



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRÍA EN CIENCIAS
DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL**

**ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN
EN OVINOS SUFFOLK**

**TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA
CESAR FLORES SERRANO**

**TUTOR
HUGO H. MONTALDO VALDENEGRO**

**COMITÉ TUTORAL
MAURICIO VALENCIA POSADAS
CARLOS VÁSQUEZ PELÁES**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

1. Resumen.	I
Abstract	III
2. Introducción.	1
3. Revisión bibliográfica.	3
3.1 Características de importancia económica en ovinos.	3
3.1.1 Características de crecimiento.	4
3.1.2 Características de reproducción.	5
3.2 Efectos incluidos en los modelos mixtos.	7
3.2.1 Efectos ambientales (fijos)	7
3.2.2 Efectos genéticos en características de crecimiento.	9
3.3 Estimación de componentes de varianza.	12
3.4 Estimación de parámetros genéticos.	13
3.5 La metodología de Máxima Verosimilitud Restringida.	17
4. Justificación	18
5. Objetivo general.	19
5.1 Objetivos específicos.	19
6. Material y métodos	20
6.1 Población.	21
6.2 Registros de producción.	22
6.3 Obtención de la información.	23
6.4 Edición de la información.	24
7. Análisis estadísticos.	26
7.1 Análisis descriptivo de las características.	26
7.2 Estimación de componentes de varianza.	26
7.3 Estimación de parámetros genéticos.	28
8. Resultados.	30
8.1 Análisis descriptivo.	30
8.2 Componentes de (co)varianza para características de crecimiento.	30
8.3 Componentes de (co)varianza para características de reproducción.	32
8.4 Parámetros genéticos para características de crecimiento.	33
8.5 Parámetros genéticos para características de reproducción.	35
8.6 Correlaciones entre características de crecimiento y reproducción.	35
9. Discusión.	37
9.1 Características de crecimiento.	37
9.2 Características de reproducción.	41
9.3 Correlaciones entre características	44
10. Conclusiones	48
11. Literatura citada.	50

CUADROS

Cuadro 1: Estadística descriptiva de las características de crecimiento en ovinos Suffolk.	65
Cuadro 2: Estadística descriptiva de las características de reproducción en ovinos Suffolk.	66
Cuadro 3: Niveles de significancia para los efectos fijos incluidos en los modelos usados para analizar las características de crecimiento en ovinos Suffolk.	67
Cuadro 4: Niveles de significancia de los efectos fijos incluidos en los modelos finales usados para analizar las características de reproducción en ovinos Suffolk.	68
Cuadro 5: Componentes de varianza estimados para características de crecimiento en ovinos Suffolk ¹ .	69
Cuadro 6: Covarianzas y correlaciones para características de crecimiento en ovinos Suffolk.	70
Cuadro 7: Estimadores de parámetros para características de crecimiento ¹ en ovinos Suffolk.	71
Cuadro 8: Componentes de varianza estimados para las características de reproducción en ovinos Suffolk ¹ .	72
Cuadro 9: Correlaciones fenotípicas entre características de crecimiento, en ovinos Suffolk ² .	73
Cuadro 10: Estimadores de parámetros para las características de reproducción en ovinos Suffolk ¹ .	74
Cuadro 11: Correlaciones fenotípicas entre corderos destetados por oveja expuesta y características de reproducción en ovinos Suffolk.	75
Cuadro 12: Correlaciones fenotípicas entre corderos nacidos por oveja expuesta y características de reproducción en ovinos Suffolk.	76
Cuadro 13: Correlaciones fenotípicas entre la fertilidad y características de reproducción en ovinos Suffolk.	77
Cuadro 14: Correlaciones fenotípicas entre peso de la camada al destete y características de reproducción en ovinos Suffolk.	78
Cuadro 15: Correlaciones fenotípicas entre peso de la camada al nacimiento y características de reproducción en ovinos Suffolk.	79
Cuadro 16: Correlaciones fenotípicas entre tamaño de la camada al destete y características de reproducción en ovinos Suffolk.	80
Cuadro 17: Correlaciones fenotípicas entre el tamaño de la camada al nacimiento y características de reproducción en ovinos Suffolk.	81

CUADROS

Cuadro 18: Correlaciones fenotípicas entre peso al nacimiento y características de reproducción en ovinos Suffolk.	82
Cuadro 19: Correlaciones fenotípicas entre el peso al destete y algunas características de reproducción en ovinos Suffolk.	83
Cuadro 20: Correlaciones fenotípicas entre peso a los 180 días y características de reproducción en ovinos Suffolk.	84
Cuadro A1: Distribución de los tipos de parto	85
Cuadro A2: Grupos formados según el tipo de parto de las ovejas.	85
Cuadro A3: Distribución de la edad de las ovejas.	86
Cuadro A4: Grupos formados según la edad de las ovejas.	86
Cuadro A5: Número de observaciones para cada pesaje.	86
Cuadro A6: Distribución de corderos por semental y año de nacimiento.	87

RESUMEN

Estimación de parámetros genéticos para características de crecimiento y reproducción en ovinos Suffolk. Se utilizaron 2516 registros de crecimiento y 2102 registros de partos, obtenidos entre 1992 y 2004, de un rebaño ovino en el centro de México, con genealogías conocidas, para estimar las heredabilidades directas y maternas, la correlación genética directa-materna y la proporción de la varianza de ambiente permanente materno, para el peso de los corderos al nacimiento (PN), al destete (68 días)(PD), a cuatro edades posteriores al destete (102 días, 127 días, 159 días y 188 días) y para la supervivencia a los 10 y 100 días de edad, así como para estimar la heredabilidad y repetibilidad para el número de servicios por concepción (NS), fertilidad (F), duración de la gestación (DG), tamaño de la camada al nacimiento (TCN), corderos nacidos por oveja expuesta (CNOE), tamaño de la camada al destete (TCD), corderos destetados por oveja expuesta (CDOE), peso de la camada al nacimiento (PCN) y peso de la camada al destete (PCD). Asimismo se estimaron las correlaciones genéticas entre PN, PD y peso a los 180 días. En los análisis se utilizó el programa ASREML. Los modelos univariados y multivariados usados para analizar las características de crecimiento incluyeron los efectos fijos de la edad de la oveja, año de nacimiento, tipo de parto, sexo del cordero y edad del cordero (lineal y cuadrático), así como los efectos genéticos aditivos directos y maternos y el efecto del ambiente permanente materno (aleatorios). Para el análisis de las características de reproducción se usaron modelos univariados que incluyeron distintas combinaciones de efectos fijos de edad de la oveja, año de parto/servicio, proporción de machos nacidos/destetados y días al destete, así como los efectos aleatorios de oveja y de ambiente permanente. Las heredabilidades maternas fueron mayores para los pesos del nacimiento hasta los 127 días. Las heredabilidades directas fueron mayores sobre los pesos entre los 159 y 188 días. Las correlaciones directas-maternas, resultaron negativas (-0.69 a -0.01). Para el peso a los 188 días, la heredabilidad directa fue de 0.27 ± 0.08 , no se detectó un efecto genético materno y la proporción de la varianza por efectos de medio ambiente permanente materno fue de 0.04 ± 0.03 , por lo que la selección para

crecimiento se puede realizar en base de pesos posteriores a los 160 días de edad. Las correlaciones entre los efectos genéticos directos entre las características de crecimiento fueron todas positivas y altas (0.79 a 0.87). La heredabilidad directa para la supervivencia fue cero y la heredabilidad materna fue de 0.03 a 0.04. Las heredabilidades para las características de reproducción estuvieron entre 0 y 0.05 y las repetibilidades, entre 0.05 y 0.19. Las correlaciones fenotípicas entre las características de reproducción estuvieron entre -0.47 y 0.95. Las correlaciones fenotípicas entre las características de crecimiento y reproducción tuvieron un rango de -0.19 a 0.19.

Palabras Clave: Ovinos, México, heredabilidad materna, heredabilidad directa, repetibilidad, correlación, selección.

ABSTRACT

Estimates of genetic parameters for growth and reproduction traits in Suffolk sheep. Two thousand five hundred and sixteen growth and 2102 lambing data with known genealogies, obtained between 1992 and 2004 in a sheep flock in central Mexico, were used to estimate direct and maternal heritabilities, the direct-maternal genetic correlation and the proportion of the of maternal permanent environmental variance, for lambs weights at birth (PN), weaning (68 days) (PD), and four ages after weaning (102 days, 127 days, 159 days and 188 days) and for survival to 10 and 100 days of age, as well as to estimate the heritability and repeatability for number of services by conception (NS), fertility (F), gestation length (DG), litter size at birth (TCN), lambs born by ewe joined (CNOE), litter size at weaning (TCD), lambs weaned by ewe joined (CDOE), weight of the litter at birth (PCN) and weight of the litter at weaning (PCD). Also, the genetic correlations between PN, PD and weight to 180 days were obtained. The program ASREML was used in the analysis. The univariate and multivariate models used to analyze growth traits included the fixed effects of the age of the ewe, year of birth, type of lambing, lamb sex and lamb age (linear and quadratic), as well as the direct and maternal genetic additive effects and the effect of the maternal permanent environment. For the analysis of reproduction traits, univariate models were used, that included different combinations of fixed effects age of the ewe, year of lambing/year of mating, proportion of males born/weaned and days at weaning, as well as the random effects of ewe and permanent environmental effect. Maternal heritabilities were greater for weights from birth until 127 days of age. The direct heritabilities were higher for weights between 159 and 188 days. The direct-maternal correlations,

were negative (-0,69 to -0,01). For the weight at 188 days, direct heritability was 0.27 ± 0.08 , the maternal genetic effect was negligible, and the proportion of the variance explained by the maternal permanent environment effect was 0.04 ± 0.03 , therefore, selection for growth can be performed on basis of weights after the 160 days of age. The correlations between direct genetic effects for growth traits were all positive and high (0.79 to 0.87). Direct heritability for survival was zero and the maternal heritability was from 0.03 to 0.04. The heritabilities for reproduction traits were between 0 and the 0.05 and repeatabilities, between 0.05 and 0.19. Phenotypic correlations between reproduction traits were between -0.47 and 0.95. Phenotypic correlations between growth and reproduction traits ranged from -0.19 to 0.19.

Key words: Ovine, Mexico, maternal heritability, direct heritability, repeatability, correlation, selection.

1. INTRODUCCIÓN

La estimación de parámetros genéticos (heredabilidad, repetibilidad y correlaciones entre caracteres) es imprescindible para el conocimiento de la herencia de las características de importancia económica (Shrestha *et al.*, 1985; Sorensen *et al.*, 1986; Fogarty *et al.*, 1994; Jurado *et al.*, 1995; Senou *et al.*, 1999), para la caracterización de las poblaciones y para la elección del sistema de mejora genética a implantar (Shrestha *et al.*, 1985; Fogarty *et al.*, 1994; Jurado *et al.*, 1995).

La selección de los progenitores de la siguiente generación es un paso fundamental en un programa de mejora genética (Bowman, 1976; Hofer, 1998; Hauss de Sousa *et al.*, 1999; Senou *et al.*, 1999), que debe realizarse en función de su genotipo y no sólo de su fenotipo (Jurado *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996; Da Gama, 2002). El productor debe dejar para reposición aquellos animales cuyo valor genético sea superior para los caracteres de interés (Hofer, 1998; Hauss de Sousa *et al.*, 1999; Senou *et al.*, 1999; Da Gama, 2002) y así maximizar la ganancia genética por generación, mediante un correcto orden por mérito genético de los candidatos a reproductores (Bowman, 1976; Alenda *et al.*, 1995; Da Gama, 2002).

El valor fenotípico de un individuo puede descomponerse en una parte genética y otra ambiental, de manera que un mismo genotipo puede dar lugar a producciones diferentes según cuales sean las circunstancias ambientales en las que se exprese (Bowman, 1976; Alenda *et al.*, 1995; Jurado, 1995; Da Gama, 2002). La mejora genética ha dedicado un continuo esfuerzo en la obtención de predictores del valor genético aditivo que estén libres de los efectos ambientales (Bowman, 1976; Alenda *et al.*, 1995), actualmente se considera que los modelos lineales se ajustan en general, mejor a la biología del proceso de producción que, en general, otros métodos. Siendo la metodología más utilizada la del modelo mixto (Sorensen *et al.*, 1986; Alenda *et al.*, 1995; Da Gama, 2002).

El procedimiento BLUP-Modelo animal que se ha usado como un procedimiento de valoración genética en prácticamente todas las especies ganaderas, combina toda la información disponible, datos productivos, relaciones

de parentesco, información sobre las circunstancias ambientales en las que se han obtenido los datos productivos (rebaño, fecha de producción, edad del animal, sexo del animal, tipo de camada, número de partos, etc.), también de las heredabilidades y las correlaciones de los caracteres medidos, para producir una valoración simultánea del potencial genético de los individuos (Sorensen *et al.*, 1986; Villanueva *et al.*, 1993; Carabaño *et al.*, 1995).

La posibilidad de evaluar los efectos genéticos y ambientales, de manera simultánea, basándose en la aplicación de modelos lineales mixtos, ha favorecido la estimación de valores genéticos, que han permitido el establecimiento de programas nacionales de mejoramiento genético eficientes (Alenda *et al.*, 1995, Da Gama, 2002), por ejemplo, en España, los modelos utilizados en las evaluaciones genéticas incluyen los parámetros genéticos que han sido estimados en diferentes razas (Aragonesa, Segureña, Merino, entre otras) de interés para este país (Altarriba, 2002).

Los parámetros genéticos de las características de importancia económica pueden variar en cada ambiente o sistema de producción (Bowman, 1976; Mavrogenis *et al.*, 1984; Shrestha *et al.*, 1985; Sorensen *et al.*, 1986; Gearheart *et al.*, 1989; Fogarty *et al.*, 1994; Alenda *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996; Da Gama, 2002), por ello es importante que se estimen en las razas de mayor difusión en México, dado que no hay estimadores para las condiciones del país. Entre estas razas de mayor difusión, en el caso de los ovinos, se encuentra la raza Suffolk, que ha sido utilizada como raza pura o en cruzamientos como raza paterna o terminal, en la zona centro del país (Solís, J. *et al.*, 2000; Arteaga, J. D., 2003).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La estimación de parámetros genéticos (heredabilidad, repetibilidad y correlaciones entre caracteres) es imprescindible para el conocimiento de la herencia de las características de importancia económica (Shrestha *et al.*, 1985; Sorensen *et al.*, 1986; Fogarty *et al.*, 1994; Jurado *et al.*, 1995; Senou *et al.*, 1999), para la caracterización de las poblaciones y para la elección del sistema de mejora genética a implantar (Shrestha *et al.*, 1985; Fogarty *et al.*, 1994; Jurado *et al.*, 1995).

Los parámetros genéticos de las características de importancia económica pueden variar en cada ambiente o sistema de producción (Bowman, 1976; Mavrogenis *et al.*, 1984; Shrestha *et al.*, 1985; Sorensen *et al.*, 1986; Gearheart *et al.*, 1989; Fogarty *et al.*, 1994; Alenda *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996; Da Gama, 2002), por ello es importante que se estimen en las razas de mayor difusión en México, dado que no hay estimadores para las condiciones del país. Entre estas razas de mayor difusión, en el caso de los ovinos, se encuentra la raza Suffolk, que ha sido utilizada como raza pura o en cruzamientos como raza paterna o terminal, en la zona centro del país (Solís, J. *et al.*, 2000; Arteaga, J. D., 2003).

3. REVISION BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERÍSTICAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN OVINOS.

La selección consiste en elegir a los animales que se consideren más adecuados a partir de criterios establecidos, para producir la siguiente generación. La forma más sencilla de elegir a un individuo para mejorar las características de interés, es considerando el comportamiento productivo que ha tenido el animal para dichas características, con respecto al resto del rebaño (More O'Ferral, 1976; Jurado *et al.*, 1995; Da Gama, 2002).

La mayoría de los caracteres económicamente importantes se miden más que describirse, por ello reciben el nombre de caracteres métricos (Bowman; 1976; Jurado *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996). En la mayor parte de los casos, esta medida es un número real, por lo que los animales de una población pueden agruparse en una gran cantidad de clases diferentes (dependiendo de la precisión de la medida). En realidad el número de clases es infinito, por lo que estos caracteres presentan lo que se llama variación continua (Bowman, 1976; Jurado *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996).

La expresión externa de cualquier característica medida en un animal se conoce como fenotipo (F) y el valor de la medida de dicha característica es el valor fenotípico. Desde un punto de vista conceptual se dice que el valor fenotípico se debe a la acción conjunta de dos grandes factores el genotipo y el medio ambiente (Bowman, 1976; Jurado *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996; Da Gama, 2002).

El genotipo (G), es la estructura particular de genes que posee un animal. Es heredable, ya que los animales reciben la mitad de sus genes del padre y la otra mitad de su madre. Aquella parte del carácter productivo debido al genotipo es el valor genético del animal (Jurado *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996; Da Gama, 2002).

El medio ambiente (MA), es el conjunto de circunstancias ambientales que rodean la vida y producción del animal y que pueden influir de forma notable en el valor fenotípico. Aquella parte de la producción debida a causas ambientales se denomina desviación ambiental o simplemente ambiente (Bowman, 1976; Falconer y Mackay, 1996). Algunas de estas circunstancias son fácilmente identificables: en los ovinos podrían ser el rebaño, la época o

año en que ocurrió el parto, el tipo de parto (simple, gemelar, por ejemplo) y la edad de la oveja, entre otros (Mavrogenis, 1984; Jurado *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996, Matika 2003).

El valor genético de un animal se puede dividir en un componente aditivo, dominante y epistático (Jurado *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996; Da Gama, 2002).

Al componente aditivo se le denomina valor aditivo, valor mejorante o valor reproductivo. Es el componente más importante, puesto que es la principal causa del parecido entre parientes y, por tanto, el principal determinante de las propiedades observables en la población (Falconer y Mackay, 1996). Esta es la parte del valor genético que es heredable y se transmite a la descendencia. Es la que hace valiosos a los reproductores y es la que más frecuentemente se trata de estimar mediante técnicas estadísticas, con fines de selección (Jurado *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996).

La eficiencia reproductiva de la oveja (More O'Ferral, 1976; Malik *et al.*, 1986; Fogarty *et al.*, 1994; Al shorepy *et al.*, 1996; Senou *et al.*, 1999) y el crecimiento del cordero, son dos factores fundamentales para determinar la eficiencia económica en los pequeños rumiantes (Malik *et al.*, 1986; Fogarty *et al.*, 1994; Al shorepy *et al.*, 1996; Senou *et al.*, 1999) sobretodo en los ovinos. Estos grupos de características son de mayor importancia en los objetivos de mejoramiento para razas maternas, mientras que los de crecimiento son más importantes para las razas paternas (Fogarty *et al.*, 1994).

3.1.1 Características de crecimiento.

El crecimiento determina la capacidad del cordero para producir carne (Malik *et al.*, 1986). Para evaluarlo se ha considerado el peso al nacimiento, el peso al destete, los pesos post-destete hasta los 14 meses, las ganancias diarias de peso (Fogarty *et al.*, 1994; El Fadili *et al.*, 2000) y la supervivencia del cordero (Fogarty *et al.*, 1994).

El peso al nacimiento recibe consideraciones limitadas en los programas de mejoramiento en la industria ovina, pero es una característica de importancia económica potencial (Matika, 2003). Es importante debido a su influencia sobre el crecimiento previo al destete (Al Shorepy, 2001). Un

crecimiento rápido durante la etapa predestete, minimiza los costos de crianza (Malik *et al.*, 1986; Al Shorepy *et al.*, 2002).

El peso al destete es una de las características importantes dentro de una unidad de producción dedicada a la producción de carne (Lasslo *et al.*, 1985a; Saatci *et al.*, 1999; Al Shorepy, 2001). Este peso está relacionado con valores posteriores y por lo tanto, con el peso al mercado (Saatci *et al.*, 1999; Al Shorepy, 2001). Esto se debe a la correlación genética positiva entre el peso al destete y pesos posteriores (Saatci *et al.*, 1999).

El peso al destete está influenciado por diversos efectos, tales como el genotipo del cordero, el genotipo de la madre y factores ambientales que afectan tanto al cordero como a la oveja (Saatci *et al.*, 1999; Al Shorepy, 2001).

La mortalidad de los corderos, es un factor que afecta negativamente la producción. Una tasa de supervivencia elevada, es esencial para disponer de más animales para reemplazo y comercialización (More O'Ferral, 1976; Singh *et al.*, 1990).

3.1.2 Características de reproducción.

Para evaluar la eficiencia reproductiva de la oveja, se ha considerado la fertilidad (Fogarty *et al.*, 1994; El Fadili *et al.*, 2000), el número de corderos nacidos por oveja parida (More O'Ferral, 1976; Jayarajan *et al.*, 1992; Fogarty *et al.*, 1994; Analla, 1997; Bromley *et al.*, 2000; Hagger *et al.*, 2000), el número de corderos destetados por oveja parida (More O'Ferral, 1976; Fogarty 1995; Analla *et al.*, 1997; Bromley *et al.*, 2000), el número de corderos nacidos por oveja empadrada, el número de corderos destetados por oveja empadrada, el peso total de la camada al nacimiento (More O'Ferral, 1976; Laslo *et al.*, 1985b; Fogarty, 1995), el peso total de la camada al destete (Fogarty *et al.*, 1994; Bromley *et al.*, 2001) y la supervivencia del cordero (Fogarty, 1995).

La fertilidad en sistemas de producción intensiva es una característica de importancia económica (Nagy *et al.*, 1999) por que refleja la capacidad de la oveja para quedar gestante. Para calcularla se considera la relación entre ovejas servidas y ovejas paridas (Fogarty *et al.*, 1994).

El tamaño de la camada al nacimiento, en un rebaño o una raza, es importante para determinar el progreso económico en la producción de corderos para consumo (Nagy *et al.*, 1999; Hagger, 2000). Esta característica

depende de la tasa de ovulación y de la tasa de fertilidad de la oveja (Bradford, 1972), que se ve reflejado como el número de corderos nacidos por oveja parida (Fogarty *et al.*, 1994). Cuando una de las metas de la unidad de producción es aumentar la producción de carne, una de las características que se busca mejorar es el tamaño de la camada al nacimiento (Analla *et al.*, 1997). Esta característica está relacionada positivamente con el peso de la oveja al empadre (Lamberson *et al.*, 1982) y aumenta conforme la edad de la oveja es mayor, manteniéndose constante entre el tercer y cuarto parto (Lasslo *et al.*, 1985b).

El tamaño de la camada al destete es el número de corderos destetados por oveja parida (Fogarty *et al.*, 1994).

El peso total de la camada por oveja por año, usualmente es utilizada por los criadores para evaluar el comportamiento reproductivo de una hembra (Nagy *et al.*, 1999). Es la suma de los pesos de los corderos destetados por oveja parida (Fogarty *et al.*, 1994), es una característica de mucha importancia en los sistemas de producción (More O'Ferral, 1976; Lamberson *et al.*, 1982), sobre todo cuando se relaciona con el número de ovejas expuestas (peso de la camada al destete por oveja expuesta) (Lamberson *et al.*, 1982).

Cuando se considera el peso de la camada al destete dentro de un programa de mejoramiento genético, se debe tomar en cuenta que está influenciada por otras como la fertilidad, el tamaño de la camada al nacimiento, el crecimiento predestete del cordero, la supervivencia del cordero durante la lactancia y de la supervivencia de la oveja desde el empadre hasta el destete (Lamberson *et al.*, 1982; Bromley *et al.*, 2001).

La supervivencia de los corderos ha sido estudiada como una característica materna y como una característica de los corderos. Es considerada más como una característica materna (Fogarty, 1995), dado que el número de corderos que llegan al destete depende en gran medida de los cuidados recibidos por la madre durante la lactancia (Bradford, 1972; Robison, 1972), de la producción de leche producida por la oveja (Bradford, 1972) y del número de corderos nacidos por oveja, en este último caso, se ha observado que los corderos de parto simple son más resistentes, sobre todo al frío, que los corderos de parto gemelar (Stott, *et al.*, 1987). Otros factores que afectan la supervivencia del cordero son el peso y el número de partos de la oveja (Singh

et al., 1990). Se considera como una característica del cordero por que refleja la capacidad de este para alimentarse (Cloete *et al.*, 2001), además el peso del cordero al nacer, también ha mostrado influencia sobre la supervivencia (Bradford, 1972; Singh *et al.*, 1990; Al Shorepy, 2001), ya que los corderos pequeños tienen un elevado riesgo de muerte a consecuencia de problemas de hipotermia, inanición y enfermedades respiratorias (Bradford, 1972; Al Shorepy, 2001). Los corderos machos son más susceptibles a morir que las hembras (Stott *et al.*, 1987).

3.2 EFECTOS INCLUIDOS EN LOS MODELOS MIXTOS.

3.2.1. Efectos ambientales (fijos).

Dentro de las evaluaciones genéticas y para la estimación de parámetros genéticos, es importante corregir los registros para algunos factores ambientales que afectan a las características medidas en los ovinos (More O'Ferral, 1976, Dixit *et al.*, 2001; Al Shorepy *et al.*, 2002). Esto permite obtener estimadores más precisos que permiten incrementar la respuesta a la selección y estimar parámetros menos sesgados (Hansen *et al.*, 2002). Se ha observado que los efectos ambientales pueden representar una proporción de la varianza fenotípica total en características de crecimiento (Banks, 1997; Bromley *et al.* 2001; Al Shorepy *et al.*, 2002;) y en características reproductivas (Bromley *et al.*, 2001).

En características de crecimiento, los efectos de año de nacimiento, estación de parto, el sexo del cordero, el tipo de parto, la edad del cordero y el peso de la madre, han mostrado una influencia sobre los pesos y ganancias de pesos de los corderos (Bradford, 1972; Malik *et al.*, 1980; Shrestaha *et al.*, 1985; Malik *et al.*, 1986; Gurmej Singh *et al.*, 1992a y 1992b; Dixit *et al.*, 2001; Al Shorepy *et al.*, 2002).

La edad del cordero al destete, varía debido a las prácticas de manejo propias de cada sistema productivo y de las características del mercado (Stott *et al.*, 1987).

La edad de la oveja ha resultado importante para características de peso, ovejas de edades intermedias producen corderos más pesados (Bradford, 1972; Lasslo *et al.*, 1985; Shrestha *et al.*, 1985; Gurmej Singh *et al.*,

1992b;) y para características reproductivas como el tamaño de la camada al nacimiento (Nagy *et al.*, 1999; Hagger, 2000).

Trabajos relacionados con el desarrollo de los ovinos involucran el año de nacimiento para formar grupos, sólo o asociándolo con la época de nacimiento (Gurmej Singh *et al.*, 1992a y 1992b; Hansen *et al.*, 2002;). Se considera que este efecto explica las variaciones ambientales y de manejo que se encuentren presentes al momento del nacimiento y del destete. Entre estas variaciones sobresalen la cantidad y calidad del alimento proporcionado, prácticas de manejo, condiciones sanitarias y climáticas proporcionadas tanto a la oveja como al cordero (Gurmej Singh *et al.*, 1992a; Hansen *et al.*, 2002).

El sexo del cordero tiene un efecto sobre el peso de los corderos, observándose que existen diferencias entre el peso de machos y hembras, siendo de mayor peso los machos (Bradford, 1972; Gurmej Singh *et al.*, 1992a y 1992b; Nagy *et al.*, 1999). También influye en la supervivencia del cordero (Stott *et al.*, 1987) han observado mayores pesos totales de la camada al destete cuando todos los corderos destetados son machos en comparación con camadas en las que todos los corderos son hembras (Nagy *et al.*, 1999).

El número de parto de la oveja es un factor importante en el desarrollo del cordero durante la lactancia, por lo general una hembra de primer parto tendrá un desempeño menor con respecto a sus posteriores pariciones (Gunn *et al.*, 1986; Djemali *et al.*, 1994; Nagy *et al.*, 1999), por lo tanto, se espera que el peso de los corderos al destete cambie favorablemente al incrementar el número de partos de la oveja (Gunn *et al.*, 1986; Singh *et al.*, 1990).

La estación del año tiene influencia sobre la producción de la oveja (tasa de ovulación y producción de leche, entre otras) (Gurmej Singh *et al.*, 1992a y 1992b; Nagy *et al.*, 1999; Hansen *et al.*, 2002;), que consecuentemente aumenta o disminuye el peso del cordero al nacimiento y al destete. Esto se observa en mayor medida en lugares en que las ovejas se encuentran en sistemas de pastoreo (Gurmej Singh *et al.*, 1992a y 1992b; Hansen *et al.*, 2002).

El efecto del tipo de parto ha sido estudiado en razas como la Finnish Landrace, Merino Barat, Avivastra, Avikalin, Malpura, Rambouillet y Suffolk, donde se ha observado que los pesos al nacimiento son menores en corderos provenientes de partos gemelares con respecto a los provenientes de partos

simples (Bradford, 1972; Malik *et al.*, 1980; Shrestaha *et al.*, 1985; Malik *et al.*, 1986; Gurmej Singh *et al.*, 1992a y 1992b; Dixit *et al.*, 2001; Al Shorepy *et al.*, 2002). Se han observado diferencias cercanas a los dos kilogramos en el peso al destete entre corderos provenientes de partos múltiples con respecto a los simples (Djemali *et al.*, 1994).

Al incrementarse el número de corderos nacidos vivos, se presenta una mayor competencia por el alimento, lo cual se reflejará en menores ganancias de peso por cordero (Analla *et al.*, 1997; Buffering *et al.*, 1993) y una mayor mortalidad (Buffering *et al.*, 1993).

3.2.2. Efectos genéticos en características de crecimiento.

Efectos genéticos aditivos directos.

Son los más importantes desde el punto de vista de la selección, por que son los que contribuyen más a la varianza genética total, son los que se heredan, los que pueden ser estimados a partir de mediciones hechas en los animales, por que son la causa principal del parecido entre parientes (Bowman, 1976; Falconer y Mackay, 1996; Da Gama, 2002).

Efectos genéticos aditivos maternos.

A la posible influencia de los cuidados de la madre sobre las crías se les conoce como efectos maternos (Robison, 1972; Carabaño *et al.*, 1995; Hauss de Sousa *et al.*, 1999), son una importante fuente de variación entre los mamíferos (Hanrahan, 1976), están fuertemente influenciados por los cuidados y la leche que la oveja proporciona a los corderos (Bradford, 1972; Robison 1972; Mavrogenis *et al.*, 1984; Carabaño *et al.*, 1995). Tienen mayor influencia sobre los pesos y crecimiento de los corderos antes del destete (Bradford, 1972; Cundiff, 1972; Robison, 1972; Hanrahan, 1976; Mavrogenis *et al.*, 1984; Carabaño *et al.*, 1995; Al Shorepy *et al.*, 2002), lo que se ve reflejado en la proporción de la varianza fenotípica total (Robison, 1972; Banks, 1997; Bromley *et al.*, 2000; Al Shorepy *et al.*, 2002).

Para los corderos son evidentemente ambientales pero su magnitud depende del genotipo de la madre, en ese sentido son genéticos y heredables (Robison, 1972; Carabaño *et al.*, 1995; Hauss de Sousa *et al.*, 1999).

Para poder separar los efectos maternos en componentes aditivos y de ambiente permanente, se requiere que la característica pueda ser medida más de una ocasión en oveja, así como la existencia de ovejas relacionadas dentro del pedigrí y preferentemente contar con ovejas con registros propios en más de una generación (Al Shorepy, 2001).

Si los efectos maternos son ignorados se puede sobreestimar la heredabilidad directa y total (Carabaño *et al.*, 1995; Trus *et al.*, 1998; Hauss de Sousa *et al.*, 1999; Saatci *et al.*, 1999; Mwansa *et al.*, 2002;), por lo que estos deben ser considerados para incrementar la eficiencia de la selección, ya que se ha observado una correlación negativa entre los efectos maternos y los efectos directos en los ovinos. Por lo tanto, en el análisis de características de crecimiento temprano en rumiantes, se usan modelos que incluyen efectos directos y efectos maternos en la estimación de valores genéticos (Olesen *et al.*, 1995).

Para el peso al nacimiento, los efectos aditivos maternos se han presentado como más importantes en corderos puros que en corderos cruzados (Al Shorepy, 2001) y para pesos posteriores, entre los 28 y 120 días, han sido más importantes para razas puras (Bradford, 1972). También se ha observado que los efectos maternos sobre los pesos tempranos tienen mayor importancia en los ovinos que en los bovinos y suinos (Saatci *et al.*, 1999).

Para los pesos posteriores al destete, usualmente se ignoran los efectos maternos, ya sean considerados como ambientales o como genéticos, pero existe la posibilidad de que estos también tengan influencia sobre el peso al año de edad (Tosh *et al.*, 1999).

Estudios en varias razas ovinas muestran que tanto las influencias genéticas directas como las genéticas maternas, son importantes en el crecimiento de los corderos (Saatci *et al.*, 1999; Dixit *et al.*, 2001), por eso es necesaria la estimación de las correlaciones aditivas directas-maternas (Dixit *et al.*, 2001). Para características de crecimiento, se han encontrado covarianzas genéticas negativas entre efectos directos y maternos (Cundiff, 1972; Hauss de Sousa *et al.*, 1999; Al Shorepy, 2001; Al Shorepy *et al.*, 2002). El conocimiento de esta relación es importante en el diseño de programas de mejoramiento óptimos (Robison, 1972).

Ambiente permanente materno.

Las diferencias en el comportamiento entre las hembras puede deberse a causas genéticas o ambientales (Bradford, 1972).

Las condiciones ambientales que afectan a la hembra en sus diversos partos, al momento de estar amamantando, forman un medio ambiente común para los miembros de una misma camada, hermanos completos de diferentes partos o bien para medios hermanos maternos. Este efecto toma mayor relevancia en especies en que la hembra tienen más de una cría al parto, como el cerdo, el conejo o algunas razas de ovinos, donde las crías dependen completamente de la madre durante casi toda la lactancia, por el confinamiento en el que se encuentran las hembras con su camada (Bradford, 1972; Robison, 1972).

Cuando se ignoran los efectos de ambiente permanente materno, el análisis genera una sobreestimación de la heredabilidad materna (Hauss de Sousa *et al.*, 1999; Saatci *et al.*, 1999).

3.3 ESTIMACIÓN DE COMPONENTES DE VARIANZA.

Para optimizar la respuesta a la selección, es importante utilizar valores genéticos predichos (Jill *et al.*, 1976; Henderson, 1986; Hofer, 1998; Hauss de Sousa *et al.*, 1999). Para calcularlos de manera precisa, se requiere del conocimiento de los parámetros genéticos de la población (Jill *et al.*, 1976; Sorensen *et al.*, 1986; Raheja, 1992; Fogarty *et al.*, 1994; Jurado *et al.*, 1995; Senou *et al.*, 1999). Para estimar estos últimos es necesario conocer las (co)varianzas para características económicamente importantes (Henderson, 1986; Fogarty 1995).

En la distribución normal, la amplitud de la curva es reflejo de la variabilidad de la población medida como la varianza (σ^2). Los valores genéticos aditivos y las desviaciones ambientales se consideran como variables aleatorias que siguen igualmente distribuciones normales. El valor genético de un individuo y su error, pueden ser cualquier valor de una distribución normal con varianza aditiva σ_a^2 y varianza residual σ_ϵ^2 , respectivamente (Bowman, 1976; Jurado *et al.*, 1995; Da Gama, 2002).

La varianza fenotípica (σ^2_F) de una característica está determinada por la suma de varianzas de los efectos que la constituyen, de forma tal que si se descompone la varianza fenotípica en sus diversos componentes, estará constituida por las varianzas debidas a los efectos ambientales, efectos genéticos aditivos y una proporción de la varianza denominada residual (Cundiff, 1972; Al Shorepy, 2002; Kemp *et al.*).

La varianza genética aditiva (directa o materna), de características de importancia económica, es uno de los componentes genéticos más importantes en programas de mejoramiento (Lin *et al.*, 1989). La posibilidad de separar la varianza genética aditiva en directa y materna depende del modelo mixto utilizado (Khombe *et al.*, 1995). En el caso de caracteres con alta influencia materna, como sería el peso al destete, los efectos atribuibles a la madre aportan una porción de la varianza fenotípica, de tal forma que ésta debe ser incluida en el modelo (Cundiff, 1972; Kemp *et al.*, 1988; Al Shorepy, 2002). El desglose de la varianza fenotípica sería el siguiente:

$$\sigma^2_F = \sigma^2_{Ad} + \sigma^2_{Am} + \sigma_{Ad-Am} + \sigma^2_{Ep} + \sigma^2_e$$

Donde:

σ^2_F = Varianza fenotípica de la característica de interés,

σ^2_{Ad} = Varianza de efectos genéticos aditivos directos,

σ^2_{Am} = Varianza de efectos genéticos aditivos maternos,

σ_{Ad-Am} = Covarianza entre los efectos genéticos aditivos y maternos,

σ^2_{Ep} = Varianza de los efectos ambientales permanentes maternos,

σ^2_e = Varianza residual.

Para estimar dichos componentes de varianza, se han utilizado los modelos mixtos (Cundiff, 1972; Kemp *et al.* 1988; Al Shorepy, 2002).

La disponibilidad de programas estadísticos específicos para estimar covarianzas en genética animal ha facilitado el fraccionamiento de la varianza fenotípica, ha permitido conocer las correlaciones genéticas entre efectos

directos y maternos, y la influencia que tienen los efectos ambientales (Khombe *et al.*, 1995; Trus *et al.*, 1998; Hauss de Sousa *et al.*, 1999).

Cuando el interés es la evaluación de múltiples características, es necesario usar un método que permita estimar las covarianzas entre ellas y en particular cuando involucra características que no se observan en todos los animales (Henderson, 1986; Raheja, 1992).

3.4 ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS.

La definición de los objetivos y planes de mejoramiento, y la disponibilidad de valores genéticos precisos, requiere del conocimiento de la heredabilidad (Mvrogenis *et al.*, 1984; Shrestha *et al.*, 1985; Sorensen *et al.*, 1986; Fogarty *et al.*, 1994), así como de la repetibilidad (Gearheart *et al.*, 1989). Mientras que las correlaciones genéticas y fenotípicas de las características económicamente importantes, son útiles para estimar respuestas correlacionadas y para desarrollar índices de selección sobre múltiples características (Mvrogenis *et al.*, 1984; Fogarty *et al.*, 1994).

La posibilidad de fraccionar la varianza fenotípica (σ^2_F) en sus diversos componentes, ha facilitado la estimación de la heredabilidad, la repetibilidad y las correlaciones entre las características de interés (Sorensen *et al.*, 1986; Jurado *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1986; Da Gama, 2002).

3.4.1 Heredabilidad.

La heredabilidad (h^2) representa la porción de la varianza fenotípica explicada por los efectos aditivos, ya sean directos (σ^2_{Ad}) o maternos (σ^2_{Am}) dependiendo del caso (Bowman, 1976; Jurado, 1995; Falconer y Mackay, 1996; Da Gama, 2002).

$$h^2 = \sigma^2_{Ad} / \sigma^2_F$$

El valor de la heredabilidad puede variar entre 0 y 1 (Jurado, 1995; Falconer y Mackay, 1996). En general, los caracteres relacionados con producción y conformación tienen una heredabilidad 0.2 a 0.4. Los caracteres

reproductivos suelen tener heredabilidades de 0.05 a 0.15 (Jurado *et al.*, 1995; Da Gama; 2002).

Conociendo el fenotipo y la heredabilidad de una característica es posible predecir con mayor precisión el valor genético de un animal. En eso radica la importancia de conocer la heredabilidad lo más correctamente posible (Jurado *et al.*, 1995; Da Gama, 2002).

3.4.2. Correlación genética entre efectos directos y maternos.

La covarianza entre los efectos aditivos directos y maternos (σ_{AD-AM}) permite conocer la correlación genética entre ambas características la cual indica el grado de asociación existente entre dichos efectos para la característica considerada y puede tomar valores de -1.0 a 1.0 (Jurado, 1995; Falconer y Mackay, 1996).

La correlación genética puede ser calculada de la siguiente manera:

$$r_G = \sigma_{Ad-Am} / (\sigma_{Ad} * \sigma_{Am})$$

Una correlación negativa indica que los valores para estos efectos cambiará de forma opuesta en un esquema de selección, así, al seleccionar a favor de los efectos aditivos directos se estará seleccionando en contra de los efectos aditivos maternos, lo cual provocará que el cambio genético total entre generaciones sea menor. En el caso de una correlación cercana o igual a cero, indicará poca o nula asociación entre ambos efectos. En el caso de una correlación positiva y cercana a uno, se obtiene un mayor cambio en la siguiente generación (Schoeman *et al.*, 1997). Se ha observado una correlación genética negativa entre los efectos genéticos directos y maternos (Robison, 1972; Maria *et al.*, 1993; Maria, 1995; Tosh *et al.*, 1999; Matika *et al.*, 2003).

La estimación de esta relación es importante, particularmente en situaciones en las que se usan índices de selección que involucran características que son afectadas por efectos directos y maternos (Robison, 1972; Saatci *et al.*, 1999).

3.4.3. Proporción del ambiente permanente materno.

La proporción de este componente (c^2) en la varianza fenotípica indicará la importancia de la calidad del ambiente proporcionado a la hembra, así como de los efectos genéticos maternos involucrados durante el período de cría (Ligda *et al.*, 2000).

3.4.4. Repetibilidad.

La repetibilidad (r) mide la proporción de la varianza fenotípica que es debida a causas permanentes (varianza genética de ambiente permanente) (Jurado *et al.*, 1995; Molina *et al.*, 1999; Da Gama, 2002) y a la composición genética (varianza genética aditiva) del individuo (Molina *et al.*, 1999).

La repetibilidad indica hasta que punto las medidas sucesivas medidas de un carácter están relacionadas (Jurado, 1995, Gandhi *et al.*, 1991). Si la repetibilidad es alta, bastará con pocas medidas para tener bien determinada la producción. Por el contrario, si la repetibilidad es baja, serían necesarias varias medidas para asegurar una buena calidad de la caracterización de la producción (Jurado *et al.*, 1995).

La aplicación práctica de la repetibilidad, es que nos permite predecir si el comportamiento productivo de un individuo se repetirá en intervalos de tiempo sucesivos (Fahmy, 1990; Gandhi *et al.*, 1991), basándose sobre otro registro (Gandhi *et al.*, 1991).

3.4.5. Correlaciones entre características de importancia económica.

Los caracteres de producción animal están frecuentemente asociados. Esta asociación se cuantifica estadísticamente mediante un coeficiente de correlación. La correlación genética se debe a que los mismos genes o genes ligados entre si afectan a varios caracteres simultáneamente (Bowman, 1976; Jurado *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996; Da Gama, 2002).

La consecuencia de ello es que en un mismo animal, los valores genéticos de algunos caracteres dependen unos de otros. Cuando se pretende cambiar el genotipo de un animal para un carácter determinado, cambian también otros caracteres que están relacionados con el, siendo la magnitud y dirección de este cambio función de el signo e intensidad de la correlación

entre ellos. El valor de la correlación oscila entre -1 y 1. (Bowman, 1976; Jurado *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996; Da Gama, 2002).

Las correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales, pueden ser muy diferentes en magnitud, dependiendo de las características analizadas (More O'Ferral, 1976; Koch *et al.*, 1982).

La necesidad de usar modelos adecuados, para estimar estas correlaciones es necesaria. Son pocos los estudios que hacen uso de análisis que involucran múltiples características, posiblemente esto se deba a la dificultad de encontrar el modelo apropiado (Villanueva *et al.*, 1993; Tosh *et al.*, 1999).

3.5 LA METODOLOGÍA DE MÁXIMA VEROSIMILITUD RESTRINGIDA (REML).

El Método *REML* del inglés *restricted maximum likelihood* es útil para estimar componentes de (co)varianza con modelos lineales mixtos en mejoramiento animal (Lin *et al.*, 1988; Khombe *et al.*, 1995; Hofer, 1998; Hauss de Sousa *et al.*, 1999; Nagy *et al.*, 1999). El método permite incorporar las relaciones genéticas entre los animales de modo que es posible, dependiendo de la estructura de los datos, obtener estimaciones de parámetros para modelos con efectos directos, maternos y de medio ambiente materno en presencia de efectos fijos ambientales (Gilmour *et al.*, 1995; Fogarty *et al.*, 2003; Safari *et al.*, 2005).

Los algoritmos usados en el método para encontrar los estimadores pueden ser agrupados de acuerdo al uso de derivadas en algoritmo libre de derivadas y algoritmo con derivadas parciales de primer y segundo orden. Los algoritmos basados en derivadas parciales de segundo orden, tales como el de la matriz de información promedio (AI), han resultado más apropiados para modelos con múltiples características, en comparación con el algoritmo libre de derivadas (DF) (Gilmour *et al.*, 1995; Rodríguez-Almeida *et al.*, 1995; Hofer, 1998).

En la mayor parte de las investigaciones recientes sobre la estimación de parámetros genéticos de características de crecimiento y reproducción se ha utilizado la metodología REML (Gilmour *et al.*, 1995; Fogarty *et al.*, 2003; Safari *et al.*, 2005).

Aunque existen estimadores de parámetros genéticos y no genéticos para muchas razas ovinas disponibles en la literatura, muy pocas son de razas cárnicas y ninguna para la raza Suffolk en México (Fogarty, 1995; Gilmour *et al.*, 1995, Fogarty *et al.*, 2003; Safari *et al.*, 2005).

4. JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de los parámetros genéticos permite optimizar los programas de selección. Debido a que los parámetros genéticos para características económicamente importantes pueden variar en cada ambiente o sistema de producción, es importante que se estimen en la raza Suffolk, bajo un sistema de producción intensivo, en una zona templada de México, dado que no hay estimadores previos bajo estas condiciones de producción.

5. OBJETIVO GENERAL

Estimar componentes de (co)varianza para algunas características de crecimiento y reproducción en ovinos de la raza Suffolk, en México.

5.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Estimar las (co)varianzas para características de crecimiento, usando modelos que incluyan efectos genéticos directos, efectos maternos, efectos aleatorios de ambiente permanente y efectos fijos de ambiente.

Estimar las (co)varianzas para características de reproducción, usando modelos con efectos genéticos directos, efectos de ambiente permanente y efectos fijos de ambiente.

Estimar la heredabilidad de las características de crecimiento.

Estimar la heredabilidad y repetibilidad de las características de reproducción.

Evaluar las correlaciones genéticas y fenotípicas entre las características.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. Población.

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, que está ubicado en el km. 53.1 de la carretera federal México-Cuernavaca, en la población de Tres Marías, en el Municipio de Huitzilac, Estado de Morelos, México.

El CEIEPO se encuentra a una altura de 2810 msnm. El clima de la región es templado húmedo con lluvias en verano, Cb (m)(w)ig, de acuerdo al sistema de clasificación de Köpen (García, 1998).

El Centro fue fundado en 1991. Dentro de sus objetivos están el servir como Centro de prácticas de alumnos, de investigaciones en ovinos, así como para la venta de ovinos pie de cría de las razas Suffolk y Dorset.

El rebaño Suffolk del C.E.I.E.P.O., fue conformado en 1991 con 210 animales importados de Ontario, Canadá.

El sistema de producción del C.E.I.E.P.O., es considerado como intensivo en pastoreo controlado con cerco eléctrico, en praderas con pastos mejorados.

La base de la alimentación de las hembras adultas es el pastoreo diurno, en las praderas compuestas por Rye grass anual (*Lolium multiflorum*), Rye grass perene (*Lolium perenne*), Orchard grass (*Dactylis glomerata*), Kikuyo (*Penisetum clandestinum*), por trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratenses*). Como complemento se les proporciona un alimento concentrado adecuado a la etapa, que en el caso del Centro son mantenimiento (131 g de PC y 3.4 Mcal), gestación (148 g de PC y 3.8 Mcal), último tercio de gestación (232 g de PC y 6.0 Mcal) y lactancia (353 g de PC y 7.6 Mcal).

Los sementales permanecen estabulados recibiendo alimento concentrado, elaborado con granos (131 g de PC y 3.4 Mcal) y avena henificada.

Se realiza un empadre controlado con monta dirigida, utilizando los registros genealógicos de cada ovino, para decidir que semental se aparee con

cada hembra. En la mayoría de los años, el empadre se ha realizado en el mes de agosto, con una duración promedio de mes y medio. Se realiza un diagnóstico de gestación de las hembras con el propósito de separar a las hembras gestantes y proporcionarles un mejor alimento durante la gestación.

Los corderos son mantenidos en estabulación desde el nacimiento hasta la venta. Durante este período los animales reciben dietas diferentes de acuerdo a la edad del cordero empezando con una dieta de *creep feeding* (240 g de PC y 5.7 Mcal), durante la lactancia, posteriormente este mismo alimento se proporciona en forma restringida hasta que alcanzan los 40 kg. de peso. A los seis meses de edad los animales reciben una dieta de finalización (160 g de PC y 5.4 Mcal); algunas corderas comienzan a alimentarse en las praderas, una vez que son seleccionadas como reemplazo. Al regreso de las praderas también son complementadas con una dieta adecuada a su edad y con heno de avena.

Durante la primera semana de vida de los corderos, son identificados con un arete de plástico, el cual lleva un número progresivo y una letra, esta última indica el año de nacimiento de cada animal, al momento de colocar el arete, también se realiza el descole, utilizando un elastrador, que coloca un anillo de goma entre la segunda y tercer vértebra coccígea.

El programa de medicina preventiva incluye el realizar exámenes coproparasitológicos cada 28 días, al 10 % de la población animal. Cuando se encuentran 1000 huevos por gramo de heces en promedio, de la muestra, todos los animales son desparasitados con el desparasitante adecuado al parásito encontrado en los exámenes. Los animales no son vacunados para prevenir enfermedades, únicamente se aplica una bacterina toxoide para prevenir problemas de enterotoxemia y braxy, a las ovejas un mes antes del parto y en los corderos a los 40 y 60 días de vida.

Los corderos son pesados al nacer, al destete y cada 28 días después del destete. El destete se realiza aproximadamente a los dos meses de vida con un peso promedio aproximado de 20 kg.

Los animales son vendidos como pie de cría a partir de los seis meses de edad.

6.2 Registros de producción.

En el estudio se usó la información de los registros históricos desde el año 1992 hasta 2004.

Con dicha información se integró un pedigrí de 3003 animales, incluyendo sementales y ovejas sin información productiva, pero que creaban conexiones genéticas entre animales.

Para las características reproductivas se contó con 2102 registros de partos de hembras y para las características de crecimiento con 2516 registros de corderos nacidos.

Las variables de respuesta estudiadas fueron:

Características reproductivas.

Número de servicios por concepción (NS).

Fertilidad, que fue calculada como la relación de ovejas paridas y ovejas expuestas.

Tamaño de la camada al nacimiento (TCN), que indica el número de corderos nacidos por oveja parida.

Corderos nacidos por oveja expuesta (CNOE).

Tamaño de la camada al destete (TCD), que indica el número de corderos destetados por oveja parida.

Corderos destetados por oveja expuesta (CDOE).

Peso de la camada al nacimiento (PCN), suma de los peso de los corderos al nacer.

Peso de la camada al destete (PCD), suma de los peso de los corderos al destete.

Características de crecimiento.

Peso del cordero al nacimiento (PN).

Peso del cordero al destete (PD).

Pesos mensuales posteriores al destete hasta los 188 días.

Supervivencia de los corderos al día 10 y al día 100.

Los efectos que se estudiaron en los modelos para las características de reproducción fueron:

Efectos fijos:

Año de parto (AP) (n = 13).

Año de servicio (AS) (n = 13).

Edad de la oveja (EO) (n = 4).

Días de lactancia (DL) lineal y cuadrático, como covariable.

Proporción de corderos machos nacidos por camada (PMN).

Proporción de corderos machos destetados por camada (PMD).

Efectos genéticos:

Efecto genético aditivo de la oveja.

Efecto de ambiente permanente de la oveja.

Los efectos que se estudiaron en los modelos para las características de crecimiento fueron:

Efectos fijos:

Año de nacimiento (AN) (n = 13).

Tipo de parto (TP) (n = 2).

Edad de la oveja (EO) (n = 4).

Sexo (S) (n = 2).

Edad al destete (ED) lineal y cuadrática, como covariable.

Edad a cada pesaje (EP_i) lineal y cuadrática, como covariable.

Efectos genéticos:

Efecto genético aditivo del cordero.

Efecto genético aditivo materno.

Efecto de ambiente permanente materno.

6.3 Obtención de la información.

El pedigrí se estructuró con la identificación del animal, del padre y la madre, el tipo de parto, sexo y año de nacimiento. La información incluida se obtuvo de los registros de montas y partos del Centro y se estructuró con el programa Excel. El número de animales incluidos en el pedigrí fue de 3003 animales. El archivo de pedigrí se tomó como base para estructurar el archivo de crecimiento de los corderos y para verificar que las hembras registradas en los diferentes registros de campo tuvieran genealogía.

El archivo de crecimiento se formó con la información de corderos nacidos desde el año de 1992 hasta los nacidos en el año 2004. Incluyó la

identificación del cordero, padre, madre, tipo de parto, sexo, fecha de nacimiento, peso al nacimiento, fecha de destete, peso al destete y pesos mensuales posteriores al destete hasta los 188 días. En este archivo se incluyó la variable supervivencia al día 10 y al día 100, para lo cual se dio el valor de cero a los corderos que no vivían hasta esa edad y el valor de 1 a los corderos que sobrevivían.

El archivo de reproducción de la oveja, incluyó la identificación de la oveja, edad, número de partos que llevaba en cada año, número de servicios recibidos por período, fecha de parto, corderos totales nacidos, número de hembras nacidas por parto, número de machos nacidos por parto, peso de la camada al nacimiento, fecha de destete, corderos totales destetados, proporción de corderos machos nacidos y destetados, peso de la camada al destete, días de gestación y días de lactancia.

6.4. Edición de la información.

Dado el bajo número de datos para partos triples, se agruparon junto a los partos gemelares, para analizar las características de crecimiento (Cuadro A1 y A2).

Debido a la cantidad de información para cierto número de edades de las madres se formaron 4 grupos, el primero incluye las edades de 1 y 2, el segundo las edades de 3, el tercero con animales de 4 años, y el último incluye las edades de 5 años en adelante (Cuadros A3 y A4).

Para peso al nacimiento y al destete inicialmente se consideró el mes de nacimiento, pero debido al poco número de observaciones por mes se cambió por época del año, considerando 2 épocas (enero a junio y julio a diciembre). Sin embargo el efecto de época no se incluyó en los análisis finales, dado que el 95 % de los partos ocurrieron entre los meses de enero y abril.

La edad del cordero en cada uno de los pesajes se usó como covariable. Para el análisis de los pesos al destete se usó un rango de edad de 50 a 90 días. Se consideraron en los análisis cuatro pesajes posteriores al destete (Cuadro A5).

Se usó el programa Pedigree viewer (<http://www-personal.une.edu.au/~bkinghorn/pedigree.htm>), para evaluar la estructura del pedigrí. Este programa además fue de utilidad para recodificar los números de

los animales incluidos en la genealogía, para poder usar dicho número codificado, correspondiente al pedigrí ordenado por precedencia en la genealogía (*stacked*) en los análisis con modelos mixtos.

La profundidad del pedigrí ayudó a separar efectos genéticos y ambientales, un pedigrí profundo debe incluir muchas generaciones. La estimación de efectos maternos genéticos y de ambiente permanente materno, requiere contar con ovejas que cuenten con registros propios para el carácter estudiado, con crías que tengan genealogía completa. Esto se puede observar en este estudio. En este estudio se cuenta con un pedigrí con el equivalente a 6 generaciones. En el cuadro A7, se puede observar el número de corderos nacidos por semental y por año, así como la conexión de los años de acuerdo al número de sementales utilizados en cada uno.

Para realizar análisis de correlación entre las características de crecimiento y reproducción, la última base de datos estructurada incluyó la información de las hembras con información reproductiva y de crecimiento, de cada una, con dicha información se logró estructurar una base de datos con 316 registros.

Las bases de datos estructuradas con Excel fueron transformadas a archivos de texto (ASCII), con el programa Texpad, para poder analizar dicha información mediante la metodología AI-REML, usando el software ASREML versión 1.10, para estimar los componentes de (co)varianza y los parámetros genéticos (Gilmour *et al.*, 1995; Gilmour *et al.*, 2000).

7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

7.1. Análisis descriptivo de las características.

El análisis descriptivo se realizó con el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute, 1989).

Posteriormente, para cada característica, se analizaron modelos que incluyeron todos los efectos fijos y las interacciones de primer orden entre éstos. Para este análisis se usó el procedimiento GLM en SAS (SAS Institute, 1989).

Usando el mismo procedimiento, se analizó el modelo con los efectos fijos y las interacciones de primer orden que resultaron significativas ($P < 0.05$).

Finalmente atendiendo al principio de parsimonia, se usaron modelos que incluyeron únicamente los efectos fijos principales que resultaron significativos ($P < 0.05$). Las interacciones entre los efectos no se consideraron en los modelos por que explicaron en conjunto una proporción muy pequeña de la variabilidad encontrada.

7.2. Estimación de los componentes de (co)varianza.

Los componentes de (co)varianza fueron estimados inicialmente en análisis univariados, para cada característica (crecimiento y reproducción), mediante la metodología AI-REML, usando el software ASREML versión 1.10 (Gilmour *et al.*, 1995; Gilmour *et al.*, 2000). Se consideró que la convergencia del modelo se presentó cuando los cambios en el logaritmo de verosimilitud fueron menores que 0.002 multiplicado por el número de la iteración actual, y los estimados de las varianzas individuales cambiaron menos de 1 % (Gilmour *et al.*, 2000).

Características de crecimiento.

Los datos se analizaron con diversos modelos mixtos que incluyeron combinaciones de efectos fijos de ambiente, efectos genéticos directos, efectos genéticos maternos y efectos aleatorios de ambiente permanente.

En las características de crecimiento, para la obtención de componentes de varianza aditiva directa y materna, del efecto ambiental permanente materno y la covarianza entre efectos aditivos directos y maternos, se utilizó el siguiente modelo:

$$y = Xb + Z_1a_d + Z_2a_m + Wp_m + e$$

Donde:

y = Vector de valores fenotípicos para la característica,

X = es la matriz de incidencia que relaciona los efectos fijos con las observaciones,

b = es el vector de efectos fijos involucrados en la característica, incluyendo la media poblacional, año de nacimiento, sexo, por ejemplo.

Z_1 = es la matriz de incidencia que relaciona los efectos aditivos directos con los registros,

Z_2 = es la matriz de incidencia que relaciona los efectos aditivos maternos con los registros,

a_d = es el vector de efectos genéticos aditivos directos,

a_m = es el vector de efectos genéticos aditivos maternos,

W = es la matriz de incidencia que relaciona los efectos ambientales permanentes con los registros,

p_m = es el vector de efectos ambientales permanentes maternos, y

e = es el vector de efectos aleatorios desconocidos.

Para la estimación de los componentes de (co)varianza se utilizaron valores iniciales que se obtuvieron combinando estimados preliminares de (co)varianzas con valores de la literatura.

Para la estimación de los componentes de (co)varianza para cada característica (PN, PD, P1, P2, P3 y P4), se realizaron análisis univariados. Posteriormente se realizó un análisis multivariado para estimar los componentes de (co)varianza para las características de peso al nacimiento, peso al destete y peso a los 180 días.

Características de reproducción.

Para estas características, los datos se analizaron inicialmente con modelos mixtos que incluyeron efectos aditivos directos de la oveja y efectos ambientales permanentes de la oveja.

Para estas características el modelo utilizado fue el siguiente:

$$y = Xb + Zu + Wp + e$$

Donde:

y = Vector de valores fenotípicos para la característica,

X = es la matriz de incidencia que relaciona los efectos fijos con las observaciones,

b = es el vector de efectos fijos involucrados en la característica, incluyendo la media poblacional, edad y año de parto, por ejemplo.

Z = es la matriz de incidencia que relaciona los efectos aditivos con los registros,

u = es el vector de efectos genéticos aditivos directos de la oveja,

W = es la matriz de incidencia que relaciona los efectos ambientales permanentes con los registros,

p = es el vector de efectos ambientales permanentes de la oveja, y

e = es el vector de efectos aleatorios desconocidos.

7.3. Estimación de parámetros genéticos.

Estimación la heredabilidad.

Para la estimación de la heredabilidad de los efectos directos (h^2_d), la heredabilidad para efectos maternos (h^2_m) y del efecto de ambiente permanente materno (c^2) se tomó en consideración la proporción que cada componente representa en la varianza fenotípica.

Estimación de las correlaciones.

Para las características de crecimiento se utilizó un modelo multivariado, que incluyó el peso al nacimiento, el peso al destete y el peso a los 180 días.

Para las características de reproducción no se pudieron estimar las correlaciones genéticas entre las características, debido a que al realizar los análisis multivariados, no se encontró convergencia de los modelos, posiblemente debido al menor número de observaciones. Posteriormente se utilizaron modelos bivariados, con ellos se estimaron las correlaciones fenotípicas.

Adicionalmente, se realizaron análisis multivariados entre las características de crecimiento y reproducción. No se encontró convergencia en los modelos.

Con el propósito de obtener correlaciones entre las características de crecimiento y reproducción se incluyeron diferentes componentes de varianza en el modelo, decidiendo finalmente sólo estimar las correlaciones fenotípicas, por medio de análisis divariados, considerando que la base de datos final tuvo un número menor de datos.

8. RESULTADOS

8.1 Análisis descriptivo.

Los números de observaciones (n), las medias, los valores mínimos y máximos, así como los coeficientes de variación, sin ajustar, se muestran en el Cuadro 1, para las características de crecimiento y en el Cuadro 2, para las características de reproducción.

En el Cuadro 3, se muestran los niveles de significancia de los efectos fijos, que se incluyeron en los modelos finales para las características de crecimiento y en el Cuadro 4, los que se incluyeron para las características de reproducción. Los efectos fijos incluidos en los modelos finales para las características de crecimiento, fueron relativamente similares, las diferencias fueron para peso al nacimiento, en el que no se incluyó la edad. Para las características de reproducción, los efectos fijos incluidos en cada modelo variaron más. Sólo la edad de la oveja se incluyó en todos los modelos.

8.2 Componentes de (co)varianza para características de crecimiento.

Varianza fenotípica.

En los análisis univariados, se observaron incrementos de las varianzas con la edad para las características de peso (Cuadro 5).

En el análisis multivariado la varianza fenotípica estimada para el peso al nacimiento (0.70 ± 0.04) y para peso al destete (22.09 ± 1.26), fueron similares a las estimadas en el análisis univariado, 0.69 ± 0.04 y 22.12 ± 1.24 , respectivamente; para el peso a los 180 días se observó una pequeña diferencia de 0.65, ya que en el análisis univariado el valor fue de 32.21 ± 1.78 , mientras que en el análisis multivariado fue de 32.86 ± 1.87 (Cuadros 5 y 6).

Varianza de efectos genéticos aditivos directos.

Los efectos directos para pesos a edades mayores (127 a 188 días de edad), contribuyeron más en la varianza fenotípica (del 10.24 % al 27.0 %), que el peso al destete y el peso a los 102 días, 4.7 % y 4.2 %, respectivamente. Para el peso al nacimiento la contribución de este efecto en la varianza fenotípica fue de 11.6 %. Los efectos directos no tuvieron influencia sobre la

varianza fenotípica de las características de supervivencia al día 10 y al día 100, ya que fueron cero (Cuadro 5).

Varianza de efectos genéticos aditivos maternos.

Se observó una mayor influencia de los efectos maternos para las características a edades tempranas como el peso al destete y peso a 102 días, 27.1 % y 9.1 %, respectivamente, que para el peso a 127 días (1.6 %), último peso en el que se pudieron estimar los efectos genéticos maternos, ya que en los modelos para pesos a edades posteriores no se detectó un efecto genético aditivo materno. Los efectos genéticos maternos tuvieron poca influencia, sobre la supervivencia al día 10 y al día 100 (4.3 % y 2.7 %, respectivamente) (Cuadro 5).

Varianza de ambiente permanente materno.

La mayor influencia de este efecto se observó para el peso al nacimiento, contribuyendo con el 17.41 % de la varianza fenotípica. Para el peso a los 127 días y para el peso a los 159, la contribución fue de 7.7 % y 7.5 %, respectivamente. Para el peso al destete (0.9 %) y para el peso a los 180 días tuvo menor influencia (0.3 %) (Cuadro 5).

En el análisis multivariado, el valor estimado para la varianza de ambiente permanente para el peso al nacimiento fue ligeramente mayor (0.15) que el estimado por análisis univariado (0.12) (Cuadros 5 y 9).

Covarianzas entre efectos genéticos aditivos directos y maternos.

Se estimaron para las características de peso al nacimiento, peso al destete, peso a los 102 días y peso a los 127 días. En todos los casos las covarianzas fueron negativas, el menor valor obtenido fue para el peso al nacimiento, -0.0005 (cerca a cero) y el mayor para peso al destete con un valor de -1.73 (Cuadro 5).

Covarianzas genéticas directas entre características de crecimiento.

Todas fueron positivas y similares, la mayor se observó entre el peso al destete y el peso a los 180 días (0.87 ± 0.09) y la menor entre el peso al nacimiento y el peso a los 180 días (0.78 ± 0.16) (Cuadro 6).

Covarianzas fenotípicas entre características de crecimiento.

Fueron estimadas con un análisis multivariado, todas fueron positivas, siendo la mayor la observada entre el peso al destete y el peso a los 180 días (14.81 ± 1.27) y la menor entre el peso al nacimiento y el peso a los 180 días (1.48 ± 0.21) (Cuadro 6).

8.3 Componentes de (co)varianza para características de reproducción.

Varianza fenotípica.

La mayoría de las varianzas fenotípicas estuvieron dentro del rango de 0.19 y 0.69. Para el peso de la camada al nacimiento fue de 5.48 ± 0.21 , para la duración de la gestación fue de 8.74 ± 0.32 y la mayor se observó para el peso de la camada al destete con un valor de 124.8 ± 4.77 (Cuadro 8).

Varianza aditiva de efectos directos.

El rango de valores se encontró entre 2.64 (peso de la camada al destete) y de cero para características como el número de servicios y la duración de la gestación. Para las características de reproducción el porcentaje de contribución en la varianza fenotípica es muy similar, observándose un rango de contribución entre cero para el número de servicios y duración de la gestación y 4.6 % para el peso de la camada al nacimiento (Cuadro 8).

Varianza de ambiente permanente.

Para la mayoría de las características el valor estuvo entre 0.01 y 0.77. La mayor varianza de ambiente permanente se observó para el peso de la camada al destete (7.98). La mayor contribución de este efecto sobre la

varianza fenotípica se observó para la fertilidad (15.8 %) y la menor contribución para el tamaño de la camada al nacimiento (3.5 %).

8.4 Parámetros genéticos para características de crecimiento.

8.4.1 Heredabilidad.

Para el peso al nacimiento, peso al destete, peso a 102 días, peso a 127 días, se estimó la heredabilidad aditiva directa, la heredabilidad aditiva materna, la influencia del ambiente permanente materno y la correlación genética directa y materna.

Para el peso a 159 días y peso a los 188 días, con el modelo final solo se estimó la heredabilidad aditiva directa y el ambiente permanente. La heredabilidad materna y por lo tanto, la correlación genética directa-materna no se estimaron porque los valores encontrados fueron cero.

Para las características de crecimiento, la heredabilidad directa tuvo valores de cero para las características de supervivencia y entre 0.04 (peso a los 102 días) y 0.27 (peso a los 188 días).

La heredabilidad materna fue similar a la heredabilidad directa, ya que sus valores fueron 0.02, para peso a los 127 días y de 0.27 para peso al destete (Cuadro 7).

8.4.2 Proporción de la varianza de ambiente permanente materno.

Este parámetro se estimó para todas las características. El ambiente permanente tuvo poca influencia sobre las características de crecimiento, ya que sus valores estuvieron dentro de un rango de 0.01, para peso al destete y 0.18, para peso al nacimiento (Cuadro 7).

8.4.3 Correlaciones.

Correlación genética directa-materna.

Para las características en las que fue posible realizar este análisis, se estimaron correlaciones negativas en todos los casos, siendo mayor para peso al destete con un valor de -0.69 ± 0.54 y la menor de -0.01 ± 0.55 para peso al nacimiento (Cuadro 7).

Correlaciones entre las características de crecimiento.

Para las características de peso al nacimiento, peso al destete y peso a los 180 días, se estimaron correlaciones genéticas, ambientales y fenotípicas usando un análisis trivariado. En este modelo, con el fin de garantizar la convergencia, solo se incluyó el efecto de ambiente permanente materno en el peso al nacimiento y los efectos genéticos maternos en los pesos al nacimiento y al destete. Así mismo, las covarianzas genéticas directas-maternas fueron consideradas cero. Los resultados se presentan en el Cuadro 9.

Las correlaciones genéticas directas, fueron positivas y moderadamente similares, con valores entre 0.78 ± 0.16 , entre peso al nacimiento y peso al destete, y 0.87 ± 0.09 entre peso al destete y peso a los 180 días.

Las correlaciones ambientales tuvieron un rango mayor, de 0.17 ± 0.07 entre peso al nacimiento y peso a los 180 días, y 0.48 ± 0.05 entre peso al destete y peso a los 180 días.

Las correlaciones fenotípicas, estimadas en el análisis trivariado fueron positivas con valores de 0.31, entre el peso al nacimiento y peso a los 180 días y 0.55, entre peso al destete y peso a los 180 días. Estos resultados fueron similares a las estimadas en este mismo estudio usando análisis bivariados de las mismas características (cuadros 6 y 9, respectivamente).

8.5 Parámetros genéticos para características de reproducción.

8.5.1 Heredabilidad.

La heredabilidad para el número de servicios y duración de la gestación fue de cero. Para el resto de las características el valor se encontró entre 0.02 y 0.05 (Cuadro 10).

8.5.2 Repetibilidad.

La repetibilidad estimada se encontró entre 0.05 y 0.19 (Cuadro 10).

8.5.3 Correlaciones fenotípicas entre características de reproducción.

Las correlaciones fenotípicas estimadas para las características de reproducción se pueden observar en los cuadros 11 al 17.

Para las características de corderos nacidos por oveja expuesta (de 2, 3 y 4 años de edad) y el tamaño de la camada al nacimiento (de ovejas de 2, 3 y 4 años de edad) (Cuadro 12) y entre las características de tamaño de la camada al destete de ovejas de 2, 3 y 4 años de edad y corderos destetados por oveja expuesta de 2, 3 y 4 años de edad, no se pudieron estimar las correlaciones fenotípicas (Cuadro 16).

El rango de las correlaciones estimadas en el presente estudio fue amplio (-0.47 a 0.95). La correlación fenotípica positiva más fuertes se presentó entre las características de corderos nacidos por oveja expuesta de 4 años de edad y el tamaño de la camada al destete de ovejas de 4 años de edad (0.95 ± 0.01) (Cuadro 12). La correlación fenotípica negativa más fuerte se estimó entre las características de fertilidad de ovejas de 2 años de edad con el tamaño de la camada al destete de ovejas de 2 años de edad y el peso de la camada al destete de ovejas de 2 años de edad, en ambos casos con un valor de -0.22. (Cuadro 13).

8.6 Correlaciones entre características de crecimiento y reproducción.

También se observaron correlaciones fenotípicas positivas y negativas entre las características de reproducción y crecimiento, el rango de valores fue 0.19 ± 0.08 observada entre el peso de los corderos a los 180 días de edad y la fertilidad de ovejas de 2 años de edad y -0.14 ± 0.01 observada entre el peso de los corderos a los 180 días de edad y los corderos destetados por oveja parida de 4 años de edad (Cuadro 20).

9. DISCUSIÓN

9.1 Características de crecimiento.

Se observó una mayor influencia de los efectos aditivos maternos que aditivos directos sobre el peso al destete y los pesos a 102 días y 127 días de edad, mientras que los efectos genéticos aditivos directos tienen mayor influencia en los pesos al nacimiento, a 159 días y a 188 días de edad (Cuadro 5). Esta tendencia resulta similar a lo observado por Al-Shorepy *et al.*, (2002); Maria *et al.*, (1995); Matika *et al.*, (2003) y por Yazdi *et al.*, (1997).

Las correlaciones entre los efectos genéticos directos y genéticos maternos para las características de crecimiento fueron todas negativas (Cuadro 6), lo que confirma una tendencia observada en varios estudios, en la mayoría de estos se observó un rango de valores entre -0.13 y -1.0. (Maria *et al.*, 1993; Tosh y Kemp, 1994; Tosh y Kemp, 1995; Näsholm *et al.*, 1996; Yazdi *et al.*, 1997; El Fadili *et al.*, 2000; Al Shorepy, 2001; Nesar *et al.*, 2001).

Para peso al nacimiento en el presente estudio la correlación fue negativa y cercana a cero (-0.01). Algunos autores obtuvieron correlaciones positivas, como es el caso de Näsholm *et al.*, (1996) (0.11), para la raza Swedish Finewool; Yazdi *et al.*, (1997) (0.17), para la raza Baluchi y Nesar *et al.*, (2001) (0.35), en la raza Dorper.

Para el peso al destete la correlación entre efectos genéticos directos y maternos estimada fue -0.69, similar a la estimada por Maniatis *et al.*, (2003) (-0.51), para la raza Suffolk; Maria *et al.*, (1993), para la raza Romanov, estimaron una correlación de -0.98. La estimada por El Fadili *et al.*, (2000) fue de -1, para la raza Timahdit. Este último valor puede reflejar el uso de datos o modelos inadecuados.

Para el peso a los 102 días, la correlación genética entre los efectos directos y maternos, también fue negativa (-0.67). Fue mayor a la estimada por Nesar *et al.*, (2001) (-0.58) y por Maria *et al.*, (1993) (-0.97) para las razas Dorper y Romanov, respectivamente. Algunos estimaron correlaciones genéticas positivas, como es el caso de Yazdi *et al.*, (1997) (0.52), para la raza Baluchi y El Fadili *et al.*, (2000) (0.94).

La correlación genética estimada entre los efectos genéticos directos y maternos para peso a los 127 días (-0.13), no coincide con lo observado por Näsholm *et al.*, (1996), que estimaron una correlación positiva de 0.47.

La heredabilidad directa para peso al nacimiento (0.12) se encuentra dentro de los valores reportados por otros autores (0.04 a 0.51). Fue similar a la estimada por Naser (2001) (0.11) en la raza Dorper. Fue igual a la que observaron Tosh y Kemp (1994), para la raza Dorset. Fue menor a la que estimaron Yazdi *et al.*, (1997) (0.17). Al-Shorepy *et al.*, (2002); Cloete *et al.*, (2001) y El Fadili *et al.*, (2000), estimaron una heredabilidad de 0.18, en una raza local de los Emiratos Unidos, en el Merino australiano y en la Timahdit, respectivamente.

La heredabilidad directa estimada en este estudio para el peso al destete (0.05) se encontró dentro del rango 0.0 (Notter *et al.*, 1997) y 0.54 (El Fadili *et al.*, 2000). Fue similar a la heredabilidad estimada por Al-Shorepy *et al.*, (1996) (0.4-0.5) para la raza Dorset. Matika *et al.*, (2003) en la raza Sabi y Maniatis *et al.*, (2003) en la raza Suffolk, estimaron una heredabilidad de 0.13. La mayor heredabilidad fue estimada por El Fadili *et al.*, (2000) (0.54), para la raza Timahdit.

La heredabilidad directa estimada en el presente estudio para el peso a los 102 días de edad (0.04), fue menor a la estimada en ovinos de 90 y 100 días de vida, analizadas por Maria *et al.*, (1993) (0.09); por Yazdi *et al.*, (1997) (0.16) y por Naser *et al.*, (2001) (0.20).

La heredabilidad directa para peso a los 127 días (0.10) se comparó con la de ovinos de 120 días de edad, estudiados por Matika *et al.*, (0.13) (2003), para la raza Sabi; por Näsholm *et al.*, (0.16) (1996), para la raza Swedish Finewool y Snyman *et al.*, (0.33) (1995), para la raza Afrino.

La heredabilidad materna estimada para peso al nacimiento (0.10) fue similar a la estimada por Al-Shorepy *et al.*, (1996), para la raza Dorset estimaron una heredabilidad materna de 0.07 y Snyman *et al.*, (1995) una de 0.09, para la raza Afrino. Este valor fue igual al encontrado por Naser *et al.*, (2001), para la raza Dorper y por Yazdi *et al.*, (1997), para la raza Baluchi.

Para el peso al destete, las heredabilidades maternas más bajas fueron estimadas por Notter *et al.*, (1997), quienes obtuvieron un rango de 0.05-0.11, para la raza Targhee. Maniatis *et al.*, (2003) estimaron una heredabilidad

materna de 0.10, para la raza Suffolk y Al-Shorepy *et al.*, (1996) valores entre 0.10 y 0.18, para la raza Dorset. Los mayores valores se mencionan en los trabajos de Maria *et al.*, (1993) (0.25), para la raza Romanov y de 0.38 en el trabajo de El Fadili *et al.*, (2000), para la raza Timadit. Por lo anterior podemos decir que la heredabilidad materna estimada en el presente estudio (0.27) fue de las mayores.

La heredabilidad materna para el peso a los 102 días (0.09), se comparó con las estimaciones realizadas para edades entre 90 y 100 días. El menor valor (0.01) encontrado en la literatura fue estimado por Maria *et al.*, (1993), para la raza Romanov y el mayor por El Fadili *et al.*, (2000) (0.24), para la raza Timadit. Fue similar a la heredabilidad estimada por Nesar *et al.*, (2001) que estimaron una heredabilidad materna de 0.10 para la raza Dorper.

La heredabilidad materna estimada para el peso a los 127 días (0.02), fue menor a la encontrada en la literatura. Matika *et al.*, (2003) observaron una heredabilidad de 0.06, para la raza Sabi; Näsholm *et al.*, (1996) y Snyman *et al.*, (1995), para las razas Swedish Finewool y Afrino, respectivamente, estiman una heredabilidad materna de 0.17.

En la literatura no se encontraron estimaciones para la heredabilidad directa para los pesos a las edades de 159 días, 180 días y 188 días, la mayoría de autores que ha realizado investigaciones sobre el crecimiento de los ovinos, se enfocan a edades tempranas (del peso al nacer hasta el peso a 120 días) y al peso a un año de edad. Una situación similar existe para la heredabilidad materna para estas características. Las heredabilidades estimadas para estas características en este trabajo, se pueden observar en el Cuadro 6.

Existen pocos estudios sobre heredabilidad directa y materna para la supervivencia de los corderos, es escasa en la literatura. Algunos autores como Bradford (1972), Brash *et al.*, (1994), Cundiff (1972), Fahmy *et al.*, (1989), Hall *et al.*, (1994), Koch (1972) y Robison (1972) entre otros, la consideran como una característica reproductiva. Sin embargo, Cloete *et al.*, (2001), estimó una heredabilidad total de 0.01, para la supervivencia a los 100 días, en la raza Merino australiano, no estimando la heredabilidad materna. La proporción de la varianza de ambiente permanente materno estima por Cloete *et al.*, (2001), fue de 0.04 similar al estimado en el presente estudio (0.03). La heredabilidad

directa fue 0.0 y la materna de 0.03, por estos resultados podemos pensar que la supervivencia depende más de la variación genética y ambiental de la oveja que de los genes del cordero.

La proporción de la varianza de ambiente permanente materno estimada para el peso al nacimiento (0.18), se encontró en un punto intermedio a lo estimado por otros autores. Näsholm *et al.*, (1996) para la raza Swedish Finewool y Al Shorepy *et al.*, (2000) estimaron un valor de cero. Naser *et al.*, (2001) y Snyman *et al.*, (1995) estimaron un valor de 0.12, en las razas Dorper y Afrino, respectivamente. Tosh y Kemp (1995) estimaron una proporción de ambiente permanente de 0.32 para la raza Romanov, mientras que Tosh y Kemp (1994) encontraron un valor de 0.37, para la raza Hampshire.

La proporción de la varianza de ambiente permanente estimada por Maria *et al.*, (1993) para el peso al destete en la raza Romanov fue de cero. En el presente estudio el valor fue de 0.01, muy cercano a cero. Matika *et al.*, (2003) estimó un valor de 0.06, para la raza Sabi. El mayor valor estimado lo encontró Maniatis *et al.*, (2003) (0.19), para la raza Suffolk.

Para el peso a los 102 días, la proporción de varianza de ambiente permanente (0.06), fue igual a la estimada por Yazdi *et al.*, (1997), para la raza Baluchi y similar a lo observado por Maria *et al.*, (1993) y Naser *et al.*, (2001), con valores de 0.07 y 0.08, para las razas Romanov y Dorper, respectivamente.

El valor estimado para peso a los 127 días (0.08) fue similar a que observaron Matika *et al.*, (2003), para la raza Sabi.

La proporción de la varianza de ambiente permanente, para los pesos a 159 días (0.08), 180 días (0.03) y 188 días (0.04), no se comparó con otros resultados, debido a que en la literatura no se encontraron en la literatura.

9.2 Características de reproducción.

No se encontraron estimadores de heredabilidad y repetibilidad del número de servicios por concepción y de la duración de la gestación. Para el número de corderos nacidos por oveja expuesta y corderos destetados por oveja expuesta, no hay estimaciones de repetibilidad, pero si de heredabilidad.

La heredabilidad estimada para la duración de la gestación y número de servicios por concepción en el presente estudio fue de cero, sin embargo, la repetibilidad estimada para ambas características fue diferente de cero.

La heredabilidad estimada para la fertilidad (0.02) fue similar a los estimados de Brash *et al.*, (1994b), para la raza Border Leicester; Brash *et al.*, (1994c), para la raza Corriedale y, Atkins *et al.*, (1986), para la raza Scottish Blackface, en todos los caso el valor estimado fue 0.01. Este valor fue igual al estimado por Brash *et al.*, (1994a), para la raza Dorset australiana y a la estimada por Matika *et al.*, (2003), para la raza Sabi. Otros autores encontraron valores en un rango más amplio. Matos *et al.*, (1997), encontró un rango de 0.08 a 0.17, en las razas Finnsheep y Rambouillet mientras que Olivier *et al.*, (1998), estimó valores de 0.07 a 0.20, en la raza Merino sudafricano.

Para el tamaño de la camada al nacimiento, la heredabilidad estimada en el presente estudio fue de 0.02. Fue igual a la estimado por Nagy *et al.*, (1999), para la raza Merino húngaro, por Bromley *et al.*, (2001), para la raza Columbia; por Maria *et al.*, (1995), para la raza Romanov. Janssens *et al.*, (1998), analizaron cinco razas cárnicas, Texel, Suffolk, Targhee, Bleu du Maine y Hampshire down y encontraron valores de 0.01 a 0.11. Okut *et al.*, (1999), estimaron un rango de 0.01 a 0.17, para la raza Rambouillet. Los mayores valores encontrados fueron los de Hansen *et al.*, (2002), quienes para las razas Outaouais y Rideau, estimaron la heredabilidad de esta característica dividiendo a las ovejas de acuerdo al mes de parto. Para las ovejas que parieron en el mes de junio estimaron una heredabilidad de 0.21, para las paridas en octubre, 0.22 y para las paridas en febrero 0.27. Matika *et al.*, (2003), estimaron una heredabilidad de 0.26 para la oveja Sabi.

La heredabilidad estimada para los corderos nacidos por oveja expuesta (0.04), fue similar a la estimada por Matika *et al.*, (2003) (0.06), para la raza Sabi. Snyman *et al.*, (1998 a,b) observaron una heredabilidad de 0.23, para la raza Afrino.

La heredabilidad estimada para el tamaño de la camada al destete se presenta en este trabajo (0.03) fue similar a la estimada por Bromley *et al.*, (2001) quines encontraron una heredabilidad de 0.02, para ovejas Columbia; Brash *et al.*, (1994), estimaron una heredabilidad de 0.03, para la raza

Corriedale, al igual que Bromley *et al.*, (2000), para la raza Columbia. Hall *et al.*, (1994) estimaron para la raza Poll Dorset una heredabilidad de 0.08 y Bromley *et al.*, (2001) una de 0.10 para las razas Rambouillet y Targhee.

Para los corderos destetados por oveja expuesta la información sobre heredabilidad es escasa en la literatura. La menor heredabilidad encontrada en la literatura la presentaron Matika *et al.*, (2003), para la raza Sabi (0.02), similar a la estimada en el presente (0.03). Fue menor a la estimada por Olivier *et al.*, (1998) para la raza Merino sudafricano, con un valores de 0.09-0.18. La mayor heredabilidad es estimada por Snyman *et al.*, (1998 a,b) (0.29), para la raza Afrino.

La heredabilidad estimada para el peso de la camada al nacimiento (0.05), fue menor a la observada por Hansen *et al.*, (2002), para las razas Outaouais y Rideau, estimaron una heredabilidad de 0.12 para ovejas paridas en junio y octubre y de 0.28 para ovejas paridas en febrero. Rosati *et al.*, (2002), para las razas Dorset, Suffolk, Targhee, Rambouillet y Finnsheep, estiman una heredabilidad directa de 0.13-0.40 y una heredabilidad materna de 0.01-0.34.

Para el peso e la camada al destete, Matika *et al.*, (2003) estimaron una heredabilidad de 0.03 para la raza Sabi; Bromley *et al.*, (2001) muestra valores de 0.02-0.07, 0.04-0.12, 0.05-0.11, 0.07-0.10, para las razas Columbia, Polypay, Rambouillet y Targhee, respectivamente. Hansen *et al.*, (2002), utilizó ovejas de la razas Outaouais y Rideau, agrupadas considerando el mes de parto, formando tres grupos, y estimó la heredabilidad para cada uno, obteniendo valores de 0.03, 0.11 y 0.13, para ovejas que parieron en octubre, en febrero y en junio, respectivamente. Hall *et al.*, (1994) estimó una heredabilidad de 0.14 para la raza Poll Dorset. Considerando lo anterior, se puede observar que la heredabilidad estimada en el presente trabajo es de las menores (0.02).

En el presente estudio se observó que las repetibilidades fueron moderadamente mayores que las heredabilidades. Para el número de servicios por concepción, duración de la gestación, corderos nacidos por oveja expuesta y corderos destetados por oveja expuesta, no se encontraron estimadores

previos, las repetibilidades estimadas en este trabajo para estas características, se pueden observar en el Cuadro 8.

La repetibilidad estimada para la fertilidad (0.18), fue mayor a la estimada por Brash *et al.*, (1994a) que encontraron una repetibilidad de 0.02, para la raza Dorset Australiano; Brash *et al.*, (1994c) (0.04), para la Corriedale; Brash *et al.*, (1994b) (0.05), para la Border Leicester. Fogarty *et al.*, (1994) observó un valor de 0.11, para la raza Hyfer. Para estimar la repetibilidad de la fertilidad, Atkins (1986) formó dos grupos de ovejas de la raza Scottish Blackface, en el primero incluyó a ovejas de 2-6 años de edad, observando un valor de 0.10, en el segundo grupo incluyó a ovejas de 3-6 años, obteniendo una repetibilidad de 0.14.

Para el tamaño de la camada al nacimiento la repetibilidad estimada fue de las menores (0.06), fue similar a la estimada por Brash *et al.*, (1994b) (0.05) y por Brahs *et al.*, (1994c) (0.05), para las razas Border Leicester y Corriedale, respectivamente. Janssens *et al.*, (1998) estimaron una repetibilidad de 0.07-0.14 para las razas Texel, Suffolk, Hampshire down, Ile de France y Bleu du Main. Brash *et al.*, (1994a) y Hall *et al.*, (1994), estiman una repetibilidad de 0.10, para las razas Dorset australiano y Poll Dorset, respectivamente. Hanson *et al.*, (2002), al estimar la repetibilidad del tamaño de la camada al destete para las razas Outauais y Rideau, forman tres grupos considerando el mes de parto, estimando valores de 0.12 para las ovejas paridas en octubre, de 0.14 para las paridas en febrero y de 0.27 para las paridas en junio. Atkins *et al.*, (1986) estiman la repetibilidad de peso de la camada la nacimiento en ovejas de la raza Scottish Blackface de 2-6 años de edad y a las 3-6 años de edad, observando valores de 0.22 y 0.27, respectivamente.

El tamaño de la camada al destete fue estudiado por Hall *et al.*, (1994) estimaron una repetibilidad de de 0.06, para la raza Poll Dorset; Atkins (1986) coincide con Hall, al estimar la misma repetibilidad para ovejas de 2-6 años de edad, de la raza Scottish Blackface, valores similares a los estimados en el presente estudio (0.05). Brash *et al.*, (1994c) encontraron una repetibilidad de 0.07, para la raza Corriedale, y Brash *et al.*, (1994a) el valor de 0.08, para la raza Dorset australiano. El mayor valor (0.10) fue el observado por Atkins (1986) para las ovejas Scottish Blackface de 3-6 años de edad. (0.05).

Para la repetibilidad del peso de la camada al nacimiento solo se encontraron el trabajo de Hansen *et al.*, (2002) para las razas Outauais y Rideau, divididas en tres grupos considerando el mes de parto, observando para las que parieron en octubre una repetibilidad de cero, para las que parieron en febrero una de 0.08 y para las que parieron en junio de 0.25. El valor estimado en el presente trabajo (0.19) estuvo dentro de este rango.

La repetibilidad estimada en este trabajo (0.09), para el peso de la camada al destete, es mayor a la repetibilidad estimada por Hasen *et al.*, (2002), quienes trabajaron con ovejas de las razas Outauais y Rideau, divididas en tres grupos, observaron valores de 0.05 para ovejas paridas en febrero y octubre, para las que parieron en junio una repetibilidad de 0.17. Hall *et al.*, (1994), estimaron una heredabilidad de 0.15 para la raza Poll Dorset.

9.3 Correlaciones entre características.

Los trabajos que estiman las correlaciones entre características son pocos. La mayoría de ellos estiman las correlaciones entre las características de crecimiento, en menor número los que estiman las correlaciones entre las características de reproducción y es escaso el número de estimaciones de las correlaciones que existen entre las características de crecimiento y reproducción.

9.3.1 Correlaciones fenotípicas entre características de crecimiento.

La correlación fenotípica estimada entre peso al nacimiento y peso al destete (68 días) (0.35-0.40) fue similar a lo estimado por otros autores. Es mayor que la estimada por Abegaz *et al.*, (2002), para la raza Horro etíope (0.25). Mavrogenis *et al.*, (1980) estimaron una correlación de 0.42, para la raza Chios. El Fadili *et al.*, (2000), estimaron una correlación para la raza Timahdit de 0.47; Martin *et al.*, (1980) estima un valor de 0.55, para las razas Finnish Landrace, East Friesian, Border Leicester y Dorset Horn. La mayor correlación fue encontrada por Al Shorepy *et al.*, (2002) (0.65), para una raza local de los Emiratos Árabes. Contrariamente a todos, Maria *et al.*, (1993), estimaron una correlación negativa (-0.58), para la raza Romanov.

La correlación fenotípica estimada entre peso al nacimiento y peso a los 180 días (0.31) fue mayor a la estimada por Dixit *et al.*, (2001) y por Abegaz *et*

al., (2002), ambos estimaron un valor de 0.21 para las raza Merino Bharat y la raza Horro etiope, respectivamente. Boujenane *et al.*, (1990), estimaron una correlación fenotípica de 0.39.

Para la correlación fenotípica entre el peso al destete y el peso a los 180 días, Abegaz *et al.*, (2002), estimaron un valor de 0.73, para la raza Horro etiope, mayor a la estimada en este trabajo (0.46-0.51).

9.3.2 Correlaciones genéticas entre características de crecimiento.

La correlación genética directa, entre el peso al nacimiento y el peso al destete fue mayor (0.78) a la reportada en la literatura. Mavrogenis *et al.*, (1980) encontraron un valor de 0.21, para la raza Chios; Abegaz *et al.*, (2002) una correlación de 0.45, para la raza Horro etiope. Martin *et al.*, (1980) estimaron un valor de 0.71, para las razas Finnish Landrace, East Friesian, Bordero Leicester y Dorset horn.

La correlación genética directa, estimada entre el peso al nacimiento y el peso a los 180 días (0.79) estuvo dentro del rango reportado por otros autores, Abegaz *et al.*, (2002) observaron una correlación de 0.33, para la raza Horro etiope y Boujenane *et al.*, (1990), una de 0.81, para la raza D'man.

La correlación genética directa, estimada entre el peso al destete y el peso a los 180 días (0.87) fue menor a la estimada por Abegaz *et al.*, (2002) para la raza Horro etiope (0.98).

9.3.3 Correlaciones fenotípicas entre características de reproducción.

Las correlaciones genéticas y ambientales entre características de reproducción, no fueron estimadas por que no se obtuvo convergencia en los modelos usados. Esto se debió probablemente a las bajas heredabilidades de estas características y al relativamente bajo número de observaciones.

More O'Ferral (1976), hace estimaciones de las correlaciones para las ovejas Galway, utilizando diferentes análisis bivariados entre las características de número de corderos nacidos de ovejas de uno y dos años de edad, con número de corderos destetados de ovejas de uno y dos años de edad. Se puede decir que evaluó la correlación fenotípica entre tamaño de la camada al nacimiento con tamaño de la camada al destete obteniendo correlaciones fenotípicas entre 0.39 a 0.72. Otro autor que evalúa esta correlación es Brash *et al.*, (1994a), en

la raza Dorset australiano, estimando una correlación de 0.63. Al comparar el valor estimado por estos autores, se observa que el rango estimado en el presente estudio es amplio, ya que se encontraron correlaciones fenotípicas entre -0.05 y 0.88.

La correlación fenotípica entre el tamaño de la camada al nacimiento y el peso de la camada al nacimiento fue analizada por Hansen *et al.*, (2002) para las razas Outauais y Rideau, estimando una correlación de 0.81. En el presente estudio las correlaciones fenotípicas estimadas se encontraron entre valores cercanos a cero (-0.01) y 0.81.

Snyman *et al.*, (1997), estimaron la correlación fenotípica entre el peso de la camada al destete de ovejas de uno, dos, tres y cuatro años, para las razas Carnarvon Afrino, Carnarvon Merino y Gootfontein Merino, dentro de cada raza y en conjunto, las correlaciones que estimaron fueron de 0.36 a 0.71, superiores a las estimadas en el presente estudio (0.12 a 0.20).

La correlación fenotípica entre la fertilidad y el tamaño de la camada al nacimiento fue estimada por Brush *et al.*, (1994b), para la raza Dorset australiano, y para la raza Border Leicester, obtuvieron correlaciones de 0.03 y 0.07, respectivamente; ambos valores estuvieron dentro del rango estimado en el presente estudio (-0.01 a 0.49).

La correlación fenotípica entre la fertilidad y el tamaño de la camada al destete fue estimada por Brash *et al.*, (1994a), para el Dorset australiano, estimaron una correlación de 0.46, que también estuvo dentro del rango de valores, estimado por este estudio (-0.04 a 0.48).

10. CONCLUSIONES

1.) Los efectos genéticos aditivos maternos representaron una porción importante de la varianza fenotípica (0.02 a 0.27) de las características de crecimiento desde el nacimiento hasta los 127 días de edad.

2.) Las heredabilidades directas tuvieron una mayor importancia para los pesos a edades posteriores a los 127 días, lo que indica que al usar como criterio de selección pesos posteriores a esta edad, la respuesta a la selección será mayor.

3.) Los valores para las heredabilidades directas de las características de crecimiento, fueron menores que el promedio de las heredabilidades encontradas en la literatura.

4.) Los efectos genéticos directos y maternos tuvieron una correlación genética negativa en las características de crecimiento, particularmente para los pesos cercanos al destete (68 días de edad).

5.) El ambiente permanente materno tuvo mayor importancia en el peso al nacer y disminuye progresivamente para los pesos posteriores.

6.) Existieron correlaciones genéticas positivas entre las características de crecimiento, por lo que se puede concluir que no existe antagonismo entre éstas y que se puede hacer selección sobre ellas simultáneamente.

7.) Las heredabilidades para las características número de servicios por concepción y duración de la gestación fueron de cero; por lo que no se pueden considerar como objetivos ni como criterios de selección en esta población. Las características restantes tuvieron valores entre 0.02 y 0.05 y las repetibilidades entre 0.05 y 0.19. Por lo tanto, es posible hacer selección para varias de estas características, dependiendo de su valor económico.

8.) Los efectos de la edad de la oveja, tipo de parto, sexo del cordero, año de nacimiento y edad del cordero (lineal y cuadrática), fueron importantes sobre las características de crecimiento, por lo que deben de ser incluidos en los modelos que estimen parámetros genéticos para estas características o deben ser corregidos antes de la selección.

9.) Se encontró que el rango de valores amplio (-0.47 a 0.95), para las correlaciones fenotípicas estimadas entre las características de reproducción. Las correlaciones positivas se observan principalmente entre el número de corderos nacidos por oveja expuesta y el tamaño de la camada al destete,

mientras que las negativas se observaron entre el peso de la camada al destete y la fertilidad.

10.) Las correlaciones fenotípicas (-0.19 a 0.19), entre las características de crecimiento y reproducción, en este estudio no mostraron una tendencia clara.

11. LITERATURA CITADA.

Abegaz, S.; Negussie, E.; Duguma, G.; Rege, J.E.: Genetic parameter estimates for growth traits in Horro sheep, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 2002, 119:35-45.

Alenda J., R. y Bejar V., F: Predicción del valor genético: Métodos, Capítulo VI, en Bouxadé G., C.: Zootecnia (Bases de la producción animal) Tomo IV (Genética, patología e higiene y residuos animales) Editorial Mundi Prensa, Madrid, España, 1995: 109-122.

Altarriba, J.: Estado y demandas actuales de los planes de mejora de la producción ovina de carne, Reunión Nacional de Genética animal, Pamplona, España, 2002.

Al Shorepy, S. A.: Estimates of genetic parameters for direct and maternal effects on birth weight of local sheep in United Arab Emirates, *Small Ruminant Research*, 2001, 39:219-224.

Al Shorepy, S. A.; Alhadrami, G.A.; Abdulwahab, K.: Genetic and phenotypic parameters for early growth traits in Emirati goat, *Small Ruminant Research*, 2002, 45:217-223.

Al Shorepy, S.A.; Notter, D.R., Genetic variation and covariation for ewe reproduction, lamb growth and lamb scrotal circumference in a fall-lambing sheep flock, *Journal of Animal Science*, 1996, 74: 1490-1498.

Atkins K.D.: A genetic analysis of the components of lifetime productivity in Scottish Blackface sheep, *Animal Production*, 1986, 43:405-419.

Analla M.; Muñoz-Serrano A.; Serradilla J. M.: Analysis of the genetic relationship between-litter size and weight traits in Segureña sheep, *Canadian Journal of Animal Science*, 1997, 77: 17-21.

Arteaga C., J. de D.: La industria ovina en México, Memorias del 1er Simposium internacional de ovinos de carne, Pachuca de Soto, Hidalgo, México, 2003, 1-7.

Banks R. G.: Genetics of lamb and meat production in Piper, L. y Rubinsky A.: The genetic of sheep. CAB-International, London, U.K. 1997:505-522.

Boujenane, I.; Kerfal, M.: Estimates of genetic and phenotypic parameters for growth traits of D'man lambs, *Animal Production*, 1990, 51:173-178.

Bowman, J. C.: An introduction to animal breeding, The Camelot Press Ltd, Southampton, Great Britain, reprinted 1976.

Bradford, G. E.: The role of maternal effects in animal breeding: VII. Maternal effects in sheep, *Journal of Animal Science*, 1972, 35: 1324-1334.

Brash, L.D.; Fogarty N.M.; Gilmour A.R.: Reproductive performance and genetic parameters for Australian Dorset sheep, *Australian Journal of Agricultural Research*, 1994a, 45:427-441.

Brash, L.D.; Fogarty N.M.; Barwick S.A.; Gilmour A.R.: Genetic parameters for Australian maternal and dual-purpose meatsheep breeds. I. Liveweight, wool production and reproduction in Border Leicester and related types, *Australian Journal of Agricultural Research*, 1994b, 45:459-468b.

Brash, L.D.; Fogarty N.M.; Gilmour A.R.: Genetic parameters for Australian maternal and dual-purpose meatsheep breeds. II. Liveweight, wool and reproduction in Corriedale sheep, *Australian Journal of Agricultural Research*, 1994, 45c: 469-480.

Bromley, C.M.; Snowdert, G.D.; Van Vleck, L.D.: Genetic parameters among weight, prolificacy, and wool traits of Columbia, Polypay, Rambouillet, and Targhee sheep, *Journal of Animal Science*, 2000,78:846-858.

Bromley, C.M.; Van Vleck, L.D.; Snowdert, G.D.: Genetic correlations for litter weight weaned with growth, prolificacy, and wool traits in Columbia, Polypay, Rambouillet, and Targhee sheep, *Journal of Animal Science*, 2001,79:339-346.

Buffering P.J.; Kress D.D.: Direct and maternal effects on birth and weaning weight in sheep. *Small Ruminant Research*, 1993, 10:153-163.

Carabaño L., M^a J. y Díaz M., C.: Predicción del valor genético: BLUP-Modelo animal y sus aplicaciones, Capítulo VII, en Bouxadé G., C.: Zootecnia (Bases de la producción animal) Tomo IV (Genética, patología e higiene y residuos animales) Editorial Mundi Prensa, Madrid, España, 1995: 123-135.

Clément V.; Bibé, B.; Verrier, É.; Elsen, J. M., Manfredi, E.; Bouix, J.; Hanocq, É: Simulation analysis to test the influence of model adequacy and data structure on the estimation of genetic parameters for traits with direct and maternal effects, *Genetic Selection and Evolution*, 2001,33:369-395.

Cloete, S.W.P; Greeff, J.C.; Lewer, R.P.: Environmental and genetic aspects of survival and early liveweight in Western Australian Merino sheep, *South African Journal of Animal Science*, 2001, 31(2): 123-130.

Cundiff, L. V.: The role of maternal effects in animal breeding: VIII. Comparative aspects of maternal effects, *Journal of Animal Science*, 1972, 35: 1335-1337.

Da Gama, L. T.: Melhoramento genético animal, Editora escolar, Lisboa, 2002.

Dixit, S.P.; Dhillon J.S.; Singh G.: Genetic and non-genetic parameter estimates for growth traits of Bharat Merino lambs, *Small Ruminant Research*, 2001, 42: 101-104.

Djemali R., Aloulou R., Ben Sassi M.: Adjustment factors and genetic and phenotypic parameters for growth traits of Barbarine lambs in Tunisia. *Small Ruminant Research*, 1994, 13:41-47.

Dixit S. P.; Dhillon J. S; Singh G.: Genetic and no genetic parameter estimates for growth traits of Barat Merino lambs, *Small Ruminant Research*, 2001, 42:101-104.

El Fadili, M.; Michaux C.; Detilleux J.; Leroy P. L. : Genetic parameters for growth traits of the Moroccan Timahdit breed of sheep, *Small Ruminant Research*, 2000,37:203-208.

Fahmy, M. H.: Repeatability of ovulation rate, number of lambs born and ova loss in sheep with different ovulation rates, *Canadian Journal of Animal Science*, 1989, 69: 307-314.

Fahmy, M.H: Development of DLS breed of sheep: genetic and phenotypic parameters of date of lambing and litter size, *Canadian Journal of Animal Science*, 1990, 70:771-778.

Falconer, D.S. y Mackay, T.F.C.: Introducción a la genética cuantitativa. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España, 1996.

Fogarty, N. M.; Brash L. D.; Gilmour A. R.: Genetic parameters for reproduction and lamb production and their components and liveweight, fat depth and wool production in Hyfer sheep, *Australian Journal of Agricultural Research*, 1994, 45: 443-457.

Fogarty, N.M.; Safari, E.; Taylor, P.J.; Murray, W.: Genetic parameters for meat quality and carcass traits and their correlation with wool traits in

Australian Merino sheep, *Australian Journal of Agricultural Research*, 2003, 54:715-722.

Fogarty, N. M.: Genetic parameters for live weight, fat and muscle measurements, wool production and reproduction in sheep: a review, *Animal Breeding Abstracts*, 1995, 63:101-143.

Gandhi, R. S.; Gurnani, M.: Repeteability estimates of some of the economic traits fo Sahiwal cattle over different farms, *Indian Journal of Animal Sciences*, 1991, 62 (6): 571-573.

García, M. E.: Modificación del sistema de clasificación climatológica de Cöpen, cuarta edición, Indianápolis, México, D. F., 1998.

Gearheart, W.W.; Davis, M.E.; Harvey, W.R.: The effect of adjusting for yearly selection trends on variance component estimates, *Canadian Journal of Animal Science*, 1989, 69:487-490.

Gilmour, A.R.; Cullis, B.R.; Welham, S.J.; Thompson, R.: ASREML Reference Manual Version 1.10. IACR-Rothamsted Experiment Station, Harpenden, United Kingdom, 2000.

Gilmour, A.R.; Thompson, R.; Cullis, B.R.: Average information REML, an efficient algorithm for variance parameter estimation in linear mixed models, *Biometrics*, 1995, 51:1440-1450.

Gunn, R.G.; Doney, J.M; Smith W.F.; Sim, D.A.: Effects of age and its relationship with body size on reproductive performance in Scottish Blackface ewes, *Animal Production*, 1986, 43:279-283.

Gurmej Singh; Dhillon, J.S.: Factor affecting body weights of Avivastra lambs, *Indian Journal of Animal Science*, 1992a, 62:574-580.

Gurmej Singh; Dhillon, J.S.: Factor affecting body weights of Avikalin lambs, *Indian Journal of Animal Science*, 1992a, 62:855-860.

Hagger, C.: Genetic and environmental influences on size of first litter in sheep, estimated by the REML method, *Journal of Animal Breeding and Genetic*, 2000, 117:57-64.

Hall, D.G.; Gilmour A.R.; Fogarty N.M.: Variation in reproduction and production of Poll Dorset ewes, *Australian Journal of Agricultural Research*, 1994, 45:415-426.

Handford K.J.; Van Vleck L.D.; Snowden, G.D.: Estimates of genetic parameters and genetic change for reproduction, weight, and wool characteristics of Columbia sheep, *Journal of Animal Science*, 2002, 80:3086-3098.

Hanrahan, J.P.: Maternal effects and selection response with an application to sheep data, *Animal Production*, 1976, 22:359-369.

Hansen C.; Shrestha J. N. B.: Consistency of genetic parameters of productivity for ewes lambing in February, June and October under an 8-month breeding management, *Small Ruminant Research*, 2002,44:1-8.

Henderson, C.R.: Recent developments in variance and covariance estimation, *Journal of Animal Science*, 1986, 63: 208-216.

Haus de S. W.; Silva P. C.; García B. J. A. y Ribeiro da S. F. L.: Estimativas de componentes de (Co)variância e heredabilidade directa e materna de pesos corporais em ovinos de raça Santa Inês, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 1999,28:1252-1262.

Hofer, A.: Variante component estimation in animal breeding: a review, *Journal of Animal Breeding and Genetic*, 1998, 115:247-265.

Janssens, S.; Geysen, D.; Vandepitte, W.: Genetic parameters for litter size in 5 Belgian meat sheep breeds. Proceedings of the 49th Annual meeting of the European Association for Animal Production, Commission on sheep and goat production, session IV1998, Warsaw, Poland, 1-6.

Jayarajan S.; Ulaganathan V.: Nongenetic factors affecting performance of pigs, *Indian Journal of Animal Science*, 1992, 62: 899-903.

Jill Sales; Hill, W.G.: Effect of sampling errors on efficiency of selection indices, *Animal Production*, 1976, 23:1-14.

Jurado G., J.J. y Serrano N., M.: Genética cuantitativa: Partición del fenotipo, Capitulo V, en Bouxadé G., C.: Zootecnia (Bases de la producción animal) Tomo V (Genética, patología e higiene y residuos animales) Editorial Mundi Prensa, Madrid, España, 1995: 93-107.

Kemp, R. A.; Wilton J. W.; Schaefer L. R.: Phenotypic and genetic parameter estimates for gestation length, calving ease and birth weight in Simmental cattle, *Canadian Journal of Animal Science*, 1988, 68: 291-294.

Khombe, C.T.; Hayes, J.F.; Cue, R.I.; Wade, K.M.: Estimation of direct additive and maternal additive genetic effects for weaning weight in Mashona cattle of Zimbabwe using and individual animal model, *Animal Science*, 1995, 60:41-48.

Koch, R. M.: The role of maternal effects in animal breeding: VI Maternal effects in beef cattle, *Journal of Animal Science*, 1972, 35:1316-1323.

Koch, R.M.; Cundiff, L.V.; Gregory K.E.: Heritabilities and genetic, environmental and phenotypic correlations of carcass traits in a population of diverse biological types and their implications in selection programs, *Journal of Animal Science*, 1982, 55:1319-1329.

Lamberson, W.R.; Thomas, D.; Rowe, K.E.: The effects of inbreeding in a flock of Hampshire sheep, *Journal of Animal Science*, 1982, 55:780-786.

Lasslo, L.L.; Bradford, G.E.; Torell D.T.; Kennedy B.W.: Selection for weaning weight in Targhee sheep in two environments. I. Direct response, *Journal of Animal Science*, 1985a, 61:376-386.

Lasslo, L.L.; Bradford, G.E.; Torell D.T.; Kennedy B.W.: Selection for weaning weight in Targhee sheep in two environments. II. Correlated effects, *Journal of Animal Science*, 1985a, 61:387-397.

Lee, J.W.; Waldron, D.F.; Van Vleck, LD.: Parameter estimates for number of lambs born at different ages and for 18-month body, weight of Rambouillet sheep, *Journal of Animal Science*, 2000, 78:2086-2090.

Ligda, Ch.; Gabriilidis, G.; Papadopoulos, T.; Georgoudis, A.: Estimation of genetic parameters for production traits of Chios sheep using a multitrait animal model. *Livestock Production Science*, 2000a, 66:217-221.

Ligda, Ch.; Gabriilidis, G.; Papadopoulos, T.; Georgoudis, A.: Investigation of direct and maternal genetic effects on birth and weaning weight of Chios lambs. *Livestock Production Science*, 2000b, 67:75-80.

Lin, C.Y.; Lee, A.J.: Estimation of additive and nonadditive genetic variances in noninbred populations under sire or fullsib model, *Canadian Journal of Animal Science*, 1989, 69:61-68.

Malik, R.C.; Acharya, R.M.; Singh, R.N.: Factors affecting weights from birth to one year in crosses of Chokla, Malpura and Jaisalmeri with Rambouillet, *Indian Journal of Animal Science*, 1980, 50:486-492.

Malik, C.P.; Kanaujia, A.S.; Pander B.L.: A note on the factors affecting pre-weaning growth in Beetal and Black Bengal kids and their crosses, *Animal Production*, 1986, 43:178-182.

Maniatis, N.; Pollott, E.: The impact of data structure on genetic (co)variance components of early growth in sheep, estimates using an animal model with maternal effects, *Journal of Animal Science*, 2003, 81: 101-108.

Maria, G.A.; Boldman, K.G.; Van Vleck, L.D.: Estimates of variance due to direct and maternal effects for growth traits of Romanov sheep, *Journal of Animal Science*, 1993, 71:845-849.

Maria G.A.: Estimates of variance due to direct and maternal effects for reproductive traits of Romanov sheep, *Small Ruminant Research*, 1995, 18:69-73.

Martin T.G.; Sales D.I.; Smith C.; Nicholson D.: Phenotypic and genetic parameters for lamb weights in a synthetic line of sheep, *Animal Production*, 1980, 30:261-269.

Matika, O.; Van Wyk, J. B.; Erasmus, G. L. y Baker, R. L.: A description of growth, carcass and reproductive traits of Sabi sheep in Zimbabwe, *Small Ruminant Research*, 2003, 48: 119-126.

Matika, O.; Van Wyk, J. B.; Erasmus, G. L. y Baker, R. L.: Genetic parameter estimates in Sabi sheep, *Livestock Production Science*, 2003, 79:17-28.

Matos, C.A.P.; Thomas, D.L. Gianola, D.; Tempelman, R.J.; Young, L.D.: Genetic analysis of discrete reproductive traits in sheep using linear and nonlinear models: I. Estimation of genetic parameters, *Journal of Animal Science*, 1997, 75:76-87.

Mavrogenis, A.P.; Louca, A.; Robison, O.W.: Estimates of genetic parameters for pre-weaning and post-weaning growth traits of Chios lambs, *Animal Production*, 1980, 30: 271-276.

Mavrogenis, A.P.: Environmental and genetic causes of variation in production traits of Damascus goats, *Animal Production*, 1984, 38:91-97.

Meyer, K.: Estimating variances and covariances for multivariate animal models by restricted maximum likelihood, *Genetic Selection Evolution*, 1991, 27:23-67.

Molina, A.; Rodero, A.; Rodero, E.; Jiménez, J.M.: Repeatability of growth in Retinto beef cattle, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 1999, 116:61-73.

More O'Ferrall, G.J.: Phenotypic and genetic parameters of productivity in Galway ewes, *Animal Production*, 1976, 23:295-304.

Mwansa, P. B.; Crews, D. H. Jr.; Wilton J. W. and Kemp R. A.: Multiple trait selection for maternal productivity in beef cattle, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 2002, 119:391-399.

Nagy, I; Sölkner, J; Komlósi I.; Sáfár L.: Genetic parameters of production and fertility traits in Hungarian Merino sheep, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 1999, 116:349-413.

Näsholm, A.; Danell, Ö. Genetic relationships of lamb weight, maternal ability, and mature ewe weight in Swedish finewool sheep, *Journal of Animal Science*, 1996, 51, 1043-1050.

Neser, F.W.C.; Erasmus, G.J.; van Wyk, J.B.: Genetic parameter estimates for preweaning weight traits in Dorper sheep, *Small Ruminant Research*, 2001, 40: 197-202.

Notter, D.R.; Hough, J.D.: Genetic parameter estimates for growth and fleece characteristics in Targhee sheep, *Journal of Animal Science*, 1997, 75: 1729-1737.

Okut, H.; Bromley, C.M., van Wyk, J.B., Erasmus, G.J.: Genetic parameter estimates for fitness traits in South African Merino, *Livestock Production Science*, 1998, 56:71-77.

Olesen, I.; Svendsen, M.; Klemetsdal G.; Steine T. A.: Application of a multiple-trait animal model for genetic evaluation of maternal and lamb traits in Norwegian sheep, *Animal Science*, 1995, 60: 457-469.

Piedrafita A., J.: Predicción de la respuesta a la selección, Capítulo VIII, en Bouxadé G., C.: Zootecnia (Bases de la producción animal) Tomo V (Genética, patología e higiene y residuos animales) Editorial Mundi Prensa, Madrid, España, 1995: 137-150.

Raheja, K. L.: Comparative study of variance-covariance components of economic traits between different lactations estimated from single trait and multi-trait procedures, *Indian Journal of Animal Sciences*, 1992, 62(5): 467-472.

Rao, S.; Notter, D.R.: Genetic analysis of litter size in Targhee, Suffolk, and Polypay sheep, *Journal of Animal Science*, 2000, 78:2113-2120.

Robison, O. W.: The role of maternal effects in animal breeding: V. Maternal effects in swine, *Journal of Animal Science*, 1972, 35: 1303-1315.

Rodríguez-Almeida, F.A.; Van Vleck, L.D.; Wilham, R.L., and Northcutt, S.L.: Estimation of Non-Additive Genetic Variances in three synthetic lines of beef cattle using an animal model, *Journal of Animal Science*, 1995, 73:1002-1011.

Rosati, A; Mousa, E. Van Vleck, L.D.; Young L.D.: Genetic parameters of reproductive traits in sheep, *Small Ruminant Research*, 2002, 43:65-74.

Saatci, M; Ap Dewi, I.; Ulutas Z.: Variance components due to direct and maternal effects and estimation of breeding values for 12-week weight of Welsh Mountain lambs, *Animal Science*, 1999, 69: 345-352.

Safari, E.; Fogarty, N.M.; Gilmour, A.R.: A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep, *Livestock Production Science*, 2005, 92:271-289.

SAS Institute Inc. User's Guide. Version 6.12 4th ed. Cary (NC): SAS Institute Inc, Cary, N.C. 1989.

Senou, M.; Yewadan, L.T.; Behr, K.: Paramètres génétiques de quelques caractères d'importance économique chez l'aulacode (*Thryonomys swinderianus*), *Journal of Animal Breeding and Genetic*, 1999, 116:305-310.

Schoeman S. J.; Els, J. F., van Nierkerk M. M.: Variance components of early growth traits in the Boer goat, *Small Ruminant Research*, 1997, 26:15-20.

Shrestha, J.N.B.; Vesely, J.A.; Chesnais, J.P.: Genetic and phenotypic parameters for daily gain and body weights in Suffolk lambs, *Canadian Journal of Animal Science*, 1985, 65:575-582.

Shrestha, J.N.B.; Vesely, J.A.; Chesnais, J.P.: Genetic and phenotypic parameters for daily gain and body weights in Dorset lambs, *Canadian Journal of Animal Science*, 1986, 66:289-292.

Singh, D.K.; Mishra, H.R.; Singh S.P.: Genetic and non-genetic factors affecting pre-weaning survivability in kids, *Animal Production*, 1990, 51, 559-564.

Snyman, M.A.; Erasmus, G.J.; Wyk J.B.; Olivier, J.J.: Direct and maternal (co)variance components and heritability estimates for body weight at different ages and fleece traits in Afrino sheep, *Livestock Production Science*, 1995, 44: 229-235.

Snyman, M.A.; Olivier, J.J.; Erasmus, G.J.; Wyk J.B.: Genetic parameter estimates for total weight of lamb weaned in Afrino and Merino sheep, *Livestock Production*, 1997, 48:111-116.

Snyman, M.A.; Erasmus, G.J.; Wyk J.B.; Olivier, J.J.: Genetic and phenotypic correlations among production and reproduction traits in Afrino sheep, *South African Journal of Animal Science*, 1998a, 28:74-81.

Snyman, M.A.; Erasmus, G.J.; Wyk J.B.; Olivier, J.J.: The possible genetic improvement of reproduction and survival rate in Afrino sheep using a threshold model, *South African Journal of Animal Science*, 1998b, 28:120-124.

Solís, J.; Meraz, M. R.; Martínez, A. E.: Evaluación de las razas Suffolk, Rambouillet, Corriedale y sus cruzas para características de crecimiento, Memorias del Ciclo de conferencias sobre evaluación, comercialización y mejoramiento genético, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 2000, 215-219.

Sorensen, D.A.; Kennedy, B.W.: Analysis of selection experiments using mixed model methodology, *Journal of Animal Science*, 1986, 63:245-258.

Stott, A.W.; Slee, J.: The effects of litter size, sex, age, body weight, dam age and genetic selection for cold resistance on the physiological responses to cold exposure of Scottish Blackface lambs in a progressively cooled water bath, *Animal Production*, 1987, 45:477-491.

Tosh J.J.; Kemp R.A.: Estimation of variance components for lamb weights in three sheep populations, *Journal of Animal Science*, 1994, 72: 1184-1190.

Tosh, J.J.; Kemp, R.A.; Ward, D.R.: Estimates of direct and maternal genetic parameters for weight traits and backfat thickness in a multibreed population of beef cattle, *Canadian Journal of Animal Science*, 1999, 79:433-439.

Trus D.; Wilton W.: Genetic parameters for maternal traits in beef cattle, *Canadian Journal of Animal Science*, 1988, 68: 119-128.

Villanueva, B.; Wray, N.R.; Thompson, R.: Prediction of asymptotic rates of response from selection on multiple traits using univariate and multivariate best linear unbiased predictors, *Animal Production*, 1993, 57:1-13.

Waldron D.F.; Thomas D.L.: Increased litter size in Rambouillet sheep: I. Estimation of genetic parameters, *Journal of Animal Science*, 1992, 70:3333-3344.

Yazdi, M.H., Engström, G.; Näsholm, A. Johansson, K.; Jorjani, H. Liljedahl, L.E., *Animal Production*, 1997, 65: 247-255.

Cuadro 1: Estadística descriptiva de las características de crecimiento en ovinos Suffolk.

CARACTERÍSTICAS	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación (%)
Peso al nacimiento (Kg)	2515	4.8	1.12	1.3	9.2	23.38
Peso al destete (Kg), 68 días	2176	22.5	6.32	7.0	50.5	28.05
Peso 1 (Kg), 102 días	2081	29.8	8.38	9.0	64.5	28.15
Peso 2 (Kg), 127 días	1773	34.7	8.79	12.5	71.8	25.37
Peso 3 (Kg), 159 días	1586	40.0	9.31	17.5	72.0	23.30
Peso 4 (Kg), 188 días	1285	44.0	9.03	23.0	77.0	20.53
Supervivencia al día 10	2515	0.9	0.27	0	1	0.29
Supervivencia al día 100	2511	0.9	0.34	0	1	0.39

Cuadro 2: Estadística descriptiva de las características de reproducción en ovinos Suffolk.

CARACTERÍSTICAS	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Maximo	Coficiente de variación (%)
Numero de servicios	2102	0.7	0.44	1	3	59.46
Fertilidad	2102	1.3	0.52	0	1	39.39
Tamaño de la camada al nacimiento	1559	1.6	0.56	1	3	35.67
Corderos nacidos por oveja expuesta	2102	1.2	0.84	0	3	72.41
Tamaño de la camada al destete	1429	1.5	0.54	1	3	36.49
Corderos destetados por oveja expuesta	2102	1.0	0.82	0	3	82.00
Peso total de la camada al nacimiento (kg)	1559	7.5	2.47	1.5	17.4	32.98
Peso total de la camada al destete (kg)	1429	32.7	12.3	8	85	37.66
Duración de la gestación (días)	1559	147.0	3.09	139	160	2.10

Cuadro 3: Niveles de significancia para los efectos fijos incluidos en los modelos usados para analizar las características de crecimiento en ovinos Suffolk.¹

EFECTOS	Grados de libertad	CARACTERÍSTICAS					
		Peso al Nacimiento	Peso al destete	Peso al día 102	Peso al día 127	Peso al día 159	Peso al día 188
Edad de la Oveja	3	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Tipo de Parto	1	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Sexo	1	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Año de Nacimiento	12	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Edad del Cordero	1	—	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Edad del Cordero al cuadrado	1	—	<0.0001	0.0442	—	0.0006	0.0018
Cuadrado medio del error		0.9421	4.6529	5.4046	6.5830	5.8618	5.5030
R²		0.2766	0.4378	0.5743	0.5437	0.5976	0.6151

¹Obtenidos en análisis univariado con el procedimiento GLM de SAS.

Cuadro 4: Niveles de significancia de los efectos fijos incluidos en los modelos finales usados para analizar las características de reproducción en ovinos Suffolk.¹

EFECTOS	Grados de libertad	CARACTERÍSTICAS						
		Fertilidad	Tamaño de la Camada al Nacimiento	Corderos Nacidos por Oveja Expuesta	Tamaño de la Camada al Destete	Corderos Destetados por Oveja Expuesta	Peso de la Camada al Nacer	Peso de la Camada al Destete
Edad de la Oveja	3	0.0099	<0.0001	0.0005	0.0042	0.0010	<0.0001	<0.0001
Año de Servicio	12	<0.0001	—	<0.0001	—	<0.0001	—	—
Año de Parto	12	—	<0.0001	—	0.0003	—	<0.0001	<0.0001
Proporción de Machos Nacidos	1	—	—	—	—	—	<0.0001	—
Proporción de Machos Destetados	1	—	—	—	—	—	—	<0.0001
Días de Lactancia	1	—	—	—	—	—	—	<0.0001
Días de Lactancia al cuadrado	1	—	—	—	—	—	—	<0.0001
Cuadrado medio del error		0.4920	0.5532	0.8259	0.5363	0.8117	2.0633	9.7577
R ²		0.1037	0.0458	0.0419	0.0339	0.0322	0.3116	0.4061

¹Obtenidos en análisis univariado con el procedