados nacionales para características reproductivas y de lana de diferentes grupos genéticos.	17
Cuadro 2. Grupos genéticos parentales y generados (hembras para evaluar) según lugar de nacimiento.	19
Cuadro 3. Total de hembras evaluadas por generación y grupo genético	20
Cuadro 4. Total de ecografías evaluadas por año y grupo genético	21
Cuadro 5. Cantidad de registros totales, hembras evaluadas y sus padres según característica	21
Cuadro 6. Servicios con registros de grupo genético de los carneros según genética de las hembras.....	22
Cuadro 7. Matriz de coeficientes para los efectos aditivos	26
Cuadro 8. Matriz de coeficientes para los efectos de heterosis	27
Cuadro 9. Estadística descriptiva para características relacionadas con la reproducción, crecimiento y la producción y calidad de lana	28
Cuadro 10. Significancia (p-valor) de los efectos fijos en características reproductivas	29
Cuadro 11. Medias de mínimos cuadrados para fecundidad por grupo genético.....	32
Cuadro 12. Medias de mínimos cuadrados para prolificidad por grupo genético.....	33
Cuadro 13. Medias de mínimos cuadrados para peso vivo a la encarnada por grupo genético.....	36
Cuadro 14. Significancia (p-valor) de los efectos fijos en características producción y calidad de lana	38
Cuadro 15. Medias de mínimos cuadrados para diámetro promedio de fibra en micras, porcentaje de variación del diámetro y largo de mecha en centímetros por grupo genético	41
Cuadro 16. Medias de mínimos cuadrados para peso de vellón sucio y limpio por grupo genético.....	43
Cuadro 17. Diferencias raciales para características reproductivas de las razas Milchschaef, Finnsheep y Texel con respecto a Corriedale	45
Cuadro 18. Diferencias raciales para las características de peso vivo a la encarnada y de producción y calidad de lana para las razas Milchschaef, Finnsheep y Texel con respecto a Corriedale	46
Cuadro 19. Heterosis en porcentaje para características reproductivas respecto del promedio fenotípico parental.....	48
Cuadro 20. Heterosis en porcentaje para características de peso vivo a la encarnada y, producción y calidad de lana	51

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Representación del templo griego de Cunningham, adaptado de Cunningham (1987).	8
Figura 2. Variación en porcentaje del diámetro promedio de fibra de las distintas razas respecto a Corriedale	47
Figura 3. Representación del templo griego de Cunningham (1987) para la característica fecundidad para las cuatro cruas que resultaron significativas.....	49
Figura 4. Representación del templo griego de Cunningham (1987) para la característica fecundidad corregido por peso vivo a la encarnada en kilos para las cuatro cruas que resultaron significativas.....	50
Figura 5. Representación del templo griego de Cunningham (1987) para la característica peso vivo a la encarnada en kilos para las cinco cruas que resultaron significativas.....	52
Figura 6. Representación del templo griego de Cunningham (1987) para las características peso de vellón sucio (PVS) y peso de vellón limpio (PVL) en kilos para las cinco cruas que resultaron significativas	54

RESUMEN

El rubro ovino ha sido de gran importancia social y económica en la historia del Uruguay. En las últimas décadas ha habido una transformación en el énfasis productivo en donde gran parte de los sistemas laneros se pasan hacia sistemas enfocados en la producción de carne. En este sentido la transformación de los objetivos de producción se basa en manejo nutricional y mejora genética, en donde se han mejorado las razas ya existentes y se han generado razas o biotipos con características que hacen más eficientes los sistemas. Mediante la misma se han logrado mejorar los indicadores productivos con implicancia directa en la eficiencia de los sistemas, en donde los cruzamientos surgen como una alternativa logrando la mejora en la misma. Entre los años 2006 y 2016 se realizó un proyecto en donde se recabaron datos los cuales fueron utilizados para la generación de algunos biotipos como Merilín PLUS®, Corriedale PRO® y TexPro®, pero nunca se estimaron los parámetros de cruzamiento. El objetivo del presente trabajo fue estimar parámetros de cruzamiento como diferencias raciales (aditivo) y heterosis (no aditivo) en características reproductivas, de pesos corporales, y de producción y calidad de lana, en las razas Corriedale, Frisona Milchscharf, Finnsheep y Texel, y sus respectivas cruza. Para el presente trabajo se utilizaron hasta 4.588 datos para características reproductivas provenientes de 1.495 hembras, 4.522 datos provenientes de 1.498 hembras para pesos corporales y hasta 3.695 datos provenientes de 1.287 hembras para características laneras, de las razas y cruza mencionadas. En cuanto a diferencias raciales la raza Finnsheep fue la que presentó mayor valor favorable frente a Corriedale en todas las características estudiadas a excepción de peso de vellón (sucio y limpio) y coeficiente de variación del diámetro. La raza Milchscharf no presentó diferencias raciales con Corriedale en la mayoría de las características reproductivas y de lana, aunque hubo diferencias raciales en pesos corporales (mayor) y desfavorables para diámetro y peso de vellón (sucio y limpio); mientras que la raza Texel presentó diferencias raciales no beneficiosas en comparación con Corriedale en la mayoría de las características estudiadas. Cuando se evaluó la heterosis, la mayoría de los grupos genéticos con componentes Finnsheep y Milchscharf mostraron heterosis positiva para la mayoría de las características reproductivas. Todos los grupos genéticos presentaron heterosis en peso vivo a la encarnada a excepción de la F1 Milchscharf por Texel. En producción y calidad de lana la mayor heterosis se demostró para largo de mecha (en todos los grupos genéticos) y en el peso de vellón sucio y limpio (para todos los grupos genéticos a excepción de la mencionada F1).

SUMMARY

The sheep sector has been of great social and economic importance in the history of Uruguay. In recent decades there has been a transformation in the productive emphasis where a large part of the wool systems are passed towards systems focused on meat production. In this sense, the transformation of production objectives is based on nutritional management and genetic improvement, where existing breeds have been improved and breeds or biotypes with characteristics that make the systems more efficient have been generated. Through it, it has been possible to improve the productive indicators with direct implication in the efficiency of the systems, where the crossings arise as an alternative, achieving the improvement in it. Between 2006 and 2016, a project was carried out where data was collected and used to generate some biotypes such as Merilín PLUS®, Corriedale PRO® and TexPro®, but the crossing parameters were never estimated. The objective of this work was to estimate crossbreeding parameters such as racial differences (additive) and heterosis (non-additive) in reproductive characteristics, body weights, and production and quality of wool in the Corriedale, Friesian Milchschaft, Finnsheep, Texel breeds and their respective crosses. For the present work, up to 4,588 data were used for reproductive characteristics from 1,495 females, 4,522 data from 1,498 females for body weights and up to 3,695 data from 1,287 females for wool characteristics, of the breeds and crosses mentioned. Regarding racial differences, the Finnsheep breed presents the highest favourable value compared to Corriedale in all the characteristics studied, except for fleece weight (greasy and clean) and diameter variation coefficient. The Milchschaft breed did not present racial differences with Corriedale in most of the reproductive and wool characteristics, although there were racial differences in body weights (greater) and unfavourable for diameter and fleece weight (greasy and clean); while the Texel presents non-beneficial racial differences compared to the Corriedale in most of the characteristics studied. When heterosis was tested, most genetic groups with Finnsheep and Milchschaft components showed positive heterosis for most reproductive traits. All the genetic groups presented heterosis in live weight to the mating one, except for the F1 Milchschaft and Texel. In wool production and quality, the greatest heterosis was shown for staple length (in all genetic groups) and, in greasy and clean fleece weight (for all genetic groups except the aforementioned F1).

1. INTRODUCCIÓN

El rubro ovino en Uruguay tiene una participación social y económica muy importante en el desarrollo y la economía del país. Hacia fines de los 80 se registraba un stock de 26 millones de cabezas con énfasis en la producción lanera (Bianchi y Garibotto, 2011; Ganzábal, 2007), para luego desde los 90 tener una caída del 70% (Cardellino, 2015) hasta la producción y stock de nuestros días. Esto obligó a buscar alternativas a la lana donde surge la carne ovina como la principal (Azzarini, 1996). Es así como hoy en día, la proporción de exportaciones carne/lana (tomando como referencia el período julio 2020 a junio 2021 para carne y noviembre 2020 a noviembre 2021 para lana) corresponde una relación 40/60 respectivamente (Bottaro y Bervejillo, 2021) para el país en general, mientras que ocupan el primer lugar en los ingresos monetarios para los sistemas intensivos (Ganzábal, 2013).

Los cambios o enfoques productivos deben acompañarse de animales adaptados a los mismos y por ello la importancia del mejoramiento ovino (Ciappesoni et al. 2007). No sólo se han mejorado las diferentes razas ya existentes en el país, sino que se han generado razas/biotipos con las características requeridas por el sistema productivo y el mercado objetivo (Ciappesoni et al. 2007). En el mismo sentido, Ganzábal (2013) menciona la existencia de razas con diferentes potencialidades en lo que a la genética se refiere, que deberán adaptarse a la diversidad productiva y ambiental. De este modo, hay diferentes variantes para lograr dichos objetivos productivos ya sea selección dentro de cada raza, elegir determinada raza o la estrategia de cruzamientos (Ciappesoni et al., 2007).

La eficiencia productiva de las majadas enfocadas principalmente a la carne es determinada por características, entre las que sobresalen una elevada precocidad sexual, partos múltiples y que los ciclos de producción se reduzcan a lo más cortos posible (Ganzábal, 2013). La inclusión en un cruzamiento de una raza prolífica conlleva a resultados superiores en cuanto a fertilidad, desarrollo sexual y el tamaño de camada, en comparación a la raza no prolífica en el propio sistema (Fogarty et al., 1984). El uso de cruzamientos entre razas terminales y biotipos maternos puede mejorar el desempeño de la progenie al disminuir la edad de faena. Esto se da por mayores tasas de crecimiento, que se deben a una buena habilidad materna dada principalmente por una mayor producción de leche de los biotipos maternos, y al incremento de la tasa de crecimiento derivado del uso de los biotipos terminales (Ganzábal, 2013).

En el presente trabajo se estimarán los parámetros genéticos de cruzamientos como diferencias raciales y heterosis, utilizando razas con objetivos de producción diferentes como Corriedale, Frisona Milchschaft, Finnsheep y Texel; en características reproductivas, peso corporal y, producción y calidad de lana.

2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

2.1 Situación del rubro ovino en el Uruguay

La producción ovina del Uruguay se clasifica en tres grandes sistemas: intensivos en donde el objetivo es producir carne de calidad mediante ciclo completo con engorde de corderos (sistemas que se encuentran preferentemente en el litoral sur y oeste, y este de país aunque también se pueden encontrar en cristalino centro o basalto profundo), semi-extensivos en donde se produce carne y lana con uso eventual de cruzamientos terminales (cristalino del este y central, basalto medio, noreste y areniscas) y extensivos donde la principal producción son lanas de calidad mediante un ciclo completo en donde no hay engorde de corderos y si lo hay es por un cruzamiento de tipo terminal (basalto superficial, cristalino del este y central superficial) como señalan Montossi et al. (2005b).

A pesar de algunas condiciones desfavorables para el rubro como dificultades para la venta de carne ovina, precios bajos para la lana y un abigeato creciente, existe un desarrollo tecnológico de la actividad ovina en el Uruguay (Ganzábal, 2013). De un sistema que apuntaba sólo a la producción de lana se pasa a un sistema, donde la producción de corderos toma importancia económica, cambiando las razas existentes o generando razas/biotipos por cruzamientos con doble propósito o carniceras (Sienra et al., 2015). En este sentido, el aumento en la producción de carne se sostiene en la mejora de los indicadores reproductivos, elevar la velocidad de crecimiento (Barbato et al., 2001; Ganzábal, 2013), así como cambios en las categorías presentes disminuyendo la proporción de capones (Barbato et al., 2001). El mejoramiento genético y el manejo de la majada seguramente sean parte de este cambio progresivo.

2.2 Mejoramiento genético

En la actualidad los recursos con los que se cuenta para la mejora genética animal son los cruzamientos y la selección, los cuales pueden ser utilizados de manera simultánea (Cunningham, 1987). Seleccionar razas o cruzarlas sirve para hacer un uso comercial eficiente de las razas que son puras, o generar nuevas razas (Dickerson, 1970). En este sentido, Madalena (2001) indica que con la utilización de cruzamientos puede incrementar la producción en el rango de 20% al 70% aunque al momento que queda establecido el sistema, la posibilidad de mejora de este finaliza. Dickerson (1969) señala que para hacer un uso eficiente de los recursos genéticos disponibles se debe hacer énfasis entre otras cosas, en: definir razas con potenciales productivos de interés, hacer ingresar a los países razas que no estén presentes (exóticas) y para maximizar la eficiencia reproductiva experimentar definiendo las razas y procesos a llevar a cabo.

En ovinos, el mejoramiento genético se ve reflejado en el incremento de la tasa de reproducción en tres o cuatro veces más corderos al año por cada hembra, sumado a la mejora de la velocidad de crecimiento de los corderos y las mejoras de las características de la canal, en donde a medida que se incrementa la tasa reproductiva la lana tiene un peso relativo menor (Dickerson, 1970).

Para poder predecir el desempeño productivo provocado por la mejora genética es que se utilizan los modelos genéticos, los cuales utilizan datos experimentales de algunos grupos genéticos involucrados en las evaluaciones (Madalena, 2001).

2.2.1 Modelos genéticos

El desempeño de los animales está determinado por el componente genético y ambiental los cuales pueden también interactuar entre sí, en donde lo genético está determinado por efecto de genes que actúan solos o en conjunto con otros genes y corresponde al efecto acumulativo de los mismos (Cunningham, 1987). El presente trabajo estará focalizado en la genética de los animales y los efectos ambientales serán incluidos en los modelos de evaluación, pero no se focalizará en ellos.

Los efectos de los genes se dan en tres niveles: los efectos aditivos que corresponden a la acción individual de los genes, efectos de dominancia que corresponden a la acción dentro de un locus de un par de genes y a efectos epistáticos dado por la interacción en más de un loci de más de un gen (Cunningham, 1987). En este sentido Dickerson (1969) señaló que, en un modelo genético, mediante la inclusión de parámetros de cruzamiento como efectos genéticos (i.e. directos y maternos), heterosis y recombinación es posible predecir el rendimiento en un sistema.

Hay distintos tipos de modelos genéticos, entre ellos el modelo aditivo-dominante.

2.2.1.1 Modelo aditivo-dominante

El modelo aditivo-dominante fue utilizado en producción animal en el año 70 por Roland Vencovsky, aunque en plantas había sido presentado antes por Gadner y Eberhart en el año 1966 (Madalena, 2001). El mismo trae consigo los efectos aditivos y de dominancia, donde los primeros están relacionados con lo que cada raza contribuye genéticamente, mientras que los segundos están vinculados a los loci y la sumatoria sobre los mismos de los efectos de dominancia (Cunningham, 1987). Madalena (2001) indica que con los datos de diferencia aditiva y heterosis es posible obtener el dato de desempeño de un cruzamiento.

El mismo Madalena (2001) señala que para el tipo de cruzamiento que sea en donde intervengan dos razas, el modelo aditivo-dominante puede quedar expresado de la siguiente forma:

$$y_{ikl} = Y_o + Aq_i + Hw_i + F_k + \varepsilon_{ikl}$$

en donde: y_{ikl} corresponde a la performance para una determinada característica del $l^{\text{ésimo}}$ animal del $i^{\text{ésimo}}$ cruzamiento en el $k^{\text{ésimo}}$ ambiente; Y_o corresponde al desempeño de la primera raza pura; q_i a ratio esperado de genes de la segunda raza utilizada que se espera; w_i al ratio de los loci que se espera que ocupen los genes de las razas; F_k los efectos ambientales; y se puede predecir el desempeño de un cruzamiento cualquiera con las estimaciones del

desempeño de la raza tomada como la primera raza pura (Y_0), heterosis (H) y diferencias raciales (A).

En este sentido, Madalena (2001) indica que la sumatoria obtenida por la contribución genética a cada grupo genético de las distintas razas tiene que ser uno, imposibilitando la estimación de los efectos directos de las razas contribuyentes a un grupo genético en un cruzamiento. Por lo tanto, el mismo Madalena (2001) precisa que se debe tomar una raza como base sobre la cual se estiman las diferencias, quitando la relación entre las proporciones y estimando los coeficientes de regresión.

Dickerson (1970) señala que se debe recabar información basada en la experimentación sobre efectos aditivos y de heterosis en características de interés económico, para seleccionar razas o cruza de estas.

2.3 Cruzamientos

Se denomina cruzamiento cuando individuos que no tienen un alto grado de parentesco se aparean entre sí, principalmente entre líneas, razas y variedades, intentando explotar el vigor híbrido o heterosis (Cardellino y Rovira, 2013), de explotar la complementariedad y diferencias entre razas (Dickerson, 1973). En la práctica, el objetivo de las cruza es incrementar la eficiencia de dicha cruza en comparación con una raza pura (Leymaster, 2002).

Los cruzamientos tienen mucha trascendencia en la producción ovina (Madalena, 2001). Estos sistemas se fundamentan en que hay diversidad entre las razas y el rendimiento se ve afectado por la heterosis, incluso la complementariedad entre características favorece algunos de estos sistemas como cuando se cruzan razas maternas con buenas características reproductivas con razas paternas orientadas a la producción y calidad de carne (Leymaster, 2002). Cunningham (1987) señala que mientras la selección se fundamenta en un agregado de los efectos aditivos a través de las generaciones que sean favorables para los intereses, los cruzamientos se fundamentan en los efectos de dominancia, aunque no es exclusivo. En un cruzamiento se pueden juntar rasgos más productivos con recursos locales genéticos, permitiendo que la cruza se desempeñe de manera óptima en un determinado ambiente (Lema et al., 2011).

Dickerson (1969) señala que se necesita realizar estimaciones de los rendimientos relativos de razas puras y sus respectivas cruza para elegir una raza que maximice la eficiencia productiva objetivo. En este sentido, cuando se decide realizar un cruzamiento se deben utilizar los datos obtenidos -para la o las características de interés- en las sucesivas progenies y retrocruza, con el fin de optar por crear una raza sintética o simplemente cruzar razas puras para lograr el objetivo (Madalena, 2001). El desarrollo de nuevos biotipos con potencialidades genéticas variadas incrementa la eficiencia y competitividad de los sistemas productores de carne, para los cuales se desea obtener buen número de corderos y elevada tasa de crecimiento de estos, en donde las características principales de los biotipos son: la

precocidad sexual de las hembras, los ciclos cortos de producción y partos múltiples (Ganzábal, 2013). Dickerson (1969) indica que las características de interés en las que tiene mayor injerencia la madre sirven como guía para seleccionar la raza maternal en un cruzamiento, de la misma forma que las características de carneros sirven para seleccionar razas paternas que puedan ser eficientes con el objetivo de producción. Ya desde mediados del siglo XX se concluyó que en cruzamientos se mejoran la magnitud de las características de interés y el número de corderos (Rae, 1952). La cruce entre carneros de razas carniceras con ovejas laneras hace más eficiente los sistemas en producción de lana y carne (Terril, 1958).

Dickerson (1969) y Cardellino y Rovira (2013) indican que la utilización de razas y los sistemas de uso de estas como los cruzamientos, tienen tres objetivos principales:

1. Sustituir una población por otra (o clasificar las que se consideran mejores). Método que tiene muchos años y que ha sido muy utilizado por ejemplo absorbiendo razas criollas (o locales) por británicas en ganado bovino. También se lo puede denominar cruzamiento absorbente.
2. Complementariedad de rasgos. Conduce a que se forme una raza sintética, en donde se mezclan características deseables de las razas parentales, seleccionándose por las mismas. Un ejemplo es la raza Corriedale.
3. Utilizar la heterosis. Se basa en los efectos que no son aditivos, utiliza el máxima nivel de heterocigosis, aunque en cierta forma también usa la complementariedad (cruza de ovejas de una raza con buen nivel de indicadores reproductivos y de carneros de una raza con elevada tasa de velocidad de crecimiento (Fogarty, 2006)).

La eficiencia de un sistema de cruzamiento está determinada en parte por la reposición dado por la proporción de hembras en la majada destinada a la misma, en donde se pueden cruzar más ovejas con carneros de tipo terminal cuando la tasa reproductiva se incrementa por la utilización de razas con mayor prolificidad (debido a que se necesitaran menos hembras para la reposición), y los efectos que puede traer la heterosis (Leymaster, 2002). El incremento de los corderos nacidos por animal se puede consumir mediante el uso de madres que sean cruza o una mejora en el plano alimenticio durante el período de encarnera (Barbato et al., 2001). Leymaster (2002) indica que, al haber diversidad entre las razas, los productores pueden sacar provecho de la complementariedad.

Leymaster (2002) señala que la eficiencia de un sistema de cruzamiento está determinada por diferencias de rendimiento entre razas puras y los efectos de heterosis de ovejas y corderos, en donde la misma depende de la genética de la descendencia aportada por los parentales (Moav, 1966).

El uso de los recursos genéticos se debe basar —entre otros— en mejorar las características de interés económico (Dickerson, 1969).

2.4 Parámetros genéticos de cruzamientos

2.4.1 Estimación

Komender y Hoeschele (1989) sugirieron para la estimación directa de los parámetros de cruzamiento la utilización de un modelo mixto de tipo matricial el cual se ejemplifica a continuación:

$$y = P\gamma + Q\beta + R\alpha + \varepsilon$$

en donde el vector y corresponde a las observaciones; γ es el vector que contiene los parámetros de cruzamiento; β es el vector que contiene los efectos fijos; α corresponde al vector que contiene los efectos aleatorios; P , Q y R son las respectivas matrices de incidencia para cada vector y ε el vector que contiene los errores.

2.4.2 Diferencia racial

La diversidad genética que exista entre las distintas razas tiene gran importancia para afrontar los cambios en producción dados por las prioridades de los consumidores y en la economía del sector (Dickerson, 1969). La importancia de que las razas tengan diversidad es que, dependiendo de los objetivos y los recursos, los productores puedan usar una u otra (Leymaster, 2002). Las diferencias raciales tienen gran importancia debido a enfocarse en una raza cuando esta es superior, explotar la heterosis en cruzamientos de tipo sistemático y lograr el desarrollo de nuevas razas (Dickerson, 1969).

Cuando se utilizan las diferencias raciales en cruzamientos implica uso de razas maternas con buenas características ya sea en facilidad de parto, habilidad materna o un tamaño pequeño, y razas terminales que posean cualidades de alta eficiencia de conversión del alimento en carne, gran potencial para crecer y un producto final de elevada calidad (Aguirrezabala, 1992). Cuando se desarrolla un programa de mejora se debe hacer hincapié en las diferencias raciales y mejorar las razas puras que están disponibles (Dickerson, 1970).

En los sistemas de cría se deben elegir cuidadosamente las razas a utilizar en función de las condiciones y de los objetivos biológicos, basados en evaluaciones de estas (Dickerson, 1969). Leymaster (2002) indica que cuantas más características se toman en cuenta de una vez, mayor es la variabilidad existente entre las razas. Se le ha prestado mucha atención al desempeño de razas puras y cruza en características de interés, debido a que las diferencias raciales tienen alto grado de injerencia en el mejoramiento genético mediante una clasificación de razas con mayor producción, heterosis debido a un cruzamiento o generación de razas nuevas (Dickerson, 1969). Leymaster (2002) señala que las diferencias raciales son utilizadas comúnmente por datos empíricos o tradiciones, pero que lo conveniente es utilizar resultados que sean imparciales y con objetividad antes de tomar una decisión.

Leymaster (2002) menciona que no hay una raza que sea superior en todas las características de interés, sino que cada una posee superioridad para algunas características frente a otras razas, y debilidades en algunas características.

2.4.2.1 Efecto genético individual

El efecto genético individual se refiere a las desviaciones dadas por el promedio de los efectos que son directos de los genes de cada animal (Dickerson, 1969). La distancia en términos cuantitativos de las razas puras, para cada característica, corresponde a la diferencia aditiva (Madalena, 2001). En este sentido Cunningham (1987) indica que en una progenie producto de una cruce, este componente aditivo guarda relación directa a lo que aporta cada raza en términos genéticos.

2.4.3 Heterosis

La heterosis (también llamada vigor híbrido) se define como el aumento o disminución (diferencia matemática) en productividad (en términos de fenotipo) de un animal -o un grupo de estos- cruce en relación al promedio de sus progenitores, la cual se puede expresar en porcentaje (Cunningham 1987; Cardellino y Rovira, 2013). El aumento de la heterocigosidad debido a las cruces es el punto fundamental de la heterosis (Leymaster, 2002). Nicholas (1987) señala que se maximiza la heterosis en características vinculadas a la reproducción y la supervivencia, y mientras que más se diferencien en términos genéticos las poblaciones, la heterosis producto de la cruce de ellas tenderá a ser mayor.

La heterosis depende de que los desvíos de dominancia para el locus (para el carácter de interés) en cuestión sean favorables, por lo tanto, la heterosis esperada es en los distintos loci la sumatoria de los desvíos de dominancia para los alelos los cuales no sean iguales entre líneas (Cardellino y Rovira, 2013). Esta heterosis se presenta cuando la acción no es aditiva, es decir cuando hay dominancia o epítasis para el carácter, tendiendo a aumentar cuanto mayor sea la diferencia entre frecuencias génicas de las poblaciones en cuestión (Nicholas, 1987).

El primer cruce de dos razas produce la máxima heterosis (Dickerson, 1973). En general, lo que se realiza es una cruce entre dos líneas formando lo que se llama población fundadora (F1) en la cual se seleccionan los animales que cumplen con las características deseadas, estos animales seleccionados de la F1 se cruzan entre sí generando una F2 con un medio de la heterosis de su generación antecesora (Cardellino y Rovira, 2013). A partir de F2 la población queda en equilibrio manteniendo el nivel de heterosis (Cardellino y Rovira, 2013).

La heterosis debe calcularse en un mismo ambiente, con el fin de estimar lo que corresponde a la genética, evitando la confusión con el efecto ambiental que pueda influir en la misma (Cardellino y Rovira, 2013).

2.4.3.1 Heterosis individual

Para la heterosis individual es la misma definición que heterosis, o sea diferencia fenotípica entre la craza y el promedio de sus padres, pero no se atribuye a efectos paternos, maternos o ligados al sexo, sino a la carga genética del individuo mismo (Cardellino y Rovira, 2013). La diferencia en el rinde de corderos cruzas en relación a corderos puros (ambos son hijos de hembras puras) corresponde a la heterosis de un cordero (Leymaster, 2002). La heterosis individual y materna son las más importantes para ovinos y bovinos (Cardellino y Rovira, 2013).

2.4.4 Modelo del templo griego

Cunningham en el año 1987 diagramó el modelo del templo griego, en el cual se grafican para dos razas determinadas (en términos cuantitativos) una característica, pudiéndose visualizar los valores de la misma para las razas puras, para la F1 y el promedio de los parentales, con lo cual se puede observar de manera gráfica (y eventualmente numérica) la diferencia racial y la heterosis para esa característica en las razas implicadas. En la Figura 1 se puede observar una representación del modelo del templo griego.

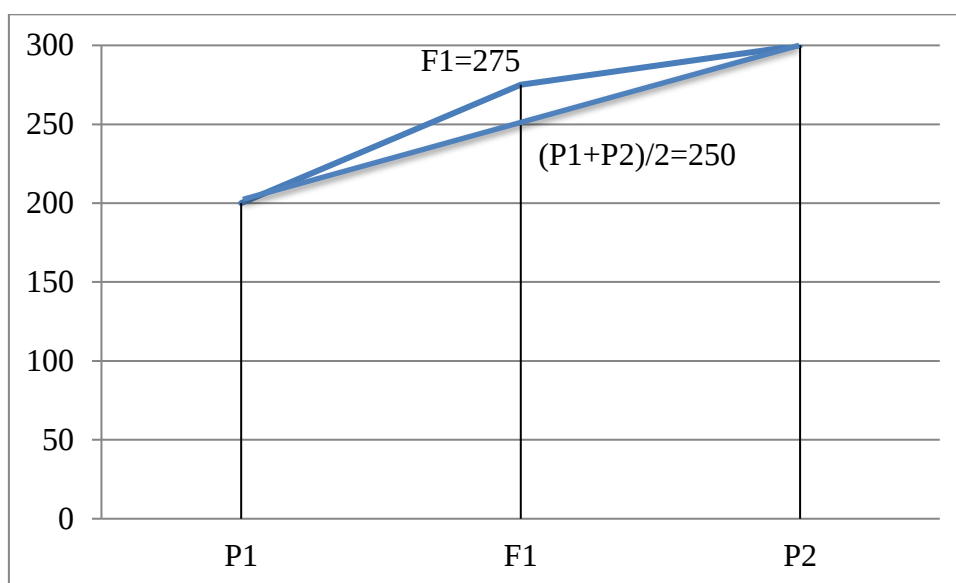


Figura 1. Representación del templo griego de Cunningham, adaptado de Cunningham (1987).

La raza P1 para una característica obtuvo un valor de 200, la raza P2 para la misma característica 300, y la F1 275. Por lo tanto, la diferencia racial entre ambas razas es de 100, el promedio de los parentales 250 y la heterosis es de 25 (10 % superior al promedio de los parentales).

2.5 Características de interés en los ovinos

2.5.1 Características reproductivas

En sistemas intensivos y semi-intensivos donde se desarrolla producción ovina, la habilidad materna y el comportamiento en términos reproductivos tiene gran influencia en los resultados monetarios del sistema (Ciappesoni et al., 2014a). En el resultado económico de un sistema que incluye ovinos para producción de carne de cordero, el desempeño reproductivo tiene un peso relativo importante sobre la misma, debido a la demanda de estos por lo que se debe obtener elevados índices de procreo (Ganzábal, 2005). En lo que se refiere a productividad incluye la cantidad de corderos gestados, supervivencia y peso de venta de los mismos (Conington et al., 2004).

Azzarini (2004) indica que se entiende como eficiencia reproductiva el número de los hijos que produce la hembra en un tiempo determinado, lo que está influenciado por el tiempo entre partos y la cantidad de crías por parto. Niveles de fertilidad buenos son de gran importancia tanto para el progreso genético como para el incremento de ingresos (Fernández Abella y Villegas, 2015). La tasa de extracción en los sistemas está fuertemente influenciada por los indicadores reproductivos como fertilidad y fecundidad, además de la sobrevivencia de las crías (Barbato et al., 2001).

El número de crías está influenciado por la tasa ovulatoria y por la capacidad de sobrevivir embriones y fetos, mientras que el anestro influye en el intervalo interparto (Azzarini, 2004). El mismo Azzarini (2004) señala que a través de los parámetros de fertilidad, prolificidad y supervivencia se expresa en las hembras el potencial reproductivo, determinando la eficiencia reproductiva.

2.5.1.1 Diagnóstico de gestación

Conocer el resultado luego de una etapa de apareamientos o de inseminación artificial, tiene elevada importancia debido a que se puede intervenir en decisiones de alimentación de la majada, pudiendo separar entre ovejas gestantes y vacías (Fernández Abella, 2015).

Debido a los datos obtenidos por las ecografías, tanto de desarrollo de la preñez como del tamaño de la camada, permite una alimentación diferencial de ovejas en función de la carga fetal, ya sea separando ovejas vacías para invernar y vender o para incrementar la nutrición a ovejas que estén gestando más de un feto (Young et al., 2016).

Young et al. (2016) trabajando en Australia, observaron un incremento en rentabilidad debido al diagnóstico de gestación, dado que la ganancia de poder hacer un manejo nutricional diferencial era ampliamente superior al costo de la ecografía.

2.5.1.2 Número de corderos

Hasta el destete, la cantidad de corderos se compone del tamaño de camada (la cual varía dependiendo de las proporciones, mellizos, trillizos y únicos) y la tasa de supervivencia, afectando las ventas posteriores de corderos (Conington, 2004). En este sentido Dutra (2005) señala que la pérdida de corderos en la etapa perinatal oscila entre el 14 y 32% de los mismos, promediando un 20%, en donde entre el 90 a 95% se sitúa en los primeros tres días de vida.

Las mayores ineficiencias en los sistemas es la pérdida de corderos en las primeras horas pos-nacimiento, teniendo particular incidencia el clima sobre la misma (Ganzábal, 2005). Vinculado con lo anterior, Dutra (2005) señala que la pérdida de corderos en torno al parto no solo hace ineficiente a los sistemas por la pérdida de los mismos, sino porque se consume más forraje por parte de la oveja, se produce menos lana y decrece el número de animales que pueden entrar en el programa de selección.

La falta de habilidad materna de la oveja y de vigor del cordero al nacimiento, sumado a partos con complicaciones y baja producción de calostro por parte de la madre, tienen marcada influencia sobre la supervivencia de los corderos (Banchero, 2005). En este sentido, Sidwell et al. (1960) indicaron que el tipo de nacimiento tuvo efecto en la sobrevivencia de los corderos, incrementando el número de corderos nacidos y destetados cuando provenían de partos únicos que de partos de mellizos. La producción de leche tiene efecto en la crianza del cordero, en donde una buena producción tiene gran influencia sobre la sobrevivencia neonatal de los mismos, más que nada en partos múltiples (Oficialdegui et al., 1989). En la misma línea, Dickerson (1970) señala que las buenas condiciones en torno al parto y en la cría posterior, sumado a un destete de manera temprana podrían tener influencia positiva en los partos múltiples.

El porcentaje a la señalada trae consigo otros datos como fertilidad, partos múltiples y supervivencia de las crías por lo tanto es un indicador fuerte de eficiencia de proceso (Ganzábal y Echevarría, 2005). Los mismos autores encontraron que cruza con Milchschaft obtenían una superioridad en porcentaje al destete que razas puras de lana, superior al 30%. La repercusión directa de aumentar el número de corderos es un incremento en el ingreso económico por la venta de los mismos, pero con un incremento en costos de alimentación y sanidad (Conington et al., 2004).

2.5.2 Peso vivo a la encarnerada

El peso vivo de la hembra es una variable que tiene alta incidencia en la fertilidad de las mismas vinculado a la condición corporal y el desarrollo (Ganzábal, 2005). Montossi et al. (2005) indican que al comienzo de la encarnerada es recomendable que para borregas el peso sea entre 36 y 38 kg, y las ovejas tengan más de 3 puntos de condición corporal, y que las dos categorías incrementen su peso en el período de encarnerada para el incremento de fertilidad y prolificidad. Estudios realizados por Corner-Thomas et al. (2015) en Nueva Zelanda indican que se deben tener ovejas con un peso mínimo de 47,5 kg y condición corporal de 3 puntos para maximizar la tasa reproductiva y la fertilidad de las ovejas.

Según Ganzábal (2005) el peso vivo de la madre a la encarnerada guarda relación directa con la fertilidad y en su trabajo indicó que el aumento del peso vivo trae aparejado mayor número de corderos. En este sentido Morley et al. (1978) halló que en gran medida la variación encontrada en la tasa ovulatoria de las ovejas fue asociada al peso vivo a la encarnerada. Por cada kilo de peso vivo adicional a la encarnerada, Thomson et al. (2004) encontró un incremento del 1% en el porcentaje de parición (corderos nacidos/ovejas paridas) trabajando con la raza Romney y cruza de la misma con Finnsheep, Milchschaaf y Poll Dorset. Por otro lado, Ganzábal (2005) halló un incremento de 1,7% (corderos nacidos sobre ovejas encarneradas) por cada kilo de peso vivo adicional en ovejas Corriedale.

2.5.3 Lana

El crecimiento de la lana tiene una marcada estacionalidad, la cual varía en un ciclo productivo (Pérez y Kennedy, 1989; Brown y Crook, 2005; Rogers y Schlink, 2010), promediando un crecimiento de 0,3 a 0,4 mm diarios promedio (Rogers y Schlink, 2010) y en donde la tasa de crecimiento está afectada principalmente por los nutrientes ingeridos y los aminoácidos esenciales (Rogers, 2006; Rogers y Schlink, 2010). La calidad de un lote de lana (por lo tanto el precio), está dada por diámetro de las fibras, color, largo de mecha, resistencia y punto de ruptura y, la contaminación con productos vegetales (Cardellino y Trifoglio, 2005; Rogers y Schlink, 2010; Neimaur et al., 2015; Pérez et al., 2018). Los ingresos por venta de lana en los sistemas productivos están dados principalmente por el diámetro y el peso de vellón (Greff et al., 2010). En este sentido Conington et al. (2004) señala que, en el Reino Unido, para una misma raza el precio está determinado principalmente por el peso del vellón y que no haya presencia de contaminantes (e.g. material vegetal).

En la etapa de procesamiento industrial, el diámetro de fibra es la característica de mayor influencia en el uso final que se le va a dar a la lana (Ponzoni et al., 1992; Abella y Goldaraz, 2021). Cottle (2010) indica que las lanas más finas se usan para tejidos más suaves y de mayor liviandad. En este sentido, el mismo Cottle (2010) señala que las lanas para prendas de vestir oscilan en el rango de 23 a 28 micras, tejidos finos de 19 a 23 micras, mientras que lanas con micronajes mayores (entre 34 y 37 micras) se utilizan en tapicería, mantas y alfombras. La presencia de fibras oscuras en los vellones afecta la calidad de los tejidos blancos, mientras que las fibras meduladas afectan el resultado de la tinción de los tejidos coloreados, por lo que se establecen límites industriales de presencia de este tipo de fibras en los vellones (Hansford y Swan, 2005).

2.5.3.1 Diámetro de fibra

El diámetro de fibra es una característica asociada a las razas (Pérez Álvarez et al., 1984; Cottle, 2010), el sexo también afecta el diámetro siendo en orden descendente carneros, capones y ovejas (Pérez Álvarez et al., 1984; Bianchi, 1997) y por último la nutrición donde planos nutritivos elevados y restrictivos engrosan o afinan la lana, respectivamente (Pérez Álvarez et al., 1984). La relación entre folículos secundarios y primarios (S/P) difiere entre

razas (Cottle, 2010), en donde las razas con mayor relación S/P producen lanas más finas (Rogers, 2006).

El diámetro no es similar en las diferentes regiones del cuerpo, ya que el mismo se incrementa desde la paleta hacia los cuartos, siendo la zona media de costilla la zona representativa para extracción de muestras de lana (Hansford, 1992; Cottle, 2010). En concordancia con lo anterior, Denney (1990) trabajando con una raza lanera halló que el diámetro aumentaba hacia la parte trasera del vellón de lana. Bianchi (1997) señala que intra animal hay una tendencia al incremento de diámetro hacia la parte dorsal y posterior.

2.5.3.2 Coeficiente de variación del diámetro

El coeficiente de variación del diámetro hace referencia a los diámetros de fibras que se encuentran en una determinada distribución, pudiendo variar el mismo entre vellones, entre diferentes sectores del vellón, entre las fibras que componen una mecha y a lo largo de la fibra (Hansford, 1992; Brown y Crook, 2005).

El coeficiente de variación del diámetro hace referencia a los diámetros de fibras que se encuentran en una determinada distribución, en donde la fuente variación puede ser entre fibras dentro de una mecha, a lo largo de la fibra, en diferentes sitios del vellón o entre vellones (Hansford, 1992; Brown y Crook, 2005). Dentro de la mecha, la variación de diámetro de fibras se debe a la iniciación de los folículos y sus interacciones, teniendo mayor importancia que las variaciones dentro del vellón (Cardellino, 1976). Industrialmente, la variación de mayor importancia no es entre fibras, sino que es a lo largo de la fibra. (Cardellino, 1976).

Se encontró una asociación entre coeficiente de variación del diámetro y lanas más gruesas de manera positiva (Fleet et al., 1982, Whiteley, 2003). Los coeficientes de variación del diámetro se encuentran entre 20 y 26% en los tops de lana fina y superfina (Whiteley, 2003).

2.5.3.3 Largo de mecha

El largo de mecha es uno de los componentes principales que hacen a la calidad de lana (Rogers y Schlink, 2010), teniendo elevada influencia en el proceso de lavado y la posterior fabricación de los tops de lana (Whiteley, 2003). Su utilidad radica en la predicción mediante el largo de mecha del largo de fibra en el top (Bianchi, 1996; Whiteley, 2003). Capurro (1996) señala que el largo de mecha indica en la industria el proceso al cual se destina la lana, por lo que a mayor largo de mecha aumenta la cohesión de la fibra y pudiendo obtener hilados de mayor finura. Lanass con fibras más cortas se someten al proceso de cardado sin peinarse, así no son desechadas las fibras cortas, obteniendo un producto diferente (Cardellino, 1976). Esta característica clasifica la lana por destino, si es para peinado o cardado, se mide con regla milimetrada en lana sucia y tiene especial importancia para confeccionar prendas posterior (Fernández Abella et al., 2007).

El largo óptimo de las lanas superfinas oscila entre 8,2 y 8,5 cm mientras que las lanas medias entre 9 y 9,5 cm, recibiendo penalidades en el precio de venta si son más cortas o largas que los óptimos (Cardellino y Trifoglio, 2005). El largo de mecha este directamente vinculado a la resistencia a la tracción en el hilado, debido a que soportan presiones en el procesamiento industrial (Cardellino, 1976).

2.5.3.4 Peso de vellón

Los factores que afectan la producción de lana son la edad, sexo, estado fisiológico y la incidencia materna (Corbett, 1979; Pérez Álvarez et al., 1984; Rogers y Schlink, 2010). En este sentido el peso vivo a la encarnerada explica el 20% de la variación en peso de vellón (Turner, 1956). El mismo Turner (1956) indica que se halló un aumento de 0,02 libras de peso de vellón limpio por incremento de una libra en peso vivo. Estudios de Gallagher y Hill (1970) en corderos encontraron una asociación favorable entre crecimiento de peso vivo y de producción de vellón limpio en el año, a excepción del invierno.

El peso de vellón aumenta hasta los tres-cuatro años en donde se llega a la máxima producción, y luego empieza a caer con los siguientes años (Corbett, 1979). En el mismo sentido, el peso de vellón disminuye a medida que los ovinos envejecen en paralelo con la densidad y longitud de las fibras de lana (Rogers y Schlink, 2010).

El crecimiento fue menor en ovejas gestando (en el cuarto y quinto mes) así como las lactantes (Oddy, 1985; Ganzábal, 2005), en donde la preñez y la lactación impactan produciendo un decremento en la producción de lana de 10 y 14% (Corbett, 1979). En este sentido, se encontró que produce entre 3 y 10% menos de vellón (sucio y limpio) una oveja gestante que una vacía (Corbett, 1979), mientras estudios de Ganzábal (2005) indicaron mayor producción de lana de ovejas falladas sobre gestantes en donde la superioridad fue de 350 gramos en ovejas adultas y de 250 gramos en borregas. Ovejas lactando un solo cordero presentan una reducción de 5 a 8% la producción de lana, duplicándose cuando son mellizos (Corbett, 1979). En la misma línea, ovejas Corriedale adultas que gestaron y parieron un solo cordero produjeron 100 gramos más de lana que melliceras Corriedale, siendo opuesto los resultados en las borregas por lo que la hipótesis del resultado de estas últimas fue que la mortalidad de corderos es mayor en melliceras por lo que una importante proporción de borregas gestaron un solo cordero comportándose como de parto único (Ganzábal, 2005).

El peso de vellón es mayor en carneros Merino que en ovejas, aunque podría estar explicado por el tamaño (Corbett, 1979). En la misma línea, Denney (1990) trabajando con una raza lanera halló una superioridad estadística en el peso del vellón al comparar machos con hembras en favor del primero, aunque también el peso vivo de los machos era mayor.

2.5.3.5 Rendimiento al lavado

Se expresa en porcentaje y es la medida que expresa la cantidad de lana limpia que se obtiene a partir del vellón sucio (Ponzoni et al., 1992). El rendimiento al lavado considera impurezas

como suarda, tierra, polvo, entre otras, las cuales se remueven en lavado antes del cardado y el peinado (Trifoglio, citado por Ganzábal et al., 2007).

El valor industrial de la lana aumenta conforme aumenta el rendimiento al lavado (Capurro, 1996). Ponzoni et al. (1992) señala que el rendimiento al lavado posee correlaciones positivas entre medias y altas con el peso del vellón limpio.

2.6 Razas ovinas integrantes del proyecto

2.6.1 Corriedale

Esta raza proviene de Nueva Zelanda (Cottle, 2010; SUL, 2010), la cual para ser generada se usaron las razas Merino y Lincoln, en donde se buscó llegar a un genotipo o grupo genético con producción considerable de carne y lana (Pérez Álvarez et al., 1989; Cottle, 2010; SUL, 2010). Es una raza que posee adaptación al Uruguay, produciendo un vellón de interesantes características comerciales, capones pesados y corderos precoces (Pérez Álvarez et al., 1989). Datos obtenidos de la Encuesta Ganadera Nacional del año 2016 señalan que el 42% de la majada nacional corresponde a la raza Corriedale (MGAP, 2018).

Entre las principales características de la raza respecto a la lana se encuentra un diámetro promedio de fibras de 25 a 32 micras, largo de mecha de 10 a 15 cm (Pérez Álvarez, 1989; Ponzoni et al., 1992; Capurro, 1996; Bianchi y Garibotto, 2000; Cottle, 2010; SUL, 2010), coeficiente de variación del diámetro de 21,7 a 22,9 % (Reid y Booker, 2001; Ciappesoni et al., 2014d; Neimaur et al., 2015). El peso de vellón sucio de esta raza oscila entre 4 y 7 kg (Bianchi y Garibotto, 2000; Cottle, 2010), el peso de vellón limpio de 2,5 a 3,5 kg (Reid y Booker, 2001; Kremer et al., 2007; Cottle, 2010;) y un rendimiento al lavado entre 69 y 83% (Pérez Álvarez, 1989; Capurro, 1996; Bianchi y Garibotto, 2000; SUL, 2010).

En términos reproductivos la bibliografía señala una fertilidad entre 74 y 86% (Bianchi y Garibotto, 2000; Barbato et al., 2001; Kremer et al., 2007; Barbato et al., 2011), una prolificidad entre 107 y 125% (Bianchi y Garibotto, 2000; Ciappesoni et al., 2014) y una fecundidad entre 97 y 130% (Barbato et al., 2001; Kremer et al., 2007; Barbato et al., 2011). De todos modos, Barbato et al. (2011) señala que a nivel de predios comerciales las tasas reproductivas alcanzadas oscilan entre los 55 y 65%.

En el Uruguay, la línea de mejoramiento genético tiende a un descenso en el diámetro de fibra, y un incremento en peso de vellón y peso de canal (SUL, 2010).

2.6.2 Finnsheep

Es una raza originaria de Finlandia, la cual se introdujo en el año 2004 en el Uruguay por parte de INIA, por medio de embriones provenientes de Oceanía, más precisamente de Australia (SUL, 2010). La raza se utiliza, en su país de origen desde hace 2000 años y desde 1918 se realiza un mejoramiento sistemático de la misma (Maijala, 1996).

La raza está considerada especializada en fertilidad y habilidad materna, entre otros (Aaron, 2014), en donde la principal característica de interés es la prolificidad, que proviene de una selección natural y una artificial desde la primera parte del siglo XX (Maijala, 1996). Datos nacionales reportan 2,06 y 2,3 fetos por oveja preñada (Ciappesoni et al., 2014d; Banchero et al., 2016). Las hembras bien desarrolladas son encarneradas antes de los cuatro meses, aunque en general se terminan encarnerando a los siete u ocho meses (Maijala, 1996). La misma se utiliza comúnmente para producir hembras cruza con alto porcentaje de señalada (SUL, 2010).

2.6.3 Frisona Milchscharf

Raza proveniente de la región Frisia del Este en Alemania (Farid y Fahmy, 1996). El ingreso al Uruguay de dicho material genético es principalmente de la República Argentina (precisamente del INTA Balcarce) y no de Europa, debido a barreras de tipo sanitario, que impidieron dicho ingreso (Kremer et al., 2007).

La raza Milchscharf es señalada como de las mejores razas productoras de leche y corderos, en donde debido a la prolificidad de esta raza se puede obtener 1,8 a 2,2 corderos por oveja. (Farid y Fahmy, 1996), mientras que Ciappesoni et al. (2014d) obtuvo una prolificidad de 1,56 fetos por oveja preñada.

En cuanto a la producción de lana, trabajos de Sienra et al. (2015) obtuvieron valores de peso de vellón de 3,25 kg, diámetro de fibras de 35,9 micras y largo de mecha de 12,9 cm. (valores promedio para ovejas de 2 a 5 años de edad). En la misma línea, Reid y Booker (20012) encontraron valores de 31,9 micras y un coeficiente variación de 20,4%. Sienra et al. (2015) trabajando con ovejas de la raza obtuvo valores de rendimiento al lavado de 79,7%, mientras que Reid y Booker (2001) en Nueva Zelanda en ovejas de la misma raza obtuvieron rendimientos al lavado de 73,3%.

2.6.4 Texel

La raza Texel es una raza sintética descendiente de la cruce del viejo Texel con razas como Lincoln o Leicester, es de origen holandesa (Ceballos y Villa, 2017). Se caracteriza por buena tasa de crecimiento, calidades superiores de carcasa y un buen desarrollo muscular (Aaron, 2014; Ciappesoni et al., 2014c). Debido a características mencionadas, y a otras como buena precocidad sexual, alto porcentaje de parición y buena calidad de carne, entre otros, ha conllevado a que se amplíe la investigación (Li et al., 2009). En línea con lo anterior, trabajos nacionales reportan pesos al nacer entre 4,6 y 4,8 kg y pesos al destete entre 21,3 y 22,5 kg. (Ciappesoni et al., 2014b; Ciappesoni et al., 2014c). Según Pérez Álvarez et al. (1989) se obtiene un rendimiento en torno a los 55 a 60% en cuarta balanza y buenas características de carne.

La raza produce vellón promedio de 3,5 y 5,0 kg (machos y hembras respectivamente) con un diámetro promedio de 25 a 30 micras (Pérez Álvarez et al., 1989; SUL, 2010).

2.7 Antecedentes de cruzamientos

Los trabajos internacionales y nacionales basados en estas razas, características y parámetros de cruzamientos son muy variados.

Diversos autores internacionales han tratado esta temática como es el caso de Nitter en 1978, en donde presenta en su trabajo los niveles de heterosis para diferentes características reproductivas y de crecimiento en ovinos, sin especificar razas. Por otro lado, diversos autores han estudiado con determinadas razas dichos parámetros, como los trabajos de Niznikowski et al. (1992) y Afolayan et al. (2008), que trabajando con características de lana y reproductivas, con las razas Corriedale y cruza de la misma con Milchscharf y Finnsheep, entre otros. En este sentido, Afolayan et al. (2008) hallaron una fertilidad de 0,90, 0,87 y 0,75 para las razas con machos Finnsheep, Milchscharf y Corriedale respectivamente, mientras que Bunge et al. (1995) una fertilidad de 0,88 con carneros de raza Finnsheep (las hembras eran cruce Suffolk y Targhee). Por otro lado, Nitter (1978) sugiere para características reproductivas una heterosis individual de 2,6 y 2,8% para fertilidad y prolificidad respectivamente, respecto al promedio de los parentales. En lo que respecta a lana, Reid y Booker (2001) trabajando con la cruce Milchscharf y Corriedale hallaron un heterosis de 3,3 y 4,8% para rendimiento al lavado y diámetro promedio de fibra respectivamente.

Los trabajos nacionales en la temática se han centrado principalmente en la producción de razas y primeras cruza, donde sus objetivos no incluían un diseño que permita la estimación de parámetros de cruzamientos. Entre ellos se destacan los trabajos presentados por Bianchi y Garibotto (2000) para características reproductivas de cruza con base Corriedale y Corriedale puro y Barbato et al. (2001) en la raza Corriedale y cruza con Finnsheep y Milchscharf en características reproductivas y de lana. Por otro lado, también se destacaron los trabajos de Ganzábal et al. (2007) en donde se evaluaron primeras cruza y hembras cruza para características reproductivas, de canal y lana, Ganzábal (2013) en características entre la raza Corriedale y grupos genéticos maternos. Kremer et al. (2007) trabajó comparando Corriedale con una cruce Milchscharf y Corriedale en características reproductivas, pesos corporales y lana, Ciappesoni et al. (2014b) que con razas Corriedale, Texel y sus cruza para características al nacimiento de corderos y Ciappesoni et al. (2014b) que trabaja con una base parcial de la base de datos utilizada en este trabajo, entre otros. Más recientemente se presentaron trabajos de Corriedale y Merino Dohne para ganancias de peso y características de lana presentados por De Barbieri et al. (2021). Los principales resultados se pueden observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Principales resultados nacionales para características reproductivas y de lana de diferentes grupos genéticos.

Grupo genético	Fert.	PVE	Diám.	CVD	PVS	PVL	RL	LM	Autor
CC	74,2				4,3	3,1	72,3	11,8	Barbato et al. (2001)
CM	75,3				4,1	3,1	76,0	11,9	Barbato et al. (2001)
CT	93,2				4,0	3,0	74,1	11,6	Barbato et al. (2001)
CC	1,3	48,9	30,0			3,5		11,2	Ciappesoni et al. (2014)
MC	1,5	52,1	32,1			3,2		11,7	Ciappesoni et al. (2014)
MM	1,6	53,9	33,9			2,3		10,7	Ciappesoni et al. (2014)
FC	1,8	50,1	28,5			3,0		12,2	Ciappesoni et al. (2014)
FM	2,1	54,7	30,8			2,4		12,3	Ciappesoni et al. (2014)
FF	2,1	44,9	25,9			1,9		11,2	Ciappesoni et al. (2014)
CC		42,3		22,6	3,8	3,0	48,3	9,4	Ciappesoni et al. (2014b)

C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchschaaf, Fert.: fertilidad, PVE: peso vivo a la encarnerada (kg), Diám: diámetro (μ), CVD: coeficiente de variación del diámetro, PVS: peso de vellón sucio, PVL: peso de vellón limpio, RL: rendimiento al lavado, LM: largo de mecha.

La ausencia de información en lo referido a parámetros de cruzamiento fue una de las principales motivaciones para realizar este trabajo.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La eficiencia de los sistemas productivos carniceros de ovinos se basa en obtener precocidad sexual, partos múltiples y reducir los tiempos de los ciclos, para así generar mayor número de corderos e incrementar la velocidad de crecimiento de los mismos (Ganzábal, 2013). Los cruzamientos de machos de razas terminales con hembra de razas prolíficas determinarían una producción de carácter intensivo, obteniendo velocidades de crecimiento elevadas y canales de buena calidad en los corderos, mientras que en sistemas semi-extensivos se conjugará la producción de corderos con la de lanas de buena a excelente calidad (Montossi et al., 2013).

Con este fin, en INIA se desarrolló un proyecto entre los años 2006 y 2016 donde se utilizaron ovejas, borregas y carneros de las razas Corriedale, Frisona Milchschaft, Finnsheep y Texel (y sus cruza). Sin embargo, con los datos de este proyecto nunca se realizó una estimación completa de los parámetros genéticos, más allá que se utilizaron de manera parcial para la generación de biotipos como Merilín PLUS®, Corriedale PRO®, TexPro® en asociación de productores con INIA y SUL. Para un correcto desarrollo de sistemas de cruzamientos, es necesario hacer una estimación concreta de los parámetros de cruzamiento (Dickerson, 1969).

La hipótesis planteada es que existen diferencias raciales y heterosis individual entre las razas con distintos potenciales productivos como Corriedale (doble propósito), Frisona Milchschaft (habilidad materna), Finnsheep (prolífica) y Texel (terminal) para las características productivas y reproductivas.

3.1 Objetivo general

Estimar parámetros genéticos aditivos y no aditivos en características productivas y reproductivas de las razas Corriedale, Frisona Milchschaft, Finnsheep y Texel y sus cruza manejadas en condiciones extensivas y semi-intensivas.

3.2 Objetivos específicos

- a) Realizar la estimación de las medias de características productivas y reproductivas, considerando los factores que tiene influencia en las mismas.
- b) Realizar la estimación de las diferencias raciales de las razas Corriedale, Frisona Milchschaft, Finnsheep y Texel en las características productivas y reproductivas, las cuales corresponden a los efectos aditivos.
- c) Realizar la estimación de la heterosis individual para los cruzamientos de las razas Corriedale, Frisona Milchschaft, Finnsheep y Texel en las características productivas y reproductivas, que corresponde a los efectos no aditivos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Las hembras evaluadas se generaron entre los años 2006 y 2013 a partir de razas puras Corriedale, Finnsheep, Milchschaef, Texel y sus cruzas, de acuerdo a su orientación productiva (doble propósito, prolífica, materna y carnífera, respectivamente). La evaluación se llevó a cabo entre los años 2008 y 2016 en La Estanzuela y en predios de productores comerciales, donde estuvieron representados dos tipos de sistemas de acuerdo a su intensidad (extensivo y semi-intensivo) en donde los ovinos pastorearon distintos tipos de pasturas.

Se evaluaron características reproductivas, peso a la encarnada de las hembras y características de producción y calidad de lana. Se estimó tanto la diferencia entre los distintos grupos genéticos y los parámetros de los cruzamientos (efectos aditivos y heterosis individual) mediante un modelo de medidas repetidas, en donde se utiliza un modelo para características reproductivas y otro para pesos corporales y lana.

4.1 Generación de madres a evaluar

Fueron utilizadas hembras de trece grupos genéticos entre puros y cruzas, generadas a partir de las razas puras Corriedale (C), Frisona Milchschaef (M), Finnsheep (F) y Texel (T) y cruzas entre ellas, como se presentan en el Cuadro 2. Las hembras con base Corriedale fueron generadas en INIA La Estanzuela, y en los establecimientos de los productores Fossati, Hirchy y Scremini. Las ovejas base F.F y T.T se generaron en INIA La Estanzuela y los de base Frisona Milchschaef en INIA Las Brujas. El resto de las cruzas también fue generado en INIA La Estanzuela. En el Cuadro 2 se especifica por grupo genético su origen.

Cuadro 2. Grupos genéticos parentales y generados (hembras para evaluar) según lugar de nacimiento.

Paterno	Materno	Generado	Lugar de nacimiento (origen)
C.C	C.C	C.C	La Estanzuela + Productores
C.C	T.T	C.T	
F.F	C.C	F.C	La Estanzuela
F.F	M.M	F.M	
T.T	C.C	T.C	
F.F	F.C	F.(F.C)	
F.F	F.F	F.F	
T.T	T.T	T.T	
F.F	T.T	F.T	
M.M	C.C	M.C	Las Brujas
M.M	M.M	M.M	
M.M	M.C	M.(M.C)	
M.M	T.T	M.T	

C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchschaef, T= Texel

En total se generaron 1495 hembras que fueron evaluadas como borregas y ovejas de los distintos grupos genéticos mencionados. Las mismas nacieron entre los años 2006 y 2013 según se presenta en el Cuadro 3 y fueron hijas de un total de 112 carneros.

Cuadro 3. Total de hembras evaluadas por generación y grupo genético

Grupo Genético	Generación								Total
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
C.C	87	57	40	28	28	19	12	7	278
C.T	0	0	0	0	0	14	19	14	47
F.(F.C)	0	0	0	0	0	25	9	0	34
F.C	79	66	58	41	0	0	0	0	244
F.F	3	12	11	7	0	12	2	0	47
F.M	15	11	30	23	0	0	0	0	79
F.T	0	0	0	0	0	15	13	26	54
M.(M.C)	0	0	0	0	17	0	13	15	45
M.C	96	87	62	44	0	0	0	0	289
M.M	26	38	24	18	17	10	14	13	160
M.T	0	0	0	0	0	21	12	18	51
T.C	0	0	0	0	38	33	21	16	108
T.T	0	0	0	0	0	18	19	22	59
Total	306	271	225	161	100	167	134	131	1495

C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchscaf, T= Texel

Con el objetivo que hubiese conectividad entre los grupos genéticos y las generaciones, y que no se favoreciera un biotipo por la selección de los carneros, se utilizaron (cuando era posible tomando en cuenta el grupo genético) carneros de conexión (padres de las hembras a evaluar). De total de carneros padres utilizados (112) 38 fueron de conexión. Por lo tanto, los mismos carneros fueron padres de diferentes grupos genéticos (e.g. un carnero F padre de F.F y de F.C).

4.2 Registros

La evaluación de las hembras se llevó a cabo durante 8 años. En el Cuadro 4 se presentan los registros totales (correspondiente a hembras con ecografías) por grupo genético y año de evaluación.

Cuadro 4. Total de ecografías evaluadas por año y grupo genético

Grupo Genético	Año de evaluación									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
C.C	87	134	163	161	162	123	91	27	24	972
C.T	0	0	0	0	0	14	35	38	31	118
F.(F.C)	0	0	0	0	0	24	30	24	21	99
F.C	80	140	180	161	121	83	55	0	0	820
F.F	3	15	19	19	12	20	10	7	7	112
F.M	14	25	54	73	52	38	14	0	0	270
F.T	0	0	0	0	0	15	30	49	42	136
M.(M.C)	0	0	0	0	17	18	25	25	21	106
M.C	96	180	216	191	138	90	52	0	0	963
M.M	26	61	74	78	73	65	37	18	18	450
M.T	0	0	0	0	0	21	34	35	35	125
T.C	0	0	0	0	38	68	84	51	39	280
T.T	0	0	0	0	0	17	35	46	39	137
Total	306	555	706	683	613	596	532	320	277	4588

C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchschaft, T= Texel,

La cantidad de registros varió por característica, así como la cantidad de hembras utilizadas y sus padres. En el Cuadro 5 se presentan las cantidades de hembras y datos utilizados para las principales características.

Cuadro 5. Cantidad de registros totales, hembras evaluadas y sus padres según característica

	Característica	Datos	Hembras	Padres
Reproductivas	Fecundidad	4588	1495	112
	Prolificidad	3764	1361	109
Pesos corporales	Peso vivo a la encarnerada	4522	1489	112
Lana	PVS	3695	1287	93
	Diámetro	3606	1284	93

PVS: peso de vellón sucio

Estas hembras fueron encarneradas con carneros de seis grupos genéticos (C.C, F.C, F.F, M.C, M.M, T.T). Del total de servicios analizados (4.588) se registró la raza del carnero en 3.969 casos (87%) y la identificación individual del mismo en 2.889 (63%, 116 carneros en total) servicios. Esta diferencia se debe a que entre los años 2014 y 2016 se realizó monta colectiva con la raza Texel conformando 953 apareamientos. En el Cuadro 6 se observan la distribución de los servicios con grupo genético del carnero identificado. Los apareamientos con C.C, F.C, F.F, M.C, M.M y T.T fueron 5.0, 8.8, 19.2, 7.5, 26.4 y 33.1%, respectivamente.

Cuadro 6. Servicios con registros de grupo genético de los carneros según genética de las hembras.

Grupo genético Hembras	Grupo genético Carneros (servicios)						Total
	C.C	F.C	F.F	M.C	M.M	T.T	
C.C	196	0	185	1	194	170	746
C.T	0	0	0	0	0	118	118
F.(F.C)	0	0	0	0	0	99	99
F.C	0	3	387	297	4	0	691
F.F	0	0	63	0	1	35	99
F.M	0	1	0	1	221	0	223
F.T	0	0	0	0	0	136	136
M.(M.C)	0	0	0	0	0	106	106
M.C	1	344	3	0	478	0	826
M.M	1	1	122	0	150	109	383
M.T	0	0	0	0	0	125	125
T.C	0	0	0	0	0	280	280
T.T	0	0	0	0	0	137	137
Total	198	349	760	299	1048	1315	3969

C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchschaft, T= Texel,

Se evaluaron características reproductivas (prolificidad y fecundidad), pesos a la encarnerada y características de lana por medio de esquila pre y posparto.

La fecundidad se definió como número de fetos ecografiados sobre las hembras servidas, mientras que la prolificidad se realizó sobre el número de hembras preñadas. Se registró el peso vivo a la encarnerada sin ayuno previo, los días previos al inicio de la encarnerada. La ecografía se realizó entre 80 y 120 días posteriores a la entrada de los carneros en la majada, siempre por el mismo técnico.

La esquila se realizó preparto en los meses de julio a agosto, a excepción de la generación 2009 y 2010 en el año 2012, la cual se realizó en el mes de noviembre. Mediante el análisis de laboratorio de los vellones obtenidos en las esquilas, se obtuvieron y registraron los valores de las siguientes características: diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro, largo de mecha, peso de vellón sucio, peso de vellón limpio y rendimiento al lavado. Los análisis se rigieron por las normas internacionales IWTO (International Wool Textil Organization).

4.3 Manejo

Cada generación se mantuvo desde su nacimiento hasta el destete en el predio de origen, y luego se la ubicó, a toda la generación en el lugar de evaluación asignado manteniéndose junta en adelante, por lo que no hubo generaciones que generaran registros en dos lugares distintos en el mismo año. Los lugares donde se evaluó fueron INIA La Estanzuela y el predio del productor Sánchez (ambos de carácter semi-intensivo) y en los predios de los productores Fossati y Zuasnabar (ambos de carácter extensivos). Con la excepción de las

cruzas entre C y T que se disponía de ambas F1 (i.e. C.T y T.C) se contó solo con una F1 asumiendo que el desempeño de la misma es igual para las características evaluadas que contarían con un efecto maternal no relevante (Koch 1972; Sölkner y James 1990).

La primera encarnada de todos los biotipos se realizó como borrega —a los 18 meses— y se generaron registros en algunas generaciones/biotipo hasta los siete años inclusive siendo adultas, por lo que se discriminaron dos categorías, borregas y adultas. La misma se dio entre los meses de marzo a mayo de cada año, se realizó durante 60 días por medio de monta natural.

4.4 Modelos estadísticos

La evaluación de las características reproductivas (i.e. prolificidad y fertilidad), pesos a la encarnada y, producción y calidad de lana (i.e. diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro, largo de mecha, peso de vellón sucio y limpio, y rendimiento al lavado) se llevó a cabo mediante un modelo de medidas repetidas, en donde los efectos aleatorios fueron la hembra ovina y el padre de la misma. Los efectos fijos fueron el grupo genético de esa hembra, las interacciones año $\times$ lugar, grupo genético $\times$ origen y grupo genético $\times$ categoría, el efecto de la ecografía anterior (preñada o no preñada) y la categoría de esta (borrega o adulta). Para las evaluaciones de lana y pesos corporales se le agregó, además, el efecto del tipo de nacimiento, separándolo en dos categorías como único o múltiple. Se utilizaron dos modelos, uno para características de pesos corporales y lana y otro para características reproductivas, en donde este último presentó un modelo alternativo el cual incluía el peso vivo a la encarnada como covariable.

4.4.1 Modelos para características reproductivas

$$y_{jklmnopq} = \mu + G_j + A.L_k + G.O_l + Ea_m + Ct_n + G.Ct_o + H_p + Pd_q + PVE + \varepsilon_{jklmnopq}$$

en donde:

- y es la observación de la característica
- μ es la media general
- G es el efecto del j -ésimo grupo genético ($j=1, \dots, 13$)
- $A.L$ es el efecto de la k -ésima interacción año $\times$ lugar ($k=1, \dots, 14$)
- $G.O$ es el efecto de la l -ésima interacción grupo genético $\times$ origen ($l=1, \dots, 11$)
- Ea es efecto del m -ésima ecografía anterior ($m= 1, 2$)
- Ct es el efecto del n -ésima categoría ($n= 1, 2$)
- $G.Ct$ es el efecto de la o -ésima interacción grupo genético $\times$ categoría ($o=1, \dots, 13$)
- H es el efecto aleatorio de la p -ésima hembra ovina ($\sim N(0, \sigma^2_H)$) ($q= 1, \dots, 1498$ para fertilidad y $q=1, \dots, 1366$ para prolificidad)
- Pd es el efecto aleatorio de la q -ésimo padre de la hembra ovina ($\sim N(0, \sigma^2_{Pd})$) ($r=1, \dots, 108$ para fertilidad y $r= 1, \dots, 106$ para prolificidad)
- PVE es el efecto del peso vivo a la encarnada en kg, como covariable
- ε es el efecto aleatorio residual ($\sim N(0, \sigma^2_\varepsilon)$) de la observación $jklmnopq$

4.4.2 Modelos para características de lana y pesos corporales

$$y_{jklmnopqr} = \mu + G_j + A.L_k + G.O_l + Ea_m + Ct_n + G.Ct_o + Tn_p + H_q + Pd_r + \varepsilon_{jklmnopqr}$$

en donde:

- y es la observación de la característica
- μ es la media general
- G es el efecto del j -ésimo grupo genético ($j=1, \dots, 13$)
- $A.L$ es el efecto de la k -ésima interacción año $\times$ lugar ($k=1, \dots, 12$)
- $G.O$ es el efecto de la l -ésima interacción grupo genético $\times$ origen anidado ($l=1, \dots, 11$)
- Ea es efecto del m -ésima ecografía anterior ($m= 1, 2$)
- Ct es el efecto del n -ésima categoría ($o= 1, 2$)
- $G.Ct$ es el efecto de la o -ésima interacción grupo genético $\times$ categoría ($o=1, \dots, 13$)
- Tn es el efecto de la p -ésimo tipo de nacimiento ($p=1,2$)
- H es el efecto aleatorio de la q -ésima hembra ovina ($\sim N(0, \sigma^2_H)$) ($q= 1, \dots, 1477$ para pesos corporales y $q=1, \dots, 1287$ para lana)
- Pd es el efecto aleatorio de la r -ésimo padre de la hembra ovina ($\sim N(0, \sigma^2_{Pd})$) ($r=1, \dots, 108$ para pesos corporales y $r=1, \dots, 93$ para lana)
- ε es el efecto aleatorio residual ($\sim N(0, \sigma^2_\varepsilon)$) de la observación $jklmnopqr$

Para todas las características se utilizó la función PROC MIXED (versión 9.4 para Windows, SAS Institute 2012), estimando las medias de mínimo cuadrado (LSMEANS) y sus respectivos intervalos de confianza para clasificar por diferencias significativas. Se realizó un análisis estadístico de tipo III y las diferencias de las medias estimadas fueron realizadas mediante el test de Tukey con un alfa de 0,05.

4.4.3 Parámetros de cruzamiento

Los parámetros estimados corresponden a los efectos aditivos de cada raza utilizada y a la heterosis. Dicha estimación se realizó por el modelo aditivo-dominante de manera directa, el cual fue presentado en su forma general en antecedentes específicos. Los efectos maternos no fueron incluidos dado que se asumió que no son relevantes en características que se expresaron luego del destete (primer registro con más de 17 meses de edad) de acuerdo con Koch (1972) y Sölkner y James (1990). Se utilizaron dos modelos, uno para características de pesos corporales y lana y otro para características reproductivas, en donde este último presentó un modelo alternativo el cual incluía el peso vivo a la encarnerada como covariable.

Para las características reproductivas se utilizó el siguiente modelo:

$$y_{jklmn} = \mu + k_w.g_w + \beta_{wx}.h_{wx} + A.L_k + Ea_l + Ct_m + H_n + Pd_o + PVE + \varepsilon_{jklmno}$$

Para características de pesos corporales y lana se utilizó el siguiente modelo:

$$y_{jklmn} = \mu + k_w.g_w + \beta_{wx}.h_{wx} + A.L_k + Ea_l + Ct_m + Hn + Pd_o + Tn_p + \varepsilon_{jklmnop}$$

en donde (para todas las características) los efectos corresponden a:

- y es la observación de la característica
- μ es la media general para la característica de la raza Corriedale
- A.L es el efecto de la k-ésima interacción año $\times$ lugar ($j=1, \dots, 14$)
- G.O es el efecto de la l-ésima interacción grupo genético $\times$ origen ($l=1, \dots, 11$)
- Ea es efecto del l-ésima ecografía anterior ($k= 1, 2$)
- Ct es el efecto del m-ésima categoría ($l= 1, 2$)
- H es el efecto aleatorio de la n-ésima hembra ovina ($\sim N(0, \sigma^2_H)$) ($q= 1, \dots, 1498$ para fertilidad y $q=1, \dots, 1366$ para prolificidad)
- Pd es el efecto aleatorio de la o-ésimo padre de la hembra ovina ($\sim N(0, \sigma^2_{Pd})$) ($r=1, \dots, 108$ para fertilidad y $r= 1, \dots, 106$ para prolificidad)
- Tn es el efecto de la p-ésimo tipo de nacimiento ($p=1, 2$)
- PVE es el efecto del peso vivo a la encarnadura en kg (como covariable)
- ε es el efecto aleatorio residual ($\sim N(0, \sigma^2_\varepsilon)$) de la observación jklmnop

El efecto g_w corresponde a los efectos individuales de tipo aditivos para cada raza w y h_{wx} al efecto individual de heterosis de las razas w y x en un cruzamiento de las mismas. Los efectos aditivos se estimaron como desvíos del grupo genético Corriedale puro (CC) la cual es tomada como raza base de acuerdo a las recomendaciones de Madalena (2001).

En el caso de K_w^* (cuadro 7), el cual corresponde el aporte de la raza w a un grupo genético, se calculó en dos etapas:

1. Se calculó como la contribución de cada raza al grupo genético individual de manera que cada grupo genético estaba constituido con la mitad del grupo genético de cada padre y madre, notado de la siguiente forma

$$k_w = 1/2 (k_w^p + k_w^m)$$

en donde p corresponde al aporte de padre y m al de la madre.

2. Luego el k_w obtenido, se transformó a k_w^* que representa el desvío en relación al Corriedale puro (CC) calculado de la siguiente forma:

$$k_w^* = k_w - k_{cc}$$

Por otro lado, en el caso de β_{wx} (cuadro 8) el cual corresponde proporción de locis que conllevan alelos de cada una de las razas w y x en un cruzamiento, similar a la heterocigosidad racial, calculado como:

$$\beta_{wx} = (k_w^p \cdot k_x^m) + (k_x^p \cdot k_w^m)$$

en donde p y m corresponden al aporte de padre y de la madre respectivamente.

En este sentido en los cuadros 7 y 8 se presenta la matriz con los coeficientes de proporciones de cada raza en la contribución a los efectos aditivos y de heterosis respectivamente.

Cuadro 7. Matriz de coeficientes para los efectos aditivos

Grupo genético	Efectos aditivos						
	K				K*		
	$g^I C$	$g^I F$	$g^I M$	$g^I T$	$g^I F^*$	$g^I M^*$	$g^I T^*$
C.C	1	0	0	0	-1	-1	-1
F.F	0	1	0	0	1	0	0
M.M	0	0	1	0	0	1	0
T.T	0	0	0	1	0	0	1
F.C	0,5	0,5	0	0	0	-0,5	-0,5
M.C	0,5	0	0,5	0	-0,5	0	-0,5
F.M	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0
T.C	0,5	0	0	0,5	-0,5	-0,5	0
M.T	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5
F.T	0	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5
C.T	0,5	0	0	0,5	-0,5	-0,5	0
M.(M.C)	0,25	0	0,75	0	-0,25	0,5	-0,25
F.(F.C)	0,25	0,75	0	0	0,5	-0,25	-0,25

C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchschaß, T= Texel,

$g^I C$ = efecto aditivo individual de Corriedale, $g^I F$ = efecto aditivo individual de Finnsheep, $g^I M$ = efecto aditivo individual de Frisona Milchschaß, $g^I T$ = efecto aditivo individual de Texel,

K= coeficientes de contribución de cada raza al grupo genético

K*= coeficientes de contribución de cada raza al grupo genético como desvío de Corriedale.

Cuadro 8. Matriz de coeficientes para los efectos de heterosis

Grupo genético	Heterosis - β					
	h^I (M.C)	h^I (F.C)	h^I (F.M)	h^I (C.T)	h^I (F.T)	h^I (M.T)
C.C	0	0	0	0	0	0
F.F	0	0	0	0	0	0
M.M	0	0	0	0	0	0
T.T	0	0	0	0	0	0
F.C	0	1	0	0	0	0
M.C	1	0	0	0	0	0
F.M	0	0	1	0	0	0
T.C	0	0	0	1	0	0
M.T	0	0	0	0	0	1
F.T	0	0	0	0	1	0
C.T	0	0	0	1	0	0
M.(M.C)	0,5	0	0	0	0	0
F.(F.C)	0	0,5	0	0	0	0

C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchschaft, T= Texel

h^I (M.C)= heterosis individual entre Frisona Milchschaft y Corriedale, h^I (F.C)= heterosis individual entre Finnsheep y Corriedale, h^I (F.M)=heterosis individual entre Finnsheep y Frisona Milchschaft, h^I (C.T)= heterosis individual entre Corriedale y Texel, h^I (F.T)= heterosis individual entre Finnsheep y Texel, h^I (M.T)= heterosis individual entre Frisona Milchschaft y Texel

Para estimar los parámetros de cruzamientos en todas las características se utilizó la función PROC MIXED (versión 9.4 para Windows, SAS Institute 2012). Se realizó un análisis estadístico de tipo III y las diferencias de los parámetros estimados fueron realizadas mediante el test de Tukey con un alfa de 0,05. La heterosis se expresó además como porcentaje del promedio parental. Para esto se tomó como referencia la media estimada del grupo genético Corriedale puro (C.C) en 4.4.1 y 4.4.2 sumándole los efectos aditivos estimados (i.e. $g^I F^*$, $g^I M^*$, $g^I T^*$).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de ecografía mostraron mejores resultados en términos de producción si se toma como referencia el sistema criador uruguayo, cuyo porcentaje de señalada oscila en torno al 60% (Azzarini, 2002). En este sentido los valores hallados se asemejan a los reportados por Montossi et al. (2005b) para Nueva Zelanda, donde se reportaba en el año 2003 una señalada promedio de 124%. El peso a la encarnera mostró valores con bastante amplitud lo que es lógico teniendo en cuenta la variabilidad en cuanto a grupos genéticos, ambientes de nacimiento y donde se preñaron, variabilidad entre años y categoría, entre otros efectos, los cuales se describirán más adelante. Por último, la lana mostró resultados llamativos debido a que algunas razas las cuales no son consideradas laneras, muestran resultados cualitativos y cuantitativos los cuales podrían ser mejor aprovechados en los sistemas.

En el Cuadro 9 se presentan la estadística descriptiva de las diferentes características evaluadas en el trabajo.

Cuadro 9. Estadística descriptiva para características relacionadas con la reproducción, crecimiento y la producción y calidad de lana

Característica	N	Media	d.e.
Fecundidad	4588	1,21	0,77
Peso encarnera (kg)	4522	49,83	8,25
Diámetro (μ)	3606	30,42	3,20
CVD (%)	3606	22,05	3,09
LM (cm)	3606	10,50	2,15
PVS (kg)	3695	3,49	1,06
RL (%)	3604	78,53	4,65
PVL (kg)	3572	2,74	0,84

CVD: coeficiente de variación del diámetro, LM: largo de mecha, PVS: peso de vellón sucio, RL: rendimiento al lavado, PVL: peso de vellón limpio, kg: kilogramos, μ : micras, cm: centímetros, N: cantidad de registros para la categoría, d.e.: desvío estándar

En lo referido a las características de lana los promedios estuvieron acorde a los esperados para las características estudiadas y los valores esperados por la industria, tomando en cuenta las características de las razas que se utilizaron. Cuando se analizan los datos de dispersión, algunos valores extremos hallados (media $\pm$ dos desvíos estándar) serían desfavorables en términos de procesamiento industrial de la lana, ya que diámetros superiores a las 37 μ y largos de mecha de 6,20 cm no serían los indicados para el procesamiento de lana. Por último pesos de vellón sucio menores a 1,4 kg serían poco rentables para el productor.

5.1 Características reproductivas

Las características reproductivas estudiadas se vieron afectadas (Cuadro 10) por el grupo genético y la interacción año y lugar donde se llevó a cabo la cría, los cuales resultaron significativos ($p < 0,05$), independientemente si fueron corregidas o no por el peso vivo a la encarnera. La categoría de la hembra tuvo un efecto en las características reproductivas

cuando no se corrigió por peso vivo. En este caso las adultas resultaron 14 % y 6% superior para fecundidad y prolificidad respectivamente (sin corregir por peso vivo) comparado con borregas. La ecografía anterior resultó significativa solo en la fecundidad sin corregir por el peso vivo, las hembras que no gestaron el año anterior al muestreo resultaron 6% mayor en fecundidad. Por otra parte, la interacción origen con grupo genético siempre resultó significativa a excepción de fecundidad corregida por peso vivo. Los grupos genéticos generados en “Hirchy” siempre mostraron mayor fecundidad que los mismos grupos genéticos generados en otros lugares, y en el grupo genético M.M generado en “Las Brujas” mostró 0.16 ± 0.05 y 0.26 ± 0.04 más fecundidad y fertilidad respectivamente (sin corregir por peso vivo) que los generados en La Estanzuela. El peso vivo a la encarnera tuvo un efecto significativo sobre ambas características siendo 0.025 ± 0.002 y 0.016 ± 0.001 mayor la fecundidad y la prolificidad respectivamente, por cada kilo adicional de peso vivo a la encarnera. Por último, la interacción categoría y grupo genético no resultó significativa para ninguna de las características.

Cuadro 10. Significancia (p-valor) de los efectos fijos en características reproductivas

	Fec.	Fec.*	Prol.	Prol.*
Grupo genético	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Categoría×Grupo genético	ns	ns	ns	ns
Categoría	0,0008	ns	0,0368	ns
Ecografía anterior	0,0476	ns	ns	ns
Origen (Grupo genético)	0,0248	ns	0,0004	0,0020
Año × lugar	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Peso encarnera	N/A	<0,0001	N/A	<0,0001

Fec.: fecundidad, Prol.: prolificidad, Año × lugar: efecto del año y lugar de evaluación, ns: no significativo ($p>0.05$), N/A: no aplica.

*: característica corregida por peso vivo a la encarnera

En cuanto al grupo genético es clara la influencia de la raza o del componente genético de las mismas a la hora de analizar características como fertilidad y prolificidad entre otras. Banchemo y Quintans (2005) señalan que el componente genético de los animales es el factor de mayor influencia en la tasa ovulatoria la cual determinará el número de crías que dará una oveja. En este sentido, Azzarini (2002) señala que el desempeño de características reproductivas como la prolificidad está afectada por el componente genético de los animales y el ambiente en los que se encontraban. La diferencia de los grupos genéticos estudiados radica en características intrínsecas de cada uno el cual determinará el nivel reproductivo del mismo que afectará a todo el sistema productivo. A nivel productivo se reconocen mundialmente razas prolíficas, entre las que se encuentran la Finnsheep y Milchschaaf, entre otras (Azzarini, 2002).

Cuando se hace referencia al “ambiente”, el mismo se refiere a la interacción año y lugar, lo cual corresponde las condiciones externas en las cuales las hembras son sometidas al

momento del estudio, determinando -entre otros- el acceso al alimento, la cual se verá reflejado posteriormente en el momento de la etapa reproductiva. La tasa ovulatoria está influida por el ambiente teniendo alta incidencia el plano nutritivo de los animales (Banchero y Quintans, 2005; Banchero et al., 2006), el incremento en la disponibilidad de forraje aumentaría la tasa ovulatoria de la oveja (Kenyon y Webby, 2017). Los distintos ambientes pueden llevar a un desempeño diferencial de los grupos genéticos dependiendo de donde se desarrollen, Banchero y Quintans (2005) señalan que las razas dependiendo del ambiente en el cual se encuentren pueden mostrar distintos valores en cuanto a tasas ovulatoria. Por otro lado, en lo que refiere a fecundidad se vio un efecto significativo de la ecografía anterior. La oveja debe recuperar parte del peso vivo que se ve disminuido a causa de gestación y lactación que desarrollaron previamente, en caso de que esto no ocurra provocaría cambios negativos en los indicadores reproductivos (Kenyon y Webby, 2017).

El peso vivo tiene estrecho vínculo con la categoría debido a que las borregas las cuales se encarnaran por primera vez a los dieciocho meses van a tener menor peso vivo que las ovejas adultas, debido a que continúan en el proceso de desarrollo. Es por este motivo que seguramente el efecto de la categoría deja de ser significativo al corregir por peso vivo a la encarnada. La llegada a la pubertad se debe en gran medida al estado nutricional, el cual determina el inicio de la actividad reproductiva mediante la activación de mecanismos internos (de Graaf, 2010; Rosales Nieto et al., 2018). Azzarini (1991) trabajando con borregas Corriedale halló una clara asociación entre peso vivo y la llegada de la pubertad, en donde la manifestación -o no- del celo estaba dado por una diferencia de aproximadamente 3 kg de peso vivo. Por lo tanto, el peso vivo es un factor clave en los índices reproductivos tanto a nivel experimental como potencialmente a nivel de sistemas productivos. En este sentido Rosales Nieto et al. (2018) señalan que hay una asociación entre la cantidad de grasa del animal y los indicadores reproductivos, en donde la leptina juega un rol preponderante. En la misma línea, trabajos con corderas y ovejas adultas arrojaron resultados significativos en incremento tanto de las hembras preñadas como de la fertilidad (paridas/encarnadas), conforme incrementaba el peso vivo de las mismas (Ganzábal, 2005; Corner-Thomas et al., 2015). Banchero et al. (2006) señalan que la diferencia de peso vivo en animales genéticamente similares puede llevar a obtener resultados dispares en términos reproductivos. Esto fue evidenciado por los resultados que a mayor peso vivo a la hora de la encarnada dentro de un mismo grupo genético, se logró mayor tasa ovulatoria en las hembras que tenían un plano nutricional superior.

Por último, es preciso señalar la significancia sobre fecundidad y prolificidad (en este último caso incluso cuando se corrige por peso vivo) de la interacción del origen y el grupo genético. Los ambientes donde se originaron las hembras estudiadas fueron diferenciales en lo que hacen a la calidad y cantidad de la pastura a la que tuvieron acceso, por lo tanto los planos nutricionales a los cuales fueron sometidas las corderas y sus madres hasta el destete, fueron distintos. La alimentación pre y pos natal de las madres tiene fuerte influencia en el desempeño reproductivo de estos futuros vientres. En este sentido Kenyon y Blair (2013) realizaron varios trabajos y concluyen que la subnutrición durante la gestación puede influir en los índices reproductivos de las futuras madres, pero se debe tener en cuenta las

condiciones de la gestación avanzada. Por otro lado, Viñoles et al. (2014) hallaron que se da un incremento en la ovulación en ovejas adultas que tienen una mejor nutrición al comienzo de sus vidas comparando con las están bajo un plano nutricional bajo. Por otra parte, Banchero et al. (2019) no hallaron diferencias en probabilidad de ingreso a la pubertad y tasa ovulatoria, en corderas hijas de madres con restricciones alimenticias de tipo energéticas en el segundo tercio de gestación, y las que no estaban con dicha restricción.

También se estudiaron para las características reproductivas las medias de mínimos cuadrados por grupo genético. En el Cuadro 11 se presentan las mismas en lo que refiere a características de fecundidad. Se observó mayor cantidad de fetos en las hembras con componente Finnsheep en términos numéricos. Las cruzas F.M y F.T fueron diferentes estadísticamente y mayores comparando con las cruzas M.C, M.T y M.(M.C) (desde un 28% hasta un 45% dependiendo el grupo genético). Las razas Texel, Corriedale y sus respectivas cruzas mostraron resultados significativos menores a las cruzas F.M y F.T, pero estas mismas (a excepción de C.C) no tuvieron diferencias estadísticas con las $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ Milchschaef. Todos los grupos genéticos que contienen componente Finnsheep arrojaron un 80% y más de fecundidad que C.C. En la comparación entre grupos genéticos de razas puras, no se observaron diferencias estadísticas entre las F.F, M.M y T.T, pero sí de estas con C.C (81%, 41% y 41% más fecundidad respectivamente).

Cuando se corrige por el peso vivo a la encarnerada, las cruzas de Milchschaef mantuvieron las mismas diferencias a excepción de M.T que obtuvo un resultado menor a M.(M.C). Los grupos genéticos Corriedale, Texel y las cruzas entre ellos siguieron siendo menores, aunque sin diferencia estadística con cruzas Milchschaef (a excepción de F.M). Se observaron claramente dos bloques, el de todos los grupos genéticos con componente Finnsheep y el resto de los grupos genéticos.

Cuadro 11. Medias de mínimos cuadrados para fecundidad por grupo genético.

Grupo genético	Fec.	e.e	Fec.*	e.e
C.C	0,75 ^f	0,07	0,84 ^d	0,07
C.T	1,01 ^{ef}	0,09	0,99 ^{cd}	0,09
F.(F.C)	1,42 ^{abc}	0,10	1,64 ^a	0,10
F.C	1,42 ^{ab}	0,06	1,47 ^b	0,06
F.F	1,36 ^{bcd}	0,08	1,58 ^{ab}	0,08
F.M	1,63 ^a	0,07	1,56 ^b	0,06
F.T	1,55 ^a	0,09	1,52 ^b	0,08
M.(M.C)	1,12 ^{cde}	0,09	1,16 ^c	0,08
M.C	1,21 ^{bcd}	0,06	1,21 ^c	0,05
M.M	1,07 ^{cde}	0,09	1,08 ^{cd}	0,09
M.T	1,12 ^{cde}	0,08	1,1 ^{cd}	0,08
T.C	1,01 ^{ef}	0,07	1,03 ^{cd}	0,06
T.T	1,06 ^{de}	0,08	1,06 ^{cd}	0,08

C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchschaft, T= Texel, Fec.: fecundidad, e.e.: error estándar

*: corregido por peso vivo a la encarnada

Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa entre grupo genético ($p < 0,05$)

La cruce Finnsheep con Milchschaft es la que mayor potencial tiene debido a las características intrínsecas de ambas razas, en donde se destaca la prolificidad de las mismas. Estos datos concuerdan por lo expresado por Ganzábal et al. (2013) en donde hallaron mayor cantidad de fetos en la cruce F.M (cabe destacar que en este estudio la cruce F.T no estaba presente). Se halló la mayor fecundidad en los grupos genéticos que poseen componente genético Finnsheep, en un segundo escalón los grupos genéticos con componente Milchschaft y por último los que poseen componente Texel y Corriedale (razas menos prolíficas caracterizadas como carniceras y doble propósito respectivamente). Los grupos genéticos F.F y F.(F.C) incrementan la fecundidad al corregir por peso vivo, esto puede estar dado porque el peso vivo de la raza Finnsheep es menor favoreciendo a estos grupos genéticos.

Por otro lado, en el Cuadro 12 se presentan las medias de mínimos cuadrados obtenidas de la prolificidad para los distintos grupos genéticos. Las cruces F.M y F.F fueron las de mayor prolificidad y estadísticamente diferentes del resto de los biotipos evaluados. Las cruces Finnsheep con Corriedale y Texel no fueron las de mayor prolificidad pero si diferentes al resto de las cruces. Los grupos genéticos que poseían componente Finnsheep, presentaron entre un 45% y un 73% más de potencial de prolificidad en comparación con C.C.

También se observó que no hubo diferencias significativas en los grupos que no contienen Finnsheep a excepción de C.C. Las cruces con Milchschaft mostraron mejores resultados para dicha característica en comparación a T.T y a las cruces C.T y T.C, siendo que la mayor diferencia se observó entre M.C y C.T aunque de menos de un 20% entre ambas. Las razas

Corriedale y Texel (y sus respectivas cruzas) no presentaron diferencias significativas entre sí, aunque en los resultados se observa que siempre que hay ½ o 100% Texel hay más prolificidad que C.C.

Cuando se corrigió por peso vivo, nuevamente se observó mayor prolificidad en los grupos genéticos con componente Finnsheep. Se observó nuevamente diferencia significativa de mayor prolificidad de F.F y F.M, aunque la craza F.(F.C) no presentó diferencias significativas con los grupos genéticos anteriormente mencionadas (14% y 6% menos fetos respectivamente). El resto de las cruzas no presentaron diferencias significativas en prolificidad corregida por peso vivo a excepción de M.C con C.C y C.T (19% y 21% menos fetos respectivamente).

Cuadro 12. Medias de mínimos cuadrados para prolificidad por grupo genético

Grupo genético	Prol.	e.e	Prol.*	e.e
C.C	1,13 ^d	0,06	1,17 ^d	0,06
C.T	1,19 ^{cd}	0,07	1,19 ^d	0,07
F.(F.C)	1,68 ^b	0,08	1,81 ^{ab}	0,07
F.C	1,70 ^b	0,05	1,73 ^b	0,04
F.F	1,94 ^a	0,07	2,07 ^a	0,07
F.M	1,96 ^a	0,05	1,92 ^a	0,05
F.T	1,64 ^b	0,07	1,65 ^b	0,06
M.(M.C)	1,28 ^{cd}	0,07	1,31 ^{cd}	0,06
M.C	1,41 ^c	0,04	1,42 ^c	0,04
M.M	1,34 ^{cd}	0,07	1,36 ^{cd}	0,07
M.T	1,34 ^{cd}	0,07	1,33 ^{cd}	0,06
T.C	1,22 ^{cd}	0,05	1,25 ^{cd}	0,05
T.T	1,24 ^{cd}	0,06	1,25 ^{cd}	0,06

C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchschaft, T= Texel, Prol.: prolificidad, e.e.: error estándar

*: corregido por peso vivo a la encarnera

Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa entre grupo genético ($p < 0,05$)

La mayor prolificidad de F.M y de F.F con respecto al resto de biotipos, concuerdan con los datos presentados por Ciappesoni et al. (2014) en una base de datos parcial de la utilizada en este trabajo. Este resultado era de esperar debido al carácter prolífico de ambas razas citado por varios autores (Farid y Fahmy, 1996; Maijala, 1996). Estas razas se caracterizan por elevadas tasas ovulatorias permitiendo gestaciones múltiples, que se verán traducidas en mayor cantidad de corderos por madre y en el sistema. Este factor es clave para mejorar la eficiencia de los sistemas (Ganzábal, 2013), ya que con parición de más del 30% de las ovejas de mellizos se puede obtener porcentajes de procreo por encima del 100% (Azzarini, 2002). Las cruzas de Finnsheep con Corriedale y Texel no estuvieron en el estrato superior, pero fueron estadísticamente mayores que el resto de las cruzas. Por lo tanto, se ve explícita

la influencia que tiene la Finnsheep en términos de prolificidad, inclusive cuando se cruza con Corriedale, permitiendo con una base de la misma raza obtener elevado número de corderos, en este caso representado por los fetos ecografiados.

La mayor prolificidad hallada en los grupos genéticos que poseían componente Finnsheep comparado con C.C, condice con los resultados obtenidos por Banchero et al. (2016), en donde los grupos genéticos que tenían componente Finnsheep tuvieron en promedio cerca del doble que el de Corriedale puro (es preciso señalar que estos datos se obtuvieron sobre ovejas preñadas paridas y no preñadas solamente). Ciappesoni et al. (2014) obtuvieron resultados similares trabajando con menor cantidad de grupos genéticos. Los valores bajos hallados cuando se incorporó el componente Texel indicarían que al incluir la raza Texel en una cruce, la mejora no vendría en términos reproductivos sino en características de crecimiento y carniceras, permitiendo capitalizar el beneficio de dichas cruces. En términos generales, no se observaron diferencias notorias en prolificidad cuando se corrige por el peso vivo en comparación cuando no se hace, lo que podría estar indicando -con lo anteriormente visto- que el peso vivo a la encarnada afecta más a la fertilidad que a la prolificidad. Esta corrección tiende a favorecer a los biotipos más livianos (e.g. F.F o F.(F.C)) y perjudica a los más pesados (e.g. F.M). Las diferencias en peso vivo a la encarnada se verán en el apartado siguiente.

5.2 Pesos corporales

Se realizó el análisis de la varianza respectivo para las características de pesos vivo a la encarnada, en donde todos los efectos estudiados fueron significativos ($p < 0,05$).

El grupo genético tiene una marcada influencia en el peso vivo a la encarnada, debido a que es una característica intrínseca de las diferentes razas y sus cruces que alcancen determinado peso a la encarnada para poder lograr con éxito la preñez, por lo cual es de esperar que sea significativo. La categoría y la interacción categoría con grupo genético también resultaron significativas. En este sentido las hembras adultas pesaron $5,62 \pm 0,52$ kg más que las borregas.

El efecto de la categoría es claro, ya que las borregas que se encuentran en época de crecimiento y alcanzan la pubertad, pueden quedar preñadas continuando con el proceso de crecimiento en la gestación hasta llegar al peso adulto, concibiendo y gestando con pesos menores a las ovejas adultas, como se mencionó en el párrafo anterior. En este sentido Banchero et al. (2016) encontraron resultados similares trabajando con razas Corriedale, Finnsheep, Milchschaef y sus cruces al parto. La causa de la significancia de ecografía anterior y la interacción año y lugar radica en que, por un lado el efecto de haber gestado un cordero en el invierno anterior y haber lactado en la primavera, inducen a una pérdida de estado corporal y reservas. Esto provoca que alcanzar un peso adecuado sea más lento o requiera de más nutrientes, evidenciado por un peso a la encarnada 8% mayor de las que no gestaron un cordero contra las que sí lo hicieron ($48,9 \pm 0,49$ kg y $45,4 \pm 0,5$ kg respectivamente). Asimismo, la alimentación también incide, debido a que una restricción en el plano alimenticio podría provocar un déficit de nutrientes, y no llegar en óptimas

condiciones a la encarnerada. En concordancia con lo descripto, Montossi et al. (2002) y Kenyon y Webby (2017) donde señalan que para recuperar las deficiencias provocadas en la etapa de cría, para la oveja el período destete de su cría-encarnerada es clave para llegar en óptimas condiciones de peso para poder gestar de nuevo. Al estudiar el tipo de nacimiento, las hembras nacidas como únicas fueron 2% más pesadas a la encarnerada que las nacidas de partos múltiples, lo que puede estar influenciado por la nutrición que recibieron. El mejor acceso a los nutrientes al cual accedieron las nacidas como únicas, en donde el resultado concuerda por lo que presenta Piaggio et al. (2014) que las corderas que recibieron mejor alimentación en el período nacimiento encarnerada, resultaron más pesadas en esta última etapa. Por último, la interacción origen con grupo genético también resultó significativa. Los grupos genéticos generados en el predio de “Hirchy” siempre fueron más pesados a la encarnerada que el resto de los mismos grupos genéticos generados en otros lugares y, en el grupo genético M.M las hembras generadas en “Las Brujas”, resultaron $5,16 \pm 0,79$ kg más pesadas que las generadas en “La Estanzuela”.

También se estudiaron para las características de pesos corporales las medias de mínimos cuadrados por grupo genético. En el Cuadro 13 se observan los pesos vivos a la encarnerada. Se observó claramente mayores pesos al servicio de las hembras con componente Milchschaaf y Texel. El grupo genético más pesado resultó ser F.M y el más liviano F.(F.C) (30% mayor el primero sobre el segundo). El grupo genético C.C no tuvo diferencia estadísticamente significativa con F.(F.C). En cuanto a las razas puras, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre M.M, T.T y C.C pero si de F.F con M.M y T.T.

Cuadro 13. Medias de mínimos cuadrados para peso vivo a la encarnada por grupo genético

Grupo genético	kg	e.e.
F.M	52,3 ^a	1,0
C.T	50,9 ^{ab}	1,3
F.T	50,0 ^{ab}	1,3
F.C	49,6 ^{ab}	1,2
M.C	49,3 ^{ab}	1,0
M.M	48,3 ^{abc}	1,1
M.T	47,3 ^{bc}	1,4
T.T	46,8 ^{bc}	1,4
M.(M.C)	46,1 ^{bc}	1,2
T.C	45,8 ^{bcd}	1,3
C.C	44,7 ^{cd}	1,2
F.F	41,2 ^d	1,0
F.(F.C)	40,2 ^d	1,7

*C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchschaft, T= Texel, kg: kilogramos, e.e.: error estándar
Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa entre grupo genético ($p<0,05$)*

Un peso a la encarnada mayor significaría mejor alimentación en la cría o en el periodo parto encarnada, lo que supondría una limitante en función de las condiciones donde se realiza cría en el Uruguay, la misma se realiza básicamente en sistemas extensivos (Montossi et al., 2013). Es interesante el dato obtenido de los grupos genéticos F.F y F.(F.C) ya que requieren pesos menores a la encarnada, lo que puede estar vinculado a la precocidad de la raza Finnsheep (Maijala, 1996). Los datos coinciden con Banchero et al. (2014) que hallaron un 0,88 de probabilidad que hembras 7/8 Finnsheep y 1/8 Corriedale llegaran a la pubertad el primer año de vida y por lo tanto ciclaran en este período. Estos pesos a la encarnada son cercanos a los pesos de las borregas según Montossi et al. (2005) que indica que el peso de las mismas debe oscilar entre 36 y 38 kg de peso vivo (en razas de alta presencia en el Uruguay) y Piaggio et al. (2014), que hallaron porcentajes de preñez a los siete meses en corderas Corriedale fue mejor en las que pesaban más de 35 kg (entre inicio y fin de la monta) de las que pesaban menos de 35 kg.

Cuando observamos los pesos vivos a la encarnada para las distintas razas, se explica porque al corregir por pesos vivos a la encarnada, se ven favorecidos los grupos genéticos más livianos en cuanto a características reproductivas se refieren, la cuales ya fueron analizadas en el apartado 5.1.

5.3 Producción y calidad de lana

En cuanto a la producción y calidad de lana es preciso señalar que la lana no era el fin del trabajo, pero debido a su valor como producto derivado de la producción ovina se efectuó la evaluación correspondiente. Se realizó el análisis de la varianza respectivo para las características de producción y calidad de lana. En el Cuadro 14 se presentan los efectos que fueron significativos en el modelo. En lo referido al diámetro de la fibra y al coeficiente de variación del mismo, el grupo genético como era de esperar fue significativo ($p < 0,05$). La interacción categoría y grupo genético fue significativa para diámetro y coeficiente de variación, mientras que la categoría lo fue sólo para el diámetro ($1,3 \pm 0,2 \mu$ más gruesas las adultas que las borregas). Por otro lado, la interacción año y lugar fue significativa para diámetro y coeficiente de variación del diámetro. La ecografía anterior resultó significativa para diámetro (las ovejas que gestaron el año anterior al muestreo resultaron 4% más finas que las que no lo hicieron, $29,7 \pm 0,2 \mu$ y $30,8 \pm 0,2 \mu$ respectivamente) pero no para coeficiente de variación del diámetro. El tipo de nacimiento no resultó significativo para diámetro, pero sí para el coeficiente de variación del mismo ($22,4 \pm 0,21 \%$ las nacidas de parto múltiple y $22,0 \pm 0,21 \%$ las de parto único). Respecto a la interacción origen y grupo genético, los grupos genéticos generados en el predio de Hirchy mostraron menores coeficientes de variación del diámetro que los mismos grupos genéticos generados en otros predios y el grupo genético M.M generado en Las Brujas mostró menor valor que La Estanzuela ($0,88\%$ más). Con respecto al largo de mecha, resultaron significativos los efectos de grupo genético y la interacción año con lugar. Es necesario señalar que resultó significativa la interacción categoría con grupo genético y la ecografía anterior para la misma característica ($0,3 \pm 0,1 \text{ cm}$ más las que estuvieron vacías que las preñadas). En cuanto a las características de peso de vellón limpio y sucio resultaron significativas los mismos efectos como grupo genético, la interacción categoría y grupo genético. También la categoría (se halló 12 y 14% más kg de vellón sucio y limpio respectivamente en adultas que en borregas) y la ecografía anterior (las ovejas que gestaron el año anterior resultaron con vellones más livianos en un 17 y 19% para vellón sucio y limpio respectivamente). Por último, la interacción año y lugar, y el tipo de nacimiento (resultados obtenidos resultaron 3% más de kg de vellón sucio y limpio las nacidas como únicas respecto a las que lo hicieron como múltiple). En el rendimiento al lavado resultaron significativos los efectos de grupo genético, la interacción categoría y grupo genético, la ecografía anterior ($1,2 \pm 0,23 \%$ más las que nos gestaron el año anterior) y la interacción año con lugar.

Cuadro 14. Significancia (p-valor) de los efectos fijos en características producción y calidad de lana

	Diámetro	CVD	LM	PVS	RL	PVL
Grupo genético	<0,0001	0,0007	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Categoría×Grupo genético	<0,0001	0,0150	<0,0001	<0,0001	0,0105	<0,0001
Categoría	<0,0001	ns	ns	<0,0001	ns	<0,0001
Ecografía anterior	<0,0001	ns	0,0007	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Origen (Grupo genético)	ns	0,0355	ns	ns	ns	ns
Año × lugar	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tipo nacimiento	ns	0,0015	ns	0,0036	ns	0,0030

CVD: coeficiente de variación del diámetro, LM: largo de mecha, PVS: peso de vellón sucio, RL: rendimiento al lavado, PVL: peso de vellón limpio, Cat.: categoría (borregas u ovejas), Eco. ant.: número de fetos en la ecografía anterior, Gr. gen.: grupo genético, Año × lugar: efecto del año y lugar de evaluación, Nac.: nacimiento como único o múltiple, ns: no significativo ($p>0,05$).

El grupo genético tiene influencia directa en el diámetro, de hecho hay grupos genéticos especializados en producir lana fina. En este sentido se indica que hay una variedad de razas muy grande que abarcan diámetros menores a 18 μ en lanas superfinas, hasta más de 40 μ , en razas donde no es tan importante la producción lanera (Cottle, 2010b). La categoría animal tiene influencia también en el diámetro, en este sentido Mueller (2001) en la raza Merino señala que los vellones de los borregos y las borregas tienen menor diámetro promedio de fibra en su primer vellón, siendo de 2 a 3 μ menos que las ovejas. Por otro lado, el ambiente donde se desempeñan las hembras influye en los vellones que se cosechan en la esquila, en este sentido Sacchero y Mueller (2007) indican que el patrón de finura de la lana puede mantenerse o variar a lo largo de la fibra debido al manejo y a las condiciones ambientales al cual fueron sometidos los animales. En la misma línea Hansford (1992) señala que parte de la heterogeneidad en el diámetro a lo largo de la fibra puede darse por condiciones ambientales, alimenticias o fisiológicas como gestación y lactación. El tipo de nacimiento no resultó significativo, por lo que puede estar influyendo el número de vellón el cual fue evaluado. Dicha afirmación se basa en que no era el primer vellón y el efecto se puede haber diluido, ya que en general los trabajos están basados en el primer vellón. En este sentido, los nacidos como de partos múltiples tienen menor relación de folículos secundarios/primarios (S/P), por lo tanto diámetros promedio de fibra mayor que los nacidos como únicos, debido a que como señalan Rogers y Schlink (2010) hay una asociación negativa entre relación (S/P) y diámetro de fibra.

En cuanto al largo de mecha, el grupo genético influye en los largos promedios. La diferencia entre razas para esta característica es notoria, y esta es una característica que determina la valorización de los vellones y por lo tanto de la lana, debido a que la misma es una de las principales características para el proceso industrial de la misma. El diferencial entre razas es claro y este largo determina posteriormente al análisis objetivo, los destinos en la industria de los vellones siendo una característica de mucha importancia en lo que refiere a calidad de

lana. El ambiente en que se desarrollaron estas hembras tiene influencia en el largo de la mecha, resultados similares hallaron Neimaur et al. (2015) trabajando con la raza Corriedale en donde describen un efecto significativo sobre el largo de mecha de la estación y el año. La significancia de la ecografía anterior no concuerda con los trabajos de Sienra et al. (2015), quienes trabajando con la raza Milchschaaf observaron que el largo de mecha no estaba influenciado por el estado reproductivo de los animales, aunque en ese caso era para la preñez actual y no la anterior como en este trabajo.

Las distintas razas tienen diferencias en la producción de lana y en la finura de las fibras, existiendo un vínculo entre peso de vellón y diámetro promedio de fibras. En este sentido, Neimaur et al. (2015) hallaron una correlación fenotípica de 0,54 y 0,51 para peso de vellón sucio y limpio respectivamente en Corriedale, y Ciappesoni et al. (2013) una correlación genética de 0,35 y 0,19 para peso de vellón sucio y limpio respectivamente en Merino. Por otro lado Rogers y Schlink (2010) indican que el peso de vellón limpio entre otras cosas depende de diámetro de las fibras, largo de mecha y densidad de los folículos, entre otros. Es preciso señalar que la relación de folículos secundarios/primarios (S/P) varía entre razas (Pérez Álvarez et al., 1984), e.g. Corriedale 10,6 y razas carniceras 5,0 (Cottle, 2010b), en donde las razas con mayor relación de folículos secundarios y primarios producen lanas más finas (Rogers, 2006). Asimismo, el tipo de nacimiento influye en la producción de lana afectando el diámetro promedio de fibras y el peso de vellón (Celi y Bush, 2010; Ciappesoni et al., 2014d). La relación S/P de los animales nacidos como mellizos es menor debido a que acceden a nutrientes de manera diferencial y en menor magnitud en las etapas de gestación y lactancia, lo que determina menor desarrollo de los folículos secundarios que los animales únicos (Schinckel y Short, 1960), por lo que el diámetro de fibras de lana será mayor, así como también el peso de vellón. Por otro lado, la edad ha demostrado ser un factor de influencia, la cual hace variar la producción por animal teniendo influencia directa en los sistemas productivos, determinando las edades de refugo. En este sentido Hatcher et al. (2005) hallaron que el pico máximo de producción de lana en Merino se alcanza a los tres años para luego estabilizarse, mientras que Azzarini (1993) señala un descenso en la producción de lana conforme avanzan los años, como consecuencia de una reducción de los folículos que activamente producen las fibras, y a su vez los que producen lo hacen en menor magnitud. El mismo autor señaló que trabajando en Corriedale, halló una reducción del 8 al 10% en el volumen de lana producido cuando las ovejas se enfrentan a la gestación y lactación, resultados que concuerdan con efecto encontrado en nuestro trabajo de la ecografía anterior. Por último, la interacción año y lugar resultó significativa; este efecto determina las condiciones alimenticias a las cuales las hembras se enfrentaron con el consiguiente aporte de nutrientes para las actividades productivas y reproductivas.

El rendimiento al lavado se expresa como el porcentaje entre cantidad de lana sucia y limpia posterior al lavado, en el cual se elimina los materiales grasos que se encuentran y otros contaminantes. El grupo genético afectó de manera significativa el rendimiento al lavado, concordando con lo expresado por Bianchi (1996) en donde señala que la cantidad de suarda presente en el vellón se diferencia en función de las razas y de los diámetros de fibra, siendo mayor la misma cuanto menor es el diámetro. Por otro lado, el efecto de la interacción año

× lugar fue significativo, datos que concuerdan con los obtenidos por Neimaur et al. (2015) en donde encontraron significancia en la característica del año y la estación.

También se estudiaron para las características de producción y calidad de lana las medias de mínimos cuadrados por grupo genético. Para el diámetro, coeficiente de variación del diámetro y largo de mecha, se presentan en el Cuadro 15 las medias de mínimo cuadrado obtenidas para los diferentes grupos genéticos.

Se puede observar que la lana más fina se obtuvo de F.F, la cual no tuvo diferencias estadísticamente significativas con el grupo genético F.(F.C). Los grupos genéticos con componente Milchschaef mostraron micronajes mayores a excepción de las cruza con Corriedale que mostró valores intermedios, siendo la lana más gruesa la M.M., un 14% mayor el micronaje promedio comparado con C.C. La F.F presentó valores de menor diámetro promedio que C.C (10% menos). Las cruza con Texel también mostraron valores intermedios y gruesos, al igual que el T.T.

En cuanto a al coeficiente de variación del diámetro, no hubo diferencia considerable entre los grupos genéticos mayor y menor, de hecho entre los mismos hay una diferencia de 3,4% y, a excepción de los grupos genéticos F.F y F.(F.C) (que son los que obtuvieron mayores valores de coeficiente de variación del diámetro) el resto de los grupos genéticos no tuvieron diferencias significativas entre los valores determinados.

Por otro lado, se estudió el largo de mecha, en donde nuevamente se observó en el Cuadro 15 diferencias bajas entre los extremos, siendo cerca de un 20% entre cada uno. El grupo genético que obtuvo mayor largo de mecha fue la cruza F.M y el menor el T.T. Las razas puras fueron las que obtuvieron menores largos de mecha no hallándose diferencia significativa entre ellas.

Cuadro 15. Medias de mínimos cuadrados para diámetro promedio de fibra en micras, porcentaje de variación del diámetro y largo de mecha en centímetros por grupo genético

Grupo genético	Diámetro de fibra		CVD		Largo de mecha	
	μ	e.e.	%	e.e.	cm	e.e.
C.C	28,9 ^{cd}	0,4	21,7 ^c	0,5	9,9 ^{bc}	0,2
C.T	31,2 ^{ab}	0,6	21,3 ^c	0,7	10,9 ^{ab}	0,3
F.(F.C)	26,4 ^{ef}	0,5	24,5 ^a	0,7	10,6 ^{abc}	0,3
F.C	28,0 ^{de}	0,4	21,4 ^c	0,5	11,1 ^a	0,2
F.F	26,1 ^f	0,4	23,6 ^{ab}	0,5	10,2 ^{bc}	0,3
F.M	30,3 ^{bc}	0,4	22,4 ^{abc}	0,4	11,2 ^a	0,2
F.T	30,2 ^{abc}	0,6	21,5 ^{bc}	0,7	10,8 ^{ab}	0,3
M.(M.C)	31,4 ^{ab}	0,5	22,8 ^{abc}	0,6	10,3 ^{abc}	0,3
M.C	31,3 ^{ab}	0,3	22,0 ^{bc}	0,4	10,6 ^{ab}	0,2
M.M	32,9 ^a	0,6	21,7 ^{bc}	0,7	9,6 ^{bc}	0,4
M.T	32,6 ^a	0,6	22,2 ^{abc}	0,7	10,5 ^{abc}	0,3
T.C	32,0 ^{ab}	0,4	22,5 ^{abc}	0,5	10,8 ^{ab}	0,2
T.T	32,0 ^{ab}	0,5	21,1 ^c	0,7	9,4 ^c	0,3

C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchschaft, T= Texel, CVD: coeficiente de variación del diámetro, μ : micras, e.e.: error estándar

Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa entre grupo genético ($p < 0,05$)

Los datos obtenidos para los grupos F.F y F.(F.C) no concuerdan con los obtenidos por Ciappesoni et al. (2014), que hallaron una mayor calidad (menor diámetro promedio) de la primera sobre la segunda ($25,9 \pm 0,56$ y $28,53 \pm 0,26$ μ respectivamente). El menor valor de F.F que C.C concuerda con lo presentado por Ciappesoni et al. (2014). En el extremo de los grupos genéticos con micronaje mayor, se observa que la influencia del componente Milchschaft y Texel presentó valores de diámetro promedio mayor a los presentados anteriormente, incluso aunque haya componente Corriedale. El grupo genético M.M fue el que mostró mayor valor de diámetro promedio de fibra, con valores mayores a las 30 micras colocándose en el rango de lanas gruesas. Estos datos son similares a los obtenidos por Sienra et al. (2015), que presentó para borregas y adultas Milchschaft puras valores promedios de 35,9 micras. Por otro lado M.M fue un 13% mayor que C.C, datos que coinciden con los de Ciappesoni et al. (2014).

Las razas Finnsheep, Corriedale y sus cruzas, presentaron valores diámetro promedio de fibra de lana más finas que las cruzas que tenían componente genético Milchschaft y Texel (incluyendo a la raza pura), aunque con una diferencia considerable de lanas finas o superfinas las cuales se encuentran por debajo de las 25 micras de promedio (Ponzoni et al., 1992; Cottle, 2010b). El mismo Ponzoni et al. (1992) clasifican como lanas medias entre 25 y 30 μ y como gruesas las mayores a 30 μ , por lo tanto las lanas proveniente de Corriedale

y Finnsheep (con sus respectivas cruzas) se ubicarían en el rango de lanas medias. El carácter doble propósito de Corriedale no arroja datos que llamen la atención, pero si los de Finnsheep ya que esta raza no es particularmente demandada por la calidad de sus lanas, sino por sus cualidades reproductivas tal cual como se evidenció en el apartado 5.1. Estos datos solo corresponden a diámetro promedio de fibra, y como bien se sabe el valor de la lana tanto para la industria como para la rentabilidad de los sistemas se compone también de otros caracteres, algunos de los cuales analizaremos posteriormente. Las razas Texel y Milchscharf tampoco son elegidas por sus cualidades laneras, y se evidencia con el Cuadro 15.

En cuanto al coeficiente de variación del diámetro, entre los grupos genéticos puros M.M, F.F y T.T no hubo prácticamente variación y los datos obtenidos para C.C se asemejan a los obtenidos por Neimaur et al. (2015). Es preciso señalar que además de la poca dispersión de las medias entre ellas, las mismas se encontraron dentro de los rangos normales para lanas de mayor calidad, a modo de ejemplo los vellones Merino tienen una variación entre 19 y 25% (Ponzoni et al., 1992).

Los largos de mecha no se diferenciaron mucho con los óptimos de largo para lanas medias indicados por Cardellino y Trifoglio (2005), que indican que para este rango se situaría entre 9,0 y 9,5 cm. Se hallaron valores bajos y sin diferencia estadísticamente significativa en los grupos genéticos puros, lo que estaría dando un indicio de la heterosis para esta característica, temática que se abordará más adelante. De hecho, estos datos concuerdan con los obtenidos por Ciappesoni et al. (2014) en los cuales halló (sin la presencia de los grupos genéticos con componente Texel y, $\frac{3}{4}$ Finnsheep y Milchscharf) mayores valores de F.M y F.C (aunque en orden inverso al de este trabajo) y en el extremo menor los grupos genéticos puros. Para C.C se obtuvieron valores similares a los reportados por Neimaur et al. (2015) y Niznikowski et al. (1992) de 9,75 cm (promedio) y 9,52 cm respectivamente, mientras que para M.M se obtuvieron valores más bajos que los reportados por Sienra et al. (2015) de $12,7 \pm 1,9$ cm. Por otro lado, los datos obtenidos para las cruzas, entre ellas C.T y M.C, son similares a los obtenidos por Barbato et al. (2001) de 11,6 y 11,9 cm respectivamente.

Por último se estudió el peso de vellón sucio, limpio y rendimiento al lavado. En el Cuadro 16 se observan los datos obtenidos para los distintos grupos genéticos. Con respecto al peso de vellón sucio y limpio los grupos genéticos con $\frac{1}{2}$ o más de componente Corriedale son los más pesados, de hecho el vellón (sucio y limpio) más pesado se obtuvo de C.C. Por otro lado los grupos genéticos F.F y T.T son los más livianos para ambas características. También es importante señalar que M.M no mostró diferencia significativa con F.F y T.T, aunque si con C.C, para ambas características. Los grupos genéticos con componente $\frac{1}{2}$ Milchscharf mostraron comportamientos inferiores a C.C pero superiores a F.F y T.T.

El grupo genético con mayor rendimiento al lavado fue F.(F.C) mientras que el menor fue M.(M.C) siendo esta la máxima diferencia entre los extremos de 4,5%. Las razas puras no mostraron diferencias significativas, siendo la que tuvo mayor porcentaje la M.M y la menor la T.T, con una diferencia de 2,6% entre ellas, por lo cual los valores son adecuados para la característica.

Cuadro 16. Medias de mínimos cuadrados para peso de vellón sucio y limpio por grupo genético

Grupo genético	PVS		PVL		RL	
	kg	e.e.	kg	e.e.	%	e.e.
C.C	3,9 ^a	0,1	3,1 ^a	0,1	79,3 ^{bc}	0,5
C.T	3,5 ^b	0,2	2,8 ^b	0,1	80,2 ^{abc}	0,8
F.(F.C)	2,4 ^{def}	0,2	2,0 ^{def}	0,1	82,4 ^a	0,8
F.C	3,5 ^b	0,1	2,7 ^b	0,1	78,0 ^c	0,4
F.F	2,2 ^f	0,1	1,7 ^f	0,1	79,0 ^c	0,6
F.M	2,8 ^{cde}	0,1	2,2 ^{de}	0,1	79,6 ^{bc}	0,5
F.T	2,8 ^{cde}	0,2	2,3 ^{cde}	0,1	81,9 ^{ab}	0,9
M.(M.C)	2,9 ^{cd}	0,1	2,3 ^{cd}	0,1	77,9 ^c	0,7
M.C	3,5 ^b	0,1	2,8 ^b	0,1	78,2 ^c	0,4
M.M	2,6 ^{def}	0,2	2,1 ^{def}	0,1	80,5 ^{abc}	0,9
M.T	2,5 ^{def}	0,2	2,1 ^{def}	0,1	80,0 ^{abc}	0,8
T.C	3,2 ^{bc}	0,1	2,6 ^{bc}	0,1	79,3 ^{bc}	0,6
T.T	2,3 ^{ef}	0,2	1,8 ^{ef}	0,1	77,9 ^c	0,8

C=Corriedale, F=Finnsheep, M= Frisona Milchschaft, T= Texel, kg: kilogramos, e.e.: error estándar
 Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa entre grupo genético ($p < 0,05$)

Es importante destacar que los grupos genéticos que poseen ½ y 100% componente Corriedale fueron los que obtuvieron mayores pesos de vellón, incluso el C.C es diferente estadísticamente frente a los demás grupos genéticos incluidos los ½ Corriedale. Estos valores son levemente menores a los encontrados por Ciappesoni et al. (2014) los cuales fueron para peso de vellón limpio para C.C de $3,53 \pm 0,05$ kg, M.C de $3,15 \pm 0,04$ kg y F.C de $2,99 \pm 0,05$ kg. Los ½ Corriedale están por debajo del C.C, pero por encima de los demás grupos genéticos. En este caso el carácter lanero de la raza Corriedale, ya que es considerada doble propósito (Cottle, 2010b) se ve explícito ya que los vellones Corriedale fueron los más pesados.

Por otro lado, los F.F y F.(F.C) mostraron valores de peso de vellón bajos, factor a tener en cuenta vinculado con los expresado anteriormente, por lo tanto, se obtuvieron diámetros promedios bajos pero también pesos de vellón menores, característica no deseada a la hora de la producción de lana (por esto y observando el comportamiento de Corriedale, queda explícito que el componente Finnsheep tiene mucha influencia en esta característica). Lo mismo sucede para Texel, aunque es más desfavorable aún ya que se presentaron valores elevados de diámetro de fibra y vellones livianos. Los grupos genéticos puros F.F y M.M mostraron pesos levemente menores a los reportados por Ciappesoni et al. (2014) que fueron $1,85 \pm 0,11$ kg y $2,33 \pm 0,06$ kg respectivamente, y Sienra et al. (2015) los cuales fueron para M.M $2,57 \pm 0,6$ kg, todos referidos a peso de vellón limpio.

El rendimiento al lavado mostró buenos resultados, en torno al 80 %. Estos datos coinciden con los elevados registros para lanas uruguayas, las cuales tienen rindes superiores al 75%

(SUL, s.f.). De hecho Abella y Goldaraz (2001), indicaron que nuestras lanas superan en rendimiento al lavado a las producidas en otras regiones como la Patagonia Argentina o Australia, y en la zafra 2020 se obtuvieron rendimientos al lavado entre 75% y 80% para razas laneras (Corriedale, Merino, Merino Dohne, Ideal y Merilín).

Los valores hallados para los grupos genéticos puros, son similares a los que reportó Neimaur et al. (2015) para Corriedale ($77,8 \pm 4,58$ %), y Sienra et al. (2015) para Milchscharf ($79,6 \pm 4,3$ %). Los datos obtenidos para las cruza Corriedale con Milchscharf fueron similares a los obtenidos por Barbato et al. (2001), mientras para la crusa de Corriedale con Texel hubo una alguna diferencia con estos autores (76% y 74,1% respectivamente). La poca variación en el rendimiento al lavado entre grupos genéticos, tiene coincidencia con la relación similar entre peso de vellón sucio y limpio observada en el Cuadro 16.

5.4 Parámetros de cruzamiento

5.4.1 Diferencias raciales

5.4.1.1 Características reproductivas

En el Cuadro 17 se presentan los resultados de diferencias raciales entre las razas Milchscharf, Finnsheep, y Texel en comparación con la Corriedale para características reproductivas. Los resultados más relevantes se observaron al momento de la comparación de Finnsheep y Corriedale. En cuanto a la fecundidad se observó una diferencia positiva de la Finnsheep sobre la Corriedale, la cual se incrementó cuando se corrige por el peso vivo por ser este un grupo genético más liviano (en términos estadísticos no hay diferencias), como se vio en el apartado 5.1. Lo mismo sucede con la prolificidad, que al corregirse por peso vivo incrementó. Cuando se compara la raza Milchscharf frente a la Corriedale, no hubo diferencias estadísticamente significativas para las características reproductivas, a excepción de los prolificidad cuando se corrigió por el peso vivo, dando la raza Milchscharf un 7% menos de fetos que la Corriedale para esta característica. Por último, la raza Texel arrojó resultados de menor prolificidad (con y sin corrección por peso vivo) y en fecundidad cuando se corregía por peso vivo.

Cuadro 17. Diferencias raciales para características reproductivas de las razas Milchschaft, Finnsheep y Texel con respecto a Corriedale

	Efectos genéticos aditivos		
	g^I_M	g^I_F	g^I_T
Fecundidad	ns	0,27(0,06)	ns
Fecundidad *	ns	0,44(0,06)	-0,13(0,06)
Prolificidad	ns	0,44(0,05)	-0,17(0,05)
Prolificidad*	-0,08(0,04)	0,54(0,05)	-0,22(0,05)

g^I_F , g^I_M y g^I_T son los efectos genéticos aditivos de Finnsheep, Frisona Milchschaft y Texel con respecto a Corriedale respectivamente.

ns: no hay diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$), entre paréntesis error estándar

*: característica está corregida por peso vivo a la encarnada

Las razas Corriedale y Finnsheep tienen objetivos de producción distintos tal como se analizó en antecedentes. Esta última mostró resultados de mayor fecundidad y prolificidad sobre Corriedale, aun cuando se corrigió por peso vivo a la encarnada. De hecho, cuando se comparó las medias de mínimos cuadrados en el apartado 5.1, al corregir por peso vivo a la encarnada mejoraban estos indicadores reproductivos. Por otro lado como se expuso en el apartado 5.2, los pesos de la raza Finnsheep a la encarnada son menores que los de Corriedale, por lo que el incremento de fetos al corregir por peso puede estar asociado a que esta covariable tiene influencia en la reproducción, y al pesar menos la Finnsheep influye directamente en la prolificidad y fecundidad. La mayor prolificidad de la Finnsheep sobre la Corriedale ya había sido reportada por Ciappesoni et al. (2014) con medias de mínimo cuadrado para estas razas, a su vez Ganzábal et al. (2013) trabajando con algunas razas y cruza halló mejores resultados para características como fertilidad y prolificidad de Finnsheep sobre varios grupos genéticos dentro de los cuales se encontraba Corriedale, corregido y sin corregir por peso vivo a la encarnada.

En este caso el mayor peso observado por la raza Milchschaft (el cual se verá con más detalle en el apartado 5.4.1.2) a la encarnada, influye directamente en la característica, por lo que a igual peso se observaría una mejora de la Corriedale sobre la Milchschaft, al ser la primera más liviana. Las características señaladas en antecedentes harían suponer una mayor diferencia (positiva) entre la raza Milchschaft y Corriedale la cual no se evidenció, por lo que el ambiente pudo jugar un papel preponderante a la hora de los resultados finales, siendo más restrictivo el mismo para la primera.

Por último, la raza Texel no se caracterizó por ser una raza con elevadas tasas ovulatorias, sumado a que el peso vivo a la encarnada es mayor (como se verá más adelante) haciendo que los resultados obtenidos concuerden.

5.4.1.2 Pesos corporales y lana

En el Cuadro 18 se presentan los resultados de diferencias raciales entre las razas Milchscharf, Finnsheep y Texel, en comparación con la Corriedale para características de pesos corporales y lana.

La raza Finnsheep presentó un peso vivo a la encarnada menor que la Corriedale, siendo la única raza que mostró estos resultados, mientras que los pesos vivos a la encarnada para Milchscharf y Texel fueron significativamente superior a la Corriedale.

Referido a la lana, el diámetro promedio de fibra de lana presentó diferencias raciales significativas para las tres razas. La Finnsheep resultó la raza con menor diámetro promedio de fibra siendo un 14% menor (figura 2). Las razas Texel y Milchscharf presentaron diámetros promedio de fibra superiores a Corriedale un 7% y 11% respectivamente. Respecto al coeficiente de variación del diámetro, si bien resultó una diferencia significativa de Texel y Finnsheep respecto de Corriedale (no así con Milchscharf) la magnitud de la diferencia fue escasa lo cual no incidiría en términos económicos. El largo de mecha no resultó estadísticamente significativo para ninguna de las tres razas estudiadas respecto a Corriedale. En lo referido al peso de vellón sucio y limpio, las diferencias respecto a Corriedale fueron significativas y negativas para las tres razas. El rendimiento al lavado resultó significativo para Finnsheep (positivo) y Texel (negativo) con respecto a Corriedale, pero de baja magnitud (menos de 1,5% valor absoluto de heterosis individual).

Cuadro 18. Diferencias raciales para las características de peso vivo a la encarnada y de producción y calidad de lana para las razas Milchscharf, Finnsheep y Texel con respecto a Corriedale

	Efectos genéticos aditivos		
	g^I_M	g^I_F	g^I_T
PVE (kg)	4,25(0,72)	-5,13(0,86)	3,47(0,99)
Diámetro (μ)	3,19(0,27)	-4,18(0,33)	1,92(0,42)
CVD (%)	ns	1,64(0,44)	-1,34(0,52)
LM (cm)	ns	ns	ns
PVS (kg)	-0,16(0,07)	-0,62(0,09)	-0,26(0,11)
PVL (kg)	-0,11(0,06)	-0,50(0,07)	-0,24(0,09)
RL (%)	ns	0,96(0,47)	-1,39(0,60)

g^I_F , g^I_M y g^I_T son los efectos genéticos aditivos de Finnsheep, Frisona Milchscharf y Texel con respecto a Corriedale respectivamente.

PVE: peso vivo a la encarnada, CVD: coeficiente de variación del diámetro, RL: rendimiento al lavado, LM: largo de mecha, PVS: peso de vellón sucio, PVL: peso de vellón limpio, kg: kilogramos, μ : micras, cm: centímetros, no hay diferencia estadísticamente significativa, entre paréntesis error estándar

El peso vivo a la encarnada es un factor determinante para los sistemas de producción ovina, en este sentido Corner-Thomas et al. (2015) señalan en sus estudios que a medida que

incrementa el peso vivo a la encarnadura incrementa la fertilidad de las ovejas. Los datos obtenidos en Finnsheep en comparación con Corriedale conciden con lo hallado por Ciappesoni et al. (2014), en donde los autores encontraron una diferencia significativa de peso vivo a la encarnadura de 4 kg inferior de Finnsheep respecto a Corriedale. La ventaja de este resultado podría radicar en que se necesitaría menor energía para poder preñar ovejas, ya que los requerimientos alimenticios serían menores, siendo positivo para las condiciones en las cuales se desarrolla la cría en nuestro país. En este sentido Piaggio et al. (2014) reportaron una asociación entre ganancia diaria en el período destete-encarnadura y porcentaje de preñez, por lo que debido a la influencia podría llevar a mejorar los indicadores reproductivos los biotipos que requieran menor peso para encarnar. Es preciso señalar que el peso vivo a la encarnadura es uno de los factores a tener en cuenta a la hora de la elección de razas, aunque no el único.

En el otro extremo, para las razas Milchscharf y Texel se halló pesos vivos a la encarnadura significativamente mayores a la Corriedale, donde Ciappesoni et al (2014) obtuvo similares resultados para Milchscharf. Esto podría suponer (de manera contraria a lo expresado anteriormente) que se necesitarían más recursos para preñar estas razas, situaciones que podrían ser limitantes en sistemas más extensivos.

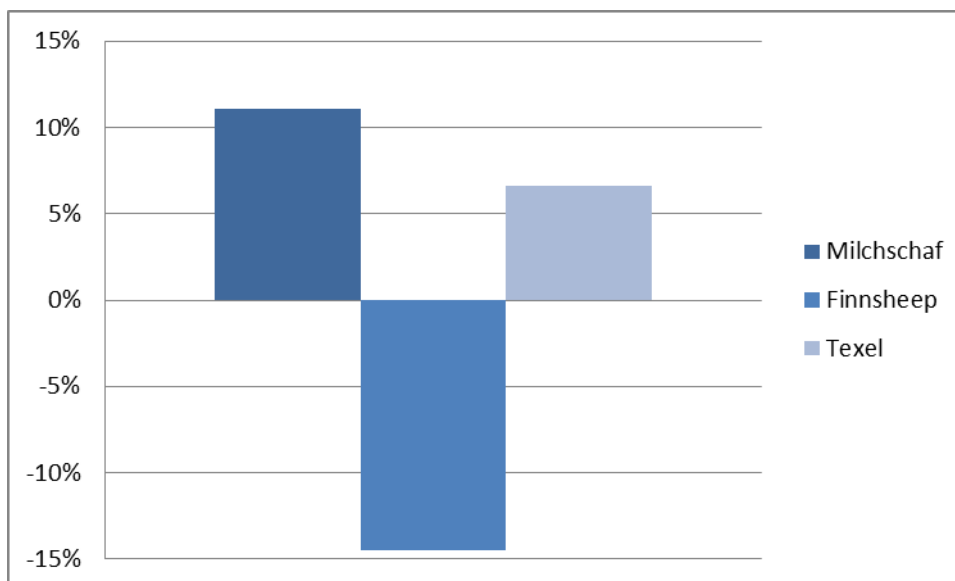


Figura 2. Variación en porcentaje del diámetro promedio de fibra de las distintas razas respecto a Corriedale

El diámetro de la fibra de lana obtenido en Finnsheep en comparación con Corriedale coincide con lo expresado por Maijala (1996) y Ciappesoni et al. (2014), lo que sería de mucha importancia en el caso que se quiera capitalizar la lana en una raza la cual no se enfoca en este tipo de rubro. Las razas Texel y Milchscharf que no se caracterizan por ser de orientación lanera por lo que se condice con los resultados obtenidos de valores mayores de diámetro en comparación con Corriedale, datos similares obtuvieron Sienna et al. (2015) y Ciappesoni et al. (2014) en Milchscharf, y concuerda con lo expresado por Pérez Álvarez et al. (1989) para Texel.

El peso del vellón de Corriedale es el mayor respecto a las otras razas estudiadas, en donde la mayor diferencia se observó respecto a la raza Finnsheep en donde el peso de vellón sucio y limpio fue 16% menor que Corriedale, lo que podría estar asociado a un menor diámetro de fibra de lana promedio como se observó en el cuadro 18. Estos resultados, concuerdan con lo expresado por Ponzoni et al. (1992) en donde se indica que existe una correlación genética desfavorable entre las características diámetro de fibra de lana y peso de vellón. Dicha correlación fue estimada en Merino mostrando valores de $0,35 \pm 0,04$ y $0,19 \pm 0,40$ para peso de vellón sucio y limpio respectivamente (Ciappesoni et al., 2013). No se observaron diferencias en rendimiento al lavado entre las razas Milchschaef respecto a Corriedale, pero sí de Finnsheep y Texel, aunque la magnitud de la misma fue muy baja (menor al 1,5%).

5.4.2 Heterosis

Se estudiaron los efectos de heterosis para características reproductivas, peso corporal y producción y calidad de lana. En el Cuadro 19 se presentan los porcentajes de heterosis respecto del promedio fenotípico parental para características reproductivas. Como se observa, la heterosis individual en fecundidad (incluyendo cuando se corrige por peso vivo) fue significativa para M.F, F.C, F.T. y M.C, en orden decreciente en cuanto a la magnitud de la misma. También se observó que en los grupos genéticos con componente Finnsheep se alcanzaron porcentajes de heterosis superiores al 40% cuando no se corrigió por peso vivo, mientras que cuando se realizó dicha corrección, la heterosis para todas las cruzas fue significativo y se situó en el orden del 20 al 25%. En cuanto a la heterosis individual para prolificidad, resultó significativa la misma para las cruzas F.C y M.F, y cuando se corrigió por peso vivo solo para M.F. Las magnitudes de las mismas fueron dispares ya que en la craza M.F se duplica el porcentaje de heterosis de F.C, y cuando se corrigió por el peso vivo el porcentaje de heterosis en M.F es un 60% del no corregido.

Cuadro 19. Heterosis en porcentaje para características reproductivas respecto del promedio fenotípico parental

	$h^I(M.C)$	$h^I(F.C)$	$h^I(M.F)$	$h^I(T.C)$	$h^I(F.T)$	$h^I(M.T)$
Fecundidad	27,2%	41,8%	44,8%	ns	41,3%	ns
Fecundidad *	20,6%	24,3%	23,7%	ns	20,6%	ns
Prolificidad	ns	10,8%	20,7%	ns	ns	ns
Prolificidad*	ns	ns	12,8%	ns	ns	ns

$h^I(M.C)$, $h^I(F.C)$, $h^I(F.M)$, $h^I(C.T)$, $h^I(F.T)$ y $h^I(M.T)$ es la heterosis individual entre Frisona Milchschaef y Corriedale, Finnsheep y Corriedale, Finnsheep y Frisona Milchschaef, Corriedale y Texel, Finnsheep y Texel y, Frisona Milchschaef y Texel respectivamente.

ns: no hay diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$)

*: característica está corregida por peso vivo a la encarnada

La heterosis individual hallada en la característica de fecundidad y la misma corregida por peso vivo, dista de los trabajos de Nitter (1978) que adjudican un 2,6% de heterosis individual a la característica fertilidad. Por otro lado Fogarty et al. (1984) trabajando con

hembras de razas Finnsheep, Rambouillet y Dorset (con varios sistemas de cruzamiento) obtuvieron una heterosis de fertilidad en el rango de 16,7 y 19,9%, mientras que trabajando con hembras de razas Finnsheep, Targhee y Suffolk (con varios sistemas de cruzamiento) obtuvieron un rango de 21,4 y 27,0 % de heterosis para la misma característica de fertilidad. Las condiciones experimentales y los efectos año pueden haber incidido en estas diferencias, así como las razas involucradas, ya que por ejemplo la raza Milchschaef se la conoce por su habilidad materna y además por sus características reproductivas, y la adaptación de razas en la cruce como Corriedale. En las Figuras 3 y 4 se presenta la representación del templo griego de Cunningham (1987) para las características de fecundidad y la misma cuando se corrige por peso vivo.

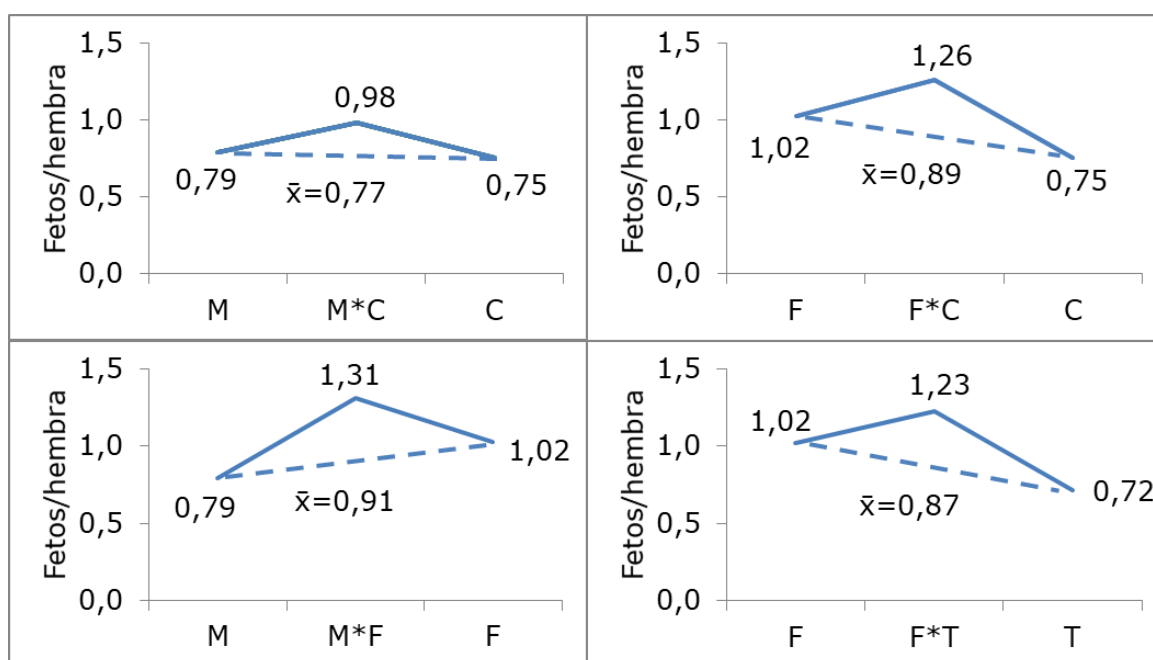


Figura 3. Representación del templo griego de Cunningham (1987) para la característica fecundidad para las cuatro cruza que resultaron significativas

En la figura 3 se observa la fecundidad. En este sentido los valores obtenidos para las razas Finnsheep y Milchschaef fueron bajos, en comparación con lo que se esperaría para las mismas debido a su carácter prolífico (Azzarini, 2002), implicando que el promedio de los parentales alcanzara valores más bajos a lo esperado y obteniendo diferencias considerables con la cruce, por lo que la heterosis alcanza valores elevados. Al corregir por peso vivo a la encarnada la fecundidad (figura 4), el valor de la heterosis disminuyó, incluso los datos obtenidos para esta característica de las cruza fue similar y hasta menor al de uno de los parentales (como los casos de M.F y F.T), aunque compensado por la baja magnitud de los valores obtenidos por el otro parental Esto hace que el promedio de los parentales sea más bajo al de las cruza, incrementando el valor de la heterosis. Se observó claramente el efecto del peso vivo en esta característica, confirmando lo expuesto anteriormente acerca del bajo peso a la encarnada de la raza Finnsheep.

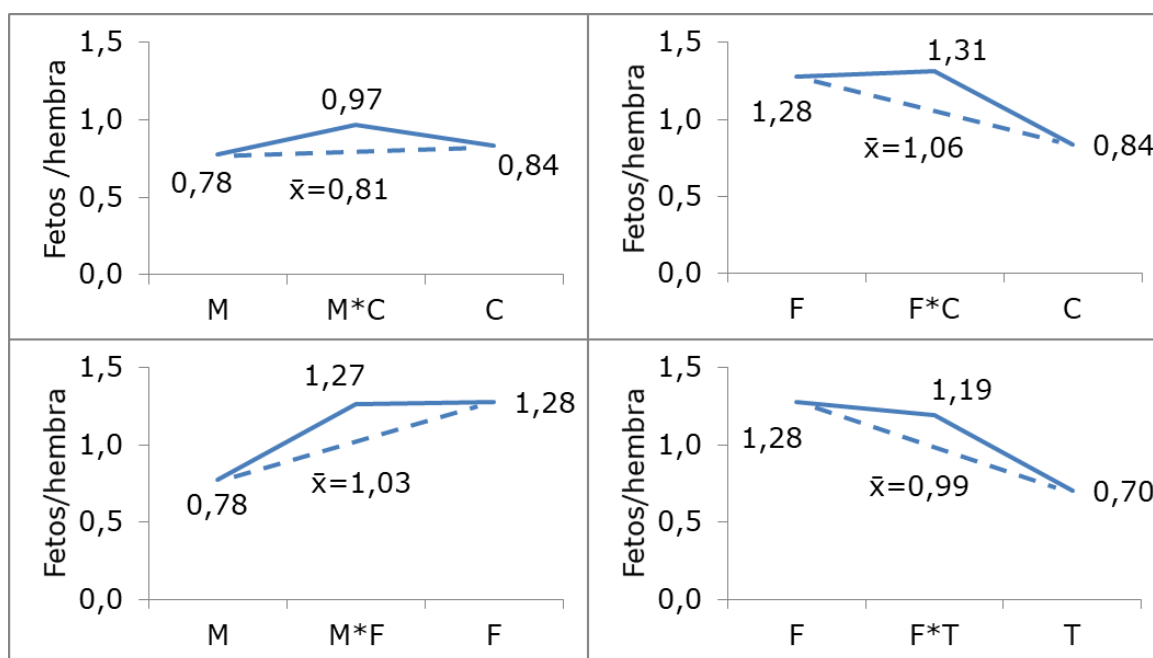


Figura 4. Representación del templo griego de Cunningham (1987) para la característica fecundidad corregido por peso vivo a la encarnadura en kilos para las cuatro cruza que resultaron significativas

Ya se observó en el apartado 5.4.1.1 que la raza Finnsheep era la que mantenía mayor diferencia racial en características reproductivas, en este caso frente a Corriedale. Por lo mencionado anteriormente y lo que se ve en Figuras y Cuadros (cuando se corrige por peso vivo) quizás explotar las características raciales de la raza Finnsheep arrojaría mejores resultados productivos, aunque esta afirmación debe situarse en los distintos ambientes. Por otro lado las cruza con componente Texel y que no poseían componente Finnsheep, no resultaron significativas, en este sentido. Long et al. (1989) trabajando con cruza entre las razas Targhee y Suffolk (de carácter carnívero-doble propósito) de distintas procedencias obtuvo una heterosis para fertilidad del 0,64% en general. Por otro lado Jakubec (1977) halló en sus trabajos una elevada fertilidad cuando la cruza tenía un 50% de la raza Romanov (caracterizada como prolífica), disminuía cuando tenía un 25% de la misma, y las menores fertilidades las hallaba cuando la raza Romanov no componía la cruza.

Los porcentajes de heterosis (de las cruza que fueron significativas) hallados para prolificidad son mayores y están distantes de los obtenidos por Nitter (1978) para prolificidad que fueron de 2,8%, manteniendo más diferencia aún con el valor hallado para M.F sin corregir por peso vivo. Las cruza que tenían componente Texel no resultaron significativas. En este sentido Long et al. (1989) trabajando con razas de carácter similar a la Texel como Targhee y Suffolk halló baja magnitud de heterosis para prolificidad, situada en 3,3% en general. Estudios más recientes en cruza de Merino Dohne con Corriedale realizadas por De Barbieri et al. (2021), hallaron que la prolificidad al cruzar estas razas arrojaba una heterosis significativa y positiva.

Por último, también se estudió la heterosis en peso vivo a la encarnada y, en producción y calidad de lana (Cuadro 20). En peso vivo a la encarnada resultó significativa para todas las cruza a excepción de M.T. Las mayores heterosis se encontraron en las cruza con componente Finnsheep que superaron el 12%, siendo de dos a tres veces mayor que para las otras cruza que resultaron significativas.

En cuanto a la heterosis en las características de producción y calidad de lana, para el diámetro solo resultó significativo en las cruza F.C y T.C, aunque la magnitud de la misma fue baja y de carácter negativo en cuanto a los intereses económicos, ya que una lana más gruesa tiene menor valor en el mercado. No se observó heterosis para ninguna cruza en el caso del coeficiente de variación del diámetro. La heterosis para largo de mecha resultó significativa para todas las cruza estudiadas con valores superiores al 7,5% pero menores que 10,0 %, siendo la mayor heterosis individual hallada en la cruza M.C con una diferencia de 1,67% con la menor que fue T.C. En cuanto al peso de vellón sucio y limpio se estimó una heterosis significativa para todas las cruza a excepción de M.T, los menores valores se obtuvieron en T.C y los mayores en F.T. Las cruza con componente Finnsheep arrojaron - para ambas características- los mayores resultados en cuanto a heterosis, siendo superior al 10% en todos los casos. La heterosis para rendimiento al lavado fue significativa para F.T, T.C y M.C, con magnitudes bajas y en el caso de M.C negativa.

Cuadro 20. Heterosis en porcentaje para características de peso vivo a la encarnada y, producción y calidad de lana

	h^I (M.C)	h^I (F.C)	h^I (M.F)	h^I (T.C)	h^I (F.T)	h^I (M.T)
PVE (kg)	4,30%	13,26%	13,78%	5,84%	12,18%	ns
Diámetro (μ)	ns	2,79%	ns	4,06%	ns	ns
CVD (%)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LM (cm)	9,45%	9,33%	8,69%	7,78%	8,42%	9,20%
PVS (kg)	10,19%	13,81%	11,59%	5,97%	14,10%	ns
PVL (kg)	9,50%	13,32%	11,87%	6,60%	16,87%	ns
RL (%)	-1,13%	ns	ns	1,93%	4,29%	ns

h^I (M.C), h^I (F.C), h^I (F.M), h^I (C.T), h^I (F.T) y h^I (M.T) es la heterosis individual entre Frisona Milchschaft y Corriedale, Finnsheep y Corriedale, Finnsheep y Frisona Milchschaft, Corriedale y Texel, Finnsheep y Texel y, Frisona Milchschaft y Texel respectivamente.

PVE: peso vivo a la encarnada, PVS.: peso de vellón sucio, PVL: peso de vellón limpio, RL: rendimiento al lavado, LM: largo de mecha, CVD: coeficiente de variación del diámetro, kg: kilogramos, μ : micras, cm: centímetros, ns: no hay diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$)

Respecto al peso vivo a la encarnada, nuevamente es importante destacar la influencia directa de uno de los parentales. En la Figura 5 se observa de manera clara que el valor de peso vivo a la encarnada en las cruza que contenían Finnsheep, siempre eran cercanos al valor del otro parental que no era Finnsheep, por lo tanto el bajo peso de la Finnsheep contribuyó a que el promedio parental fuera menor haciendo mayor la heterosis. Para las cruza en las cuales resultaron significativas y no había componente Finnsheep (M.C y T.C),

los valores hallados fueron similares a los expresados por Nitter (1978) para peso vivo al año o adulto, que fue de 5,2% y por Leymaster (2002) de peso al año para ovejas que fue de 5,0%.

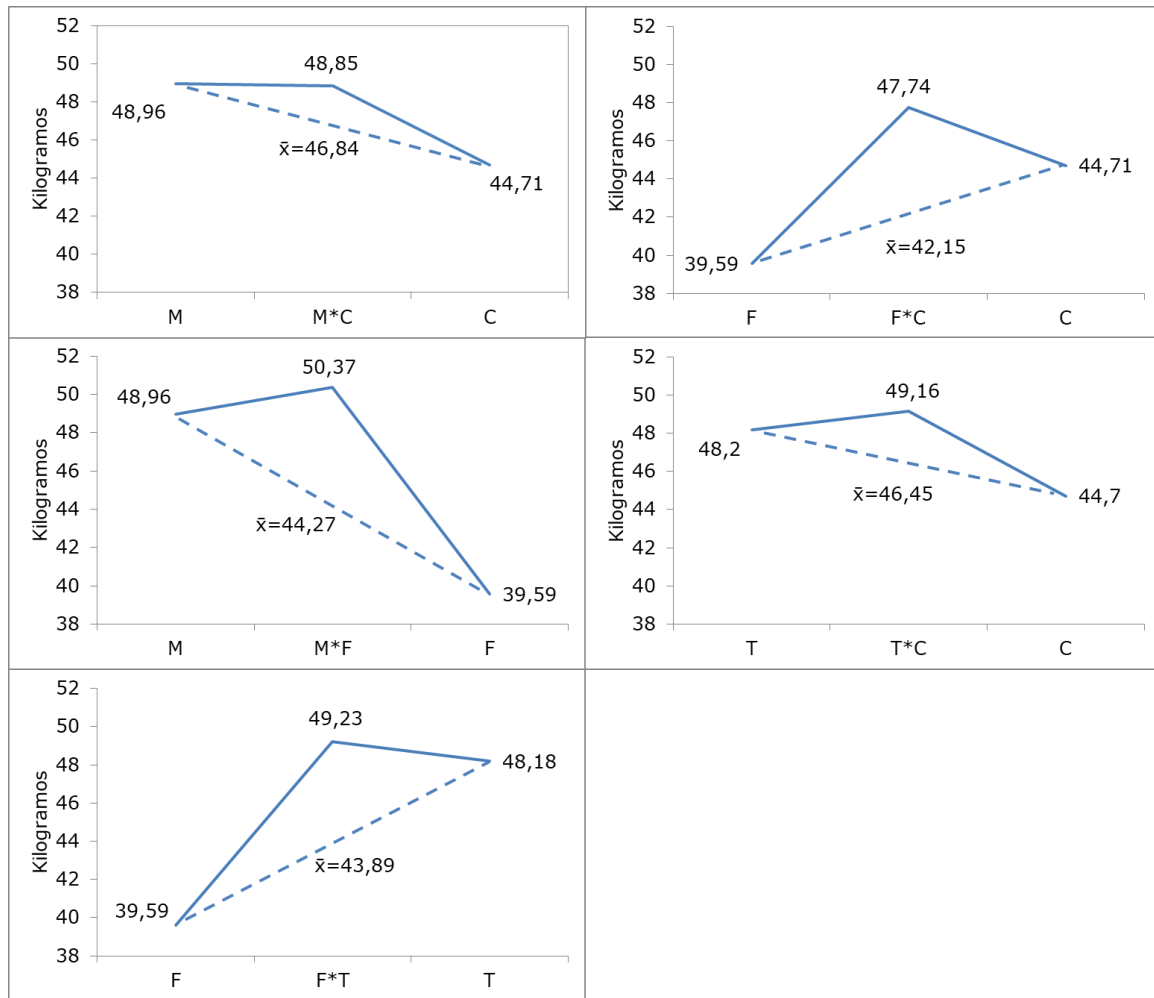


Figura 5. Representación del templo griego de Cunningham (1987) para la característica peso vivo a la encarnada en kilos para las cinco cruzas que resultaron significativas

Para el diámetro promedio de fibra, los resultados mostraron una heterosis significativa (y desfavorable) cuando la base es Corriedale a excepción de la craza M.C, la cual no concuerda con los resultados obtenidos por Reid y Booker (2001), que indicaban para esta craza una heterosis de 4,8%, aunque para la craza Milchschaft con Romney hallaron una heterosis de -3,8%. En cuanto a las cruas que mostraron significancia podemos observar que los resultados se aproximan a los obtenidos por Sidwell et al. (1971) que trabajando con cruas entre las razas Hampshire Down, Suffolk, Columbia-Suffolk, Targhee y Dorset obtuvieron una heterosis para la característica en el rango de 4,3% a -1,4%. El coeficiente de variación del diámetro que no presentó una heterosis significativa en ninguna de las cruas, fue estudiado por Sidwell et al. (1971), que obtuvieron resultados con las razas mencionadas anteriormente en el rango 3,33% a -3,33%, y Reid y Booker (2001) hallaron para esta característica 4,1% y 1,2% de heterosis para las cruas Milchschaft con Corriedale y

Milchschaft con Romney respectivamente. Más allá de que se obtuvieron diferencias en diámetro promedio de fibras, se confirma la baja magnitud de los mismos.

Con respecto al largo de mecha la heterosis fue significativa para todas las cruzas, algo que se podría predecir con los datos obtenidos para las medias para esta característica y que se hizo mención en el apartado 5.3. A su vez no resultaron significativas las diferencias raciales para las tres razas respecto a Corriedale como se observó en el apartado 5.4.1.2. La heterosis para esta característica no tuvo demasiada variación entre las cruzas estudiadas, siendo la mayor para M.C y la menor para T.C (1,67% de diferencia). Los datos obtenidos son ligeramente mayores a los presentados por Sidwell et al. (1971) en donde trabajando con las razas Hampshire Down, Suffolk, Columbia-Suffolk, Targhee, Dorset presenta heterosis para largo de mecha en el rango entre -7,2 a 5,9%.

Los valores porcentuales obtenidos para peso de vellón sucio y limpio son ligeramente mayores (a excepción de la craza T.C) de los obtenidos por Sidwell et al. (1971) que son de 9% (rango de 26,8 a -1,6%) y 6,4% (rango de 16,5 a -1,7%) para peso de vellón sucio y limpio respectivamente, trabajando con las razas Hampshire Down, Suffolk, Columbia-Suffolk, Targhee, Dorset. Los valores hallados para las cruzas con componente Finnsheep no concuerdan con los obtenidos por Shehata et al. (1994), que obtuvo valores de heterosis para peso de vellón sucio de 4,07% para $\frac{1}{2}$ Finnsheep y $\frac{1}{2}$ Ossimi, y 0,57% para la craza $\frac{1}{2}$ Finnsheep y $\frac{1}{2}$ Rahmani. Por otro lado el mismo autor obtuvo para peso de vellón sucio valores de heterosis de 4,03% para $\frac{1}{2}$ Finnsheep y $\frac{1}{2}$ Ossimi, y 0,32% para la craza $\frac{1}{2}$ Finnsheep y $\frac{1}{2}$ Rahmani. Se observa en la Figura 6 que la raza Finnsheep en todas las cruzas mantuvo elevado grado de diferencia racial con el otro parental, por lo tanto el promedio de los parentales es bajo hace que la heterosis sea elevada. La misma osciló entre los 300 y 500 gramos de vellón aproximadamente, coincidiendo con los trabajos de Gallivan et al. (1987) que trabajando con las razas Finnsheep, Columbia, Targhee y Hampshire obtuvo una heterosis de 570 gramos.

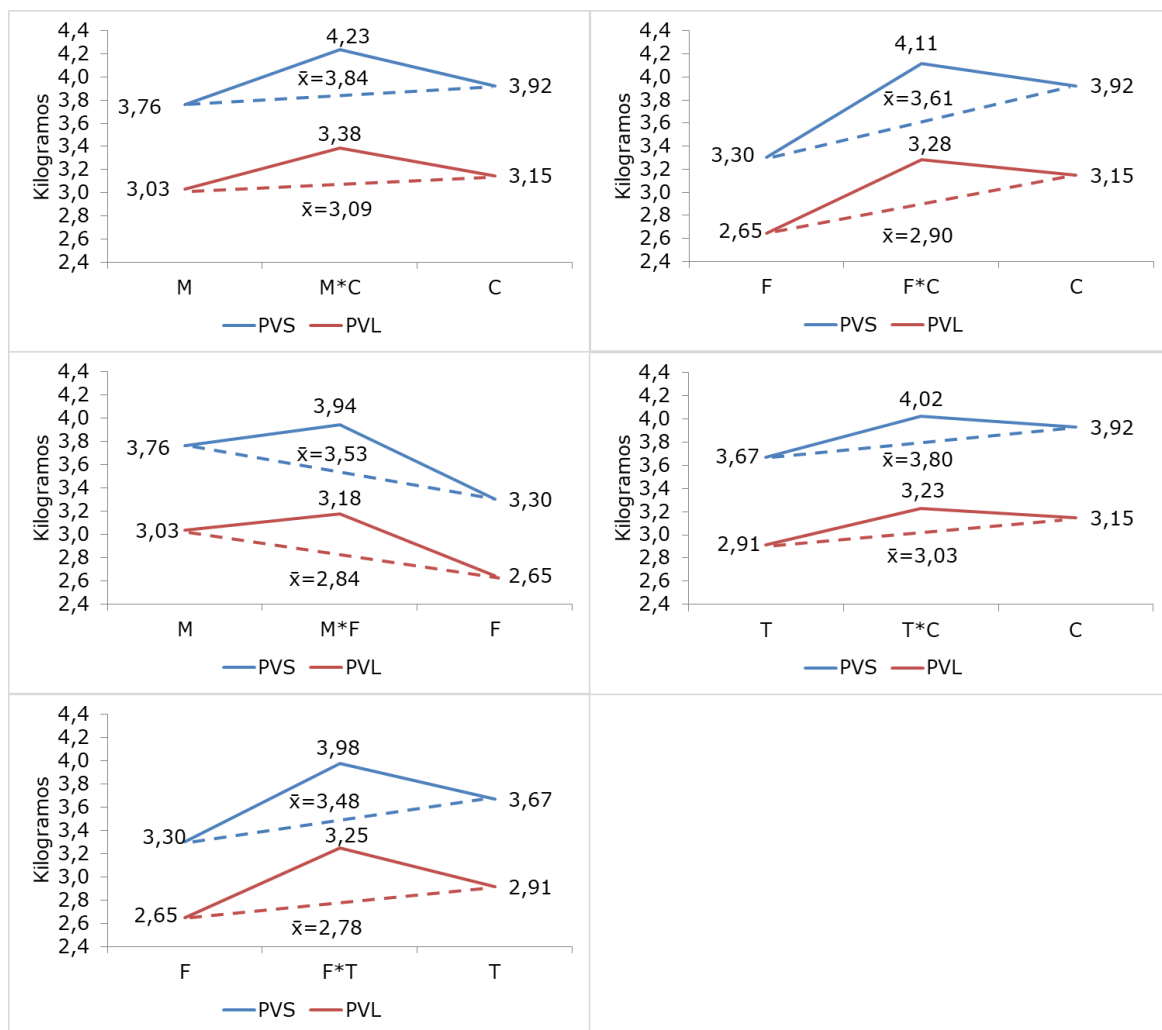


Figura 6. Representación del templo griego de Cunningham (1987) para las características peso de vellón sucio (PVS) y peso de vellón limpio (PVL) en kilos para las cinco cruces que resultaron significativas

Por último, se observó que tanto el peso de vellón sucio como limpio siguen un mismo patrón de comportamiento (Figura 6), por lo que se esperaba que no hubiese datos que indiquen cambios abruptos en rendimiento al lavado, lo que concuerda con los datos obtenidos. En este sentido tres cruces presentaron heterosis significativa (M.C, T.C y F.T) aunque la magnitud de la misma no fue elevada (-1,13 a 4,29 %).

6. CONCLUSIÓN

Se acepta la hipótesis planteada para los parámetros de cruzamiento en el trabajo, en donde al menos una diferencia racial y/o heterosis resultó significativa en el estudio para características productivas y reproductivas.

La raza que presentó un mejor desempeño productivo para las características estudiadas en comparación con la Corriedale, fue la Finnsheep. Las diferencias fueron en términos productivos y reproductivos favorables a excepción de las características de coeficiente de variación del diámetro, peso de vellón sucio y limpio (el cual presentó peor desempeño que la Corriedale), y el largo de mecha en el cual no se hallaron diferencias.

La raza Milchschaaf no presentó diferencias raciales con la Corriedale en características reproductivas a excepción de la prolificidad (corregida por peso vivo) en donde tuvo peor desempeño. El peso vivo a la encarnada fue mayor comparado con Corriedale. En las características de lana resultó un peor desempeño para diámetro y peso de vellón, mientras que no presentó diferencias en coeficiente de variación del diámetro, largo de mecha y rendimiento al lavado.

La raza Texel en comparación con la Corriedale presentó diferencias raciales, obteniendo un peor desempeño para las características reproductivas estudiadas, a excepción de fecundidad (sin corregir por peso vivo) que no se vio diferencias. El peso vivo a la encarnada fue mayor, y el desempeño en la producción de lana fue inferior a excepción del coeficiente de variación del diámetro en donde presentó un mejor desempeño pero de baja magnitud, y no se vieron diferencias significativas en largo de mecha.

Las cruza con componente Finnsheep presentaron heterosis positiva en casi todas características reproductivas, a excepción de F.T en prolificidad (corregida y no corregida por peso vivo) y F.C en prolificidad corregida por peso vivo. La cruza M.C también produjo una heterosis positiva cuando se evaluó la fecundidad. Se encontró heterosis en la característica peso vivo a la encarnada para todas las cruza a excepción de M.T.

En características de lana, se halló heterosis en solo dos cruza en diámetro de fibra (F.C y T.C) pero la misma produjo mayor diámetro. No se halló heterosis en el coeficiente de variación del diámetro. La única característica que produjo heterosis para todas las cruza fue largo de mecha. Los pesos de vellón produjeron heterosis positiva a excepción de la cruza M.T, y en el rendimiento al lavado se halló heterosis positiva (T.C y F.T) y negativa (M.C), pero la misma fue de baja magnitud.

Consideraciones finales

Como era de esperar las características con heredabilidades más altas como calidad de lana tiene menor heterosis, y las que tienen heredabilidades más bajas como reproductivas tienen heterosis más altas. La variabilidad observada en los parámetros estimados entre las diferentes razas hace necesario que, al pretender incluir otras razas estas sean estudiadas en ambientes definidos, con el fin de observar el desempeño diferencial de las mismas.

Con los resultados obtenidos se podrían hacer recomendaciones prácticas con las características estudiadas ya que definen —en mayor medida— la rentabilidad económica de los sistemas. Se podrían realizar análisis complementarios, en donde se ponderen otras características relacionadas a la adaptación de las razas a diferentes ambientes, características de pesos al nacimiento y destete, supervivencia de corderos, entre otros. En cuanto a la producción de lana, estas características son importantes pero debido a las razas estudiadas, otras características pueden ser relevantes como: coloración, cantidad de fibras coloreadas y meduladas, resistencia y las características subjetivas, entre otras.

Un análisis complementario para este trabajo podría considerar la ponderación económica de las características en los ambientes estudiados, utilizando como base para la modelación los parámetros de cruzamiento hallados, a los efectos de que dichas recomendaciones abarcaran tanto la parte productiva como la económica de diferentes opciones genéticas.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Aaron DK. (2014). Crossbreeding Considerations in Sheep. Agriculture and Natural Resources Publications. pp. 1-3.
2. Abella I, Goldaraz L. (2021) Diámetro y rendimiento de lana de zafra 2020. SUL. 4p.
3. Afolayan RA, Fogarty NM, Gilmour AR, Ingham VM, Gaunt GM, Cummins LJ. (2008) Reproductive performance and genetic parameters in first cross ewes from different maternal genotypes. J. Anim. Sci. 86:804-814.
4. Aguirrezabala M. (1992) Sistemas de cruzamientos. Cruzamientos una alternativa para el cambio. pp. 39-46.
5. Azzarini M. (1991). El efecto de la alimentación durante la recría sobre el desempeño productivo posterior de hembras Corriedale. Producción ovina 4:39-53.
6. Azzarini M. (1993). Efecto del año de nacimiento, de la alimentación durante la recría, de la edad y de la condición reproductiva sobre a producción de lana. Producción ovina 6:7-18
7. Azzarini M. (1996). Producción de Carne Ovina. XXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría, 13 -15, Junio, Paysandú, Uruguay, pp 30-36
8. Azzarini M. (2002). Potencial productivo de los ovinos. XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría, 12-15, Junio, Paysandú, Uruguay, pp. 123-130.
9. Azzarini M. (2004). Potencial productivo de los ovinos. Producción ovina 16:5-17.
10. Banchemo G. (2003). ¿Es posible reducir la mortalidad neonatal de corderos? Serie Actividades de Difusión 342 INIA, pp. 8-25.
11. Banchemo G. (2005). Alimentación estratégica para mejorar la lactogénesis y el comportamiento de la oveja al parto. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría, 9-11, Junio, Paysandú, Uruguay, pp. 72-78.
12. Banchemo G, Quintans G. (2005). Alternativas nutricionales y de manejo para aumentar la señalada en la majada en sistemas ganaderos extensivos. En: Seminario de Actualización Técnica. En: Reproducción ovina: recientes avances realizados por el INIA. Treinta y Tres, Tacuarembó, Uruguay. pp. 17-31.
13. Banchemo G, Fernández ME, Ganzábal A, Vázquez A, Quintans G. (2006). Alimentación estratégica para mejorar la lactogénesis y el comportamiento de la oveja al parto. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría, 8-10, Junio, Paysandú, Uruguay, pp. 71-76.
14. Banchemo G, Vázquez A, Quintans G, Ciappesoni G, (2014). Estudio preliminar del crecimiento, desarrollo e indicadores reproductivos de hembras de seis biotipos ovinos en Uruguay. Agrociencia 18:117-127
15. Banchemo G, Vázquez A, Irarí N, Ciappesoni G, Quintans G. (2016). Estudio preliminar de la prolificidad y habilidad materna de seis biotipos ovinos en Uruguay. Agrociencia 20:90-98.
16. Banchemo G, Baldi F, González D, Luzardo S, Fierro S, Quintans G. (2019) Realimentar las ovejas ad libitum luego de una restricción energética durante la mitad de la gestación no afectó el desempeño animal, el inicio de pubertad ni la tasa ovulatoria de las corderas. En: Quintans G, Iewdiukow M. Primer seminario técnico de programación fetal. INIA. Serie Técnica 252. pp. 89-98.

17. Barbato G, Kremer R, Rista L, Sienna I, Rosés L, Neimaur K, Neirotti B. (2001). Diferencias raciales en desempeño reproductivo, producción de lana y ganancia de peso de corderos. datos preliminares. XVII Reunión Internacional de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, La Habana, Cuba. 5p.
18. Barbato G, Kremer R, Rosés L, Rista L. (2011) Producción de ovejas Corriedale y cruza F1 con Milchschaaf y Texel en condiciones de pastoreo. Veterinaria 47:9-13
19. Bianchi G. (1996) Cantidad y calidad de lana: Algunos mitos y realidades – Primera parte. Cangue 19-22.
20. Bianchi G. (1997) Cantidad y calidad de lana: Algunos mitos y realidades - Tercera parte. Cangue 8-13.
21. Bianchi G, Garibotto G. (2000) Sistemas intensivos de producción de carne ovina y contribución de algunas razas de lana blanca en cruzamiento múltiple. Cangue 14-18.
22. Bianchi G, Garibotto G. (2011). Producción ovina en Uruguay: Algunas alternativas para viejos problemas. XXXIX Jornadas uruguayas de Buiatría, 8 -10, Junio, Paysandú, Uruguay, pp 176-180
23. Bottaro MP. Bervejillo J. (2021). Situación y perspectivas de la cadena ovina. Anuario OPYPA 53-60.
24. Brown DJ, Crook BJ. (2005). Environmental responsiveness of fibre diameter in grazing fine wool Merino sheep. Australian Journal of Agricultural Research 56:673-684.
25. Bunge R, Thomas DL, Nash TG. (1995) Performance of Hair Breeds and Prolific Wool Breeds of Sheep in Southern Illinois: Lamb Production of F1 Adult Ewes. J. Anim. Sci. 73:1602-1608.
26. Capurro G. (1996) Caracterización de la lana producida por la raza Corriedale en Uruguay. Lananoticias 22-26.
27. Cardellino R. (1976) Características de la lana y su importancia textil. Lanas 3-7.
28. Cardellino R, Trifoglio JL. (2005). El mercado de lanas Merino finas y superfina. Seminario Internacional Lanas Merino Finas y Superfinas: producción y perspectivas, Noviembre, Salto, Uruguay, 12p.
29. Cardellino R, Rovira J. (2013) Mejoramiento genético animal. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo.
30. Cardellino R. (2015). Un rubro que decae globalmente. El país agropecuario. 25:74-79
31. Ceballos, D. (2017) Evaluación y características de la raza Texel. Carpeta Técnica, Ganadería N° 53, INTA. pp. 227-230.
32. Celi P, Bush R. (2010). Pregnancy, lambing and survival. En: International Sheep and Wool Handbook. Ed. J. Cottle DJ (2010) Nottingham University Press, Nottingham, Cap. 25, pp. 223-257.
33. Ciappesoni G, Pravia, M, Ravagnolo O, Aguilar I. (2007) Objetivos de selección y progreso genético. En: Montossi F, De Barbieri I. Proyecto Merino Fino del Uruguay: Una visión con perspectiva histórica. INIA. Serie Actividades de Difusión 392. pp. 177-184.

34. Ciappesoni G, Goldberg V, Gimeno D. (2013). Estimates of genetic parameters for worm resistance, wool and growth traits in Merino sheep of Uruguay. *Livestock Science* 157:65-74.
35. Ciappesoni G. (2014) Alternativas genéticas para mejorar la producción y calidad del producto carne ovina. En: Saravia H, Ayala W, Barrios E. Seminario de actualización técnica: producción de carne ovina de calidad. INIA. Serie Técnica 221. pp. 141-152.
36. Ciappesoni G, Vázquez A, Banchero G, Ganzábal A. (2014). Aumento de la prolificidad en la raza Corriedale: el caso uruguayo. 15° Congreso Mundial de Corriedale, 21-22, Julio, Buenos Aires, Argentina, pp. 9-16.
37. Ciappesoni G, Vázquez A, Banchero G. (2014b) Diallel Cross Between Texel and Corriedale: Lamb Growth and Survival. 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production, 17-22, Agosto, Vancouver, Canadá, 4p.
38. Ciappesoni G, Vázquez A, Banchero G. (2014c). Peso al nacer y al destete de cuatro biotipos de corderos Texel y cruza. V Congreso de la asociación uruguaya de producción Animal (AUPA). 3-4, Diciembre Montevideo, Uruguay. 2p.
39. Ciappesoni G, Gimeno D, Coronel F. (2014d). Progreso genético logrado en las evaluaciones ovinas del Uruguay. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 22:73-80.
40. Conington J, Bishop SC, Waterhouse A, Simm G. (2004). A bioeconomic approach to derive economic values for pasture-based sheep genetic improvement programs 82:1290-1304.
41. Corbett, JL. (1979). Variation in wool growth with physiological state. En: *Physiology and Environmental Limitations to Wool Growth*. Eds. Black JL, Reis, PJ. Armidale, pp. 79-98.
42. Corner-Thomas RA, Ridler AL, Morris ST, Kenyon PR. (2015) Ewe lamb live weight and body condition scores affect reproductive rates in commercial flocks. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 58:26-34.
43. Cottle DJ. (2010). Wool Preparation, testing and Marketing. En: *International Sheep and Wool Handbook*. Ed. J. Cottle DJ (2010) Nottingham University Press, Nottingham, Cap. 25, pp. 581-618.
44. Cottle DJ. (2010b). World sheep and wool production. En: *International Sheep and Wool Handbook*. Ed. J. Cottle DJ (2010) Nottingham University Press, Nottingham, Cap. 1, pp. 1-48.
45. Crook BJ, Piper LR, Mayo O. (1994) Phenotypic Associations Between Fibre Diameter Variability and Greasy Wool Staple Characteristic Within Peppin Merino Stud Flocks. *Wool Technology and Sheep Breeding* 42: 304-318.
46. Cunningham EP. (1987) Crossbreeding-The Greek Temple Model. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 104:2-11.
47. De Barbieri I, Montossi F, Dighiero A, Nolla M, Luzardo S, Martínez H, Zamit W, Levratto J, Frugoni J. (2005). Largo de gestación en ovejas Corriedale. En: *Reproducción ovina: recientes avances realizados por el INIA*. Treinta y Tres, Tacuarembó, Uruguay. pp 115-122.

48. De Barbieri I, Viñoles C, Montossi F, Luzardo S, Ciappesoni, G. (2021) Productive and reproductive consequences of crossbreeding Dohne Merino with Corriedale in Uruguayan sheep production systems. *Animal Production Science* 11p.
49. De Graaf SP. (2010). Reproduction. En: *International Sheep and Wool Handbook*. Ed. J. Cottle DJ (2010) Nottingham University Press, Nottingham, Cap. 9, pp. 189-222.
50. Denney GD. (1990) Phenotypic variance of fibre diameter along wool staples and its relationship with other raw wool characters. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 30:463-467.
51. Dickerson GE. (1969) Experimental Approaches in utilizing breed resources. *Anim. Breed. Abstr.* 37:191-202.
52. Dickerson GE. (1970) Efficiency of animal production - Molding the biological components. 30:849-859.
53. Dickerson GE. (1973) Inbreeding and heterosis in animals. *J. Anim. Sci.* 1973 54:77.
54. Dutra F. (2005). Nuevos enfoques sobre la patología de la mortalidad perinatal de corderos. En: *Reproducción ovina: recientes avances realizados por el INIA. Treinta y Tres, Tacuarembó, Uruguay.* pp 137-140.
55. Elvira MC, Jacob MH. (2004) Calidad de lana: Importancia de las mediciones objetivas en la Comercialización e industrialización de la Lana. *Carpeta Técnica, Ganadería N° 11, INTA.* pp. 43-46.
56. Farid AH, Fahmy MH. (1996). The East Friesian and other European breeds. En: *Prolific Sheep*. Ed. Fahmy MH. Cap. 3.4, pp. pp 93-108.
57. Fernández Abella D, Surraco L, Rodríguez R, Villegas N, Souto J, Bonino E, Condón R. (2007) Asociación entre la relación de folículos secundarios/primarios, la movilidad de la piel y otras características con el diámetro de fibra y peso del vellón en ovejas del núcleo fundacional y su descendencia. En: Montossi F, De Barbieri I. *Proyecto Merino Fino del Uruguay: Una visión con perspectiva histórica.* INIA. Serie Actividades de Difusión 392. pp. 201-206.
58. Fernández Abella DH. (2015) Control biotecnológico de la reproducción de la oveja. En: *Tecnologías reproductivas bovinas y ovinas.* Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Cap. 5, pp 75-96.
59. Fernández Abella DH, Villegas N. (2015) La importancia del carnero en la fertilidad del rebaño. En: *Tecnologías reproductivas bovinas y ovinas.* Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Cap. 1, pp 11-26.
60. Fernández Abella, D. H.; Villegas, N. 2015a. Mortalidad neonatal en corderos. En: *Tecnologías reproductivas bovinas y ovinas.* Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Montevideo, Cap. 2, pp 27-46.
61. Fleet MR, Irvine PA, Ponzoni RW, Bow MR. (1982) Comparison of measures of fibre diameter variability in Australian merino wools. *Australian Merino wool. Wool Tech Sheep Breed* 30:139-147.
62. Fogarty NM, Dickerson GE, Young LD. (1984). Lamb Production and Its Components in Pure Breeds and Composite Lines. II. Breed Effects and Heterosis. *J. Anim. Sci.* 58:301-311.

63. Fogarty NM. (2006). Utilization of breed resources for sheep production. Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. pp. 13-18.
64. Gallagher JR, Hill MK. (1970). Growth and wool production of single and twin-born Merino lambs reared on a high plane of nutrition. Proceedings of the Australian Society of Animal Production 8:144-148.
65. Gallivan C, Hohenboken WD, Vavra M. (1987). Breed and Heterosis Effects on Wool and Lamb Production of. Rotationally Crossed Ewes J. Anim. Sci. 64:43-49.
66. Ganzábal A, Echevarría MN. (2005). Análisis comparativo del comportamiento reproductivo y habilidad materna de ovejas cruza. En: Seminario de Actualización Técnica. Reproducción ovina: recientes avances realizados por el INIA. Treinta y Tres, Tacuarembó, Uruguay. pp. 33-42.
67. Ganzábal A. (2005). Análisis de registros reproductivos en ovejas Corriedale. En: Seminario de Actualización Técnica. En: Reproducción ovina: recientes avances realizados por el INIA. Treinta y Tres, Tacuarembó, Uruguay. pp. 69-82.
68. Ganzábal A, Montossi F, Ciappesoni G, Banchemo G, Ravagnolo O, San Julián R, Luzardo S. (2007) Cruzamientos para la producción de carne ovina de calidad: Resultados: comportamiento reproductivo y habilidad materna de ovejas, crecimiento y calidad de canal de corderos. Ed. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA, Serie Técnica N° 170, Montevideo. 70p.
69. Ganzábal A, Banchemo G, Vázquez J, Ravagnolo O, Ciappesoni G. (2013). Evaluación del desempeño reproductivo de biotipos de media y elevada prolificidad en Uruguay. 23° Reunión de ALPA (Archivos Latinoamericanos de producción Animal), La Habana, Cuba, 4p.
70. Ganzábal A. (2013) Impacto productivo y económico del uso de biotipos maternos en la producción de corderos. Seminario de actualización técnica: Producción de Carne Ovina de Calidad. INIA. Serie Actividades de Difusión 719. 14-15, Noviembre, Treinta y tres, Uruguay, pp. 135-142.
71. Greef J, Kinghorn BP, Brown D. (2010). Breeding and selection. En: International Sheep and Wool Handbook. Ed. J. Cottle DJ (2010) Nottingham University Press, Nottingham, Cap. 1, pp. 165-188.
72. Hansford KA. (1992). Fibre Diameter Distribution: Implications for Wool Production. Wool Tech Sheep Breed. 40:2-9.
73. Hansford KA, Swan PG. (2005). Australian Wool Innovation 2004 Global Survey of Dark and Medullated Fibres. Commercial Technology Forum. Report CTF 2. 21p.
74. Hatcher S, Atkins KD, Thornberry KJ. (2005). Age changes in wool traits of Merino sheep in western NSW. Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics. 16:314-317.
75. Jakubec V. (1977). Productivity of crosses based on prolific breeds of sheep. Livestock Production Science 4:379-392.
76. Kenyon PR, Blair HT. (2013). Foetal programming in sheep-Effects on production 118:16-30.
77. Kenyon PR, Webby RW. (2017). Pastures and supplements in sheep production systems. En: Pastures and Supplements for Grazing Animals. Eds. Rattray P,

- Brookes IM, Nicol A. New Zealand Society of Animal Production, Hamilton, Cap. 15, pp 255-274.
78. Kinghorn B. (1995). Methods of using genetic variation-a primer on selection, nucleus flocks, and crossbreeding. En: Gray GD, Woolaston RR, Eaton BT. (1995) Breeding for resistance to infectious diseases in small ruminants, Canberra, pp. 291-308.
 79. Koch RM. (1972). The role of maternal effects in animal breeding: VI. Maternal Effects in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 35: 1316–1323.
 80. Komender P, Hoeschele I. (1989). Use of Mixed-Model Methodology to Improve Estimation of Crossbreeding Parameters. *Livestock Production Science* 21:101-113.
 81. Kremer AR, Barbato AG, Rosés CL, Rista VL, Perdigón AF. (2007). Productividad del Corriedale y cruzas Milchschaef con ordeñe mecánico en un sistema ovino en pastoreo. VI Congreso Latinoamericano de la Asociación de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Querétaro, México, pp. 9-12.
 82. Lema OM, Gimeno D, Dionello, NJL, Navajas EA. (2011). Pre-weaning performance of Hereford, Angus, Salers and Nellore crossbred calves: Individual and maternal additive and non-additive effects. *Livestock Science* 142:288-297.
 83. Leymaster KA. (2002) Fundamental Aspects of Crossbreeding of Sheep: Use of Breed Diversity to Improve Efficiency of Meat Production. *Sheep & Goat Research Journal* 17:50-59.
 84. Li LF, Guan WJ, Li H, Zhou XZ, Bai XJ, Ma YH. (2009) Establishment and characterization of a fibroblast cell line derived from Texel sheep. *Biochem. Cell Biol.* 87:485-492.
 85. Long TE, Thomas DL, Fernando RL, Lewis JM, Garrigus US, Waldron DF. (1989). Estimation of Individual and Maternal Heterosis, Repeatability and Heritability for Ewe Productivity and its Components in Suffolk and Targhee Sheep. *J. Anim. Sci.* 67:1208-1217.
 86. Lush, JL. (1965) Bases para la selección animal. Ediciones agropecuarias PERI. Buenos Aires.
 87. Madalena FE. (2001) Consideraciones sobre modelos para la predicción del desempeño de cruzamientos en bovinos. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 9:108-117.
 88. Maijala K. (1996). The Finnsheep. En: Prolific Sheep. Ed. Fahmy MH. Cap. 3.1, pp. 10-46.
 89. MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca). 2018. Resultados de la Encuesta Ganadera Nacional. 2016. Montevideo, Uruguay. 60p.
 90. Moav, R. (1966). Specialized sire and dam lines. I. Economic evaluation of crossbreds. *Animal Science* 8:193-202.
 91. Montossi F, San Julián R, De Barbieri I, Berretta EJ, Risso DF, Mederos A, Dighiero A, de Mattos D, Zamit W, Martínez H, Levratto J, Frugoni JC, Lima G, Costales J, Cuadro, R. (2002). Alternativas tecnológicas de alimentación y manejo para mejorar la eficiencia reproductiva ovina en sistemas ganaderos. Seminario de

- actualización técnica sobre Cría y recría ovina y Vacuna. INIA. Serie Actividades de Difusión 288. 26, Junio, Tacuarembó, Uruguay, pp. 33-46.
92. Montossi F, De Barbieri I, Nolla M, Luzardo S, Mederos A, San Julián R. (2005). El manejo de la condición corporal en la oveja de cría: una herramienta disponible para la mejora de la eficiencia reproductiva en sistemas ganaderos. En: Seminario de Actualización Técnica. Reproducción ovina: recientes avances realizados por el INIA. Treinta y Tres, Tacuarembó, Uruguay. pp. 49-42.
 93. Montossi F, Ganzábal A, De Barbieri I, Nolla M, Luzardo S. (2005b). La mejora de la eficiencia reproductiva de la majada nacional: un desafío impostergable. En: Seminario de Actualización Técnica. Reproducción ovina: recientes avances realizados por el INIA. Treinta y Tres, Tacuarembó, Uruguay. pp. 1-15.
 94. Montossi F, De Barbieri I, Ciappesoni G, Ganzábal A, Banchero G, Soares de Lima JM, Brito G, Luzardo S, San Julián R, Silveira C, Vázquez A.(2011) Análisis y aportes del INIA para una ovinocultura más innovadora y competitiva. El país agropecuario pp. 30-36.
 95. Montossi F, De Barbieri I, Ciappesoni G, Ganzábal A, Banchero G, Luzardo S, San Julián R. (2013) Intensification, diversification, and specialization to improve the competitiveness of sheep production systems under pastoral conditions: Uruguay's case. *Animal frontiers* 3:28-35.
 96. Morley FWH, White DA, Kennedy PA, Davis IF. (1978). Predicting ovulation rate from live weight in ewes. *Agricultural Systems* 3:27-45.
 97. Mueller J. (2001). Relación fenotípica del diámetro de fibras de lana con pesos corporales y con caracteres de la lana en ovinos Merino de la Patagonia. Comunicación Técnica INTA EEA Bariloche. 9p.
 98. Neimaur K, Sienra I, Kremer R, Sánchez A, Urioste JI. (2015). Phenotypic associations between mean fiber diameter and its variability with other fleece characteristics in Corriedale. *Veterinaria* 51:36:45.
 99. Nicholas F. W. (1987). Genética Veterinaria. Editorial Acribia, Zaragoza.
 100. Nitter, G. (1978). Breed utilisation for meat production in sheep. *Anim. Breeding Abst.* 46:131-143.
 101. Niznikowski R, Janikowski W, Rant W. (1992). The effect of crossing of Corriedale type ewes with prolific rams on the wool productivity of their progeny. *Journal of Animal Feed Sciences* 1:81-88.
 102. Oddy VH. (1985). Wool growth of pregnant and lactating Merino ewes. *J. agric. Sci* 105:613-622.
 103. Oficialdegui R, Osorio G, Acuña J, Antonaccio A. (1989). Efecto de la nutrición pre y posparto en la producción de leche de ovejas Ideal estimada por dos métodos. *Producción ovina* 2:51-64.
 104. Pérez Álvarez E, Rodríguez Escalada JM, Methol R, Parma RH. (1984) Apuntes de lanares y lanas. SUL, Montevideo.
 105. Pérez Álvarez E, Methol R, Coronel F. (1989) Apuntes de lanares y lanas: Razas. SUL, 2ª ed. Montevideo.

106. Pérez V, Bonner M, Montossi F, Ramos Z, Sacchero D, De Barbieri I. (2018). Estudio de características vinculadas al procesamiento textil en lanas del consorcio regional de innovación en lanas ultrafinas. En: Lana superfina: un camino conjunto de la investigación, la transferencia y la producción. INIA. Serie Técnica 242. pp. 31-43.
107. Pérez AM, Kennedy, JP. (1989). Eficiencia del proceso de producción de lana. Producción ovina 2:65-77.
108. Piaggio L, Deschenaux H, Baldi F, Fierro S, Quintans G, Banchero G. (2014). Plane of nutrition of Corriedale ewe lambs from Foetal life to the onset of breeding affects weight at service and reproduction outcome. Animal Production Science. 55:1011-1017.
109. Ponzoni RW, Rogan IM, James PJ. (1992). Mejoramiento genético de la producción de lana con especial énfasis en lana para vestimenta. 2º Seminario sobre mejoramiento genético en lanares, 1992, Piriapolis, Uruguay. pp 63-82.
110. Rae AL. (1952). Crossbreeding of sheep. Animal Breeding Abstracts 20:197-207.
111. Reid TC, Booker J. (2001). Effect of incorporating East Friesian genes on wool characteristics. Proceedings of the New Zealand Society of Animal production 61:109-111.
112. Rogers GE. (2006). Biology of the wool follicle: an excursion into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered. Experimental dermatology, 15:931-949.
113. Rogers GE, Schlink AC. (2010). Wool growth and production. En: International Sheep and Wool Handbook. Ed. J. Cottle DJ (2010) Nottingham University Press, Nottingham, Cap. 15, pp. 373-393.
114. Rosales Nieto CA, Thompson AN, Martín GB. (2018). A new perspective on managing the onset puberty and early reproductive performance in ewe lambs: a review. Animal Production Science. 58:1967-1975
115. Sacchero D, Mueller J. (2007). Diferencias en el perfil de diámetro de fibras, largo de mecha y resistencia a la tracción de la lana, en ovejas de una majada Merino seleccionada y otra no seleccionada. Revista de Investigaciones Agropecuarias. 36:49-61.
116. Schinckel PG, Short BF. (1961). Influence of nutritional level during pre-natal and early post-natal life on adult fleece and body characters. Australian Journal of Agricultural Research, 12:176-202.
117. Shehata FI, El Sherbiny AA, El Oksh HA, Aboul-Hassan M. (1994). Role of crossing Finnish Landrace sheep with local breeds on wool physical traits. Egyptian J. Anim. Prod. 31:547-556.
118. Sidwell GM, Everson DO, Terril CE. (1960). Fertility, prolificacy and lamb livability of some pure breeds and their crosses. Journal of animal Science 21:875-879.
119. Sidwell GM, Miller LR. (1971). Production in some pure breeds of sheep and their crosses. II. Birth weights and weaning weights of lambs. Journal of animal Science 32:1090-1094.

120. Sidwell GM, Wilson RL, Hourihan ME. (1971) Production in some pure breeds of sheep and their crosses. IV. Effect of crossbreeding on wool Production. J. Anim. Sci. 32:1099-1102.
121. Sienra I, Neimaur K, Robledo A, Infante G, Pereira C. (2015). Fleece production and wool characteristics in dairy Milchschaaf sheep. Veterinaria 51:4-13.
122. Sölkner J, James W. (1990). Optimum design of cossbreeding experiments: I. A basic sequential procedure. Journal Animal Breed Genetic. 107: 61-67.
123. SUL (Secretariado uruguayo de la lana). (2010) Razas ovinas en el Uruguay. SUL, Montevideo.
124. Terril CE. (1958). Fifty years of progress in sheep breeding. Journal of animal Science 17:944-959.
125. Thomson BC, Muir PD, Smith NB. (2004). Litter size, lamb survival, birth and twelve week weight in lambs born to cross-bred ewes. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 66:233-237.
126. Turner HN. (1956). Measurements as an aid to selection in breeding sheep for wool production. Animal Breeding Abstracts. 24:118-116.
127. Viñoles C, Paganoni BL, McNatty KP, Heath DA, Thompson A N, Glover K. Milton JTB, Martin GB. (2014). Follicle development, endocrine profiles and ovulation rate in adult Merino ewes: effects of early nutrition (pre-and post-natal) and supplementation with lupin grain. Reproduction, 147:101-110.
128. Whiteley, K. J. (2003). Características de importancia en lanas finas y superfinas, lanas merinas finas y superfinas, producción y perspectivas. En: Seminario internacional de Lanas Merino finas y superfinas: producción y perspectivas, 17-18, Noviembre, Salto, Uruguay. pp. 17-22.
129. Young JM, Behrendt R, Curnow M, Oldham CM, Thompson AN. (2016). Economic value of pregnancy scanning and optimum nutritional management of dry, single- and twin-bearing Merino ewes. Animal production Science 56:669-678.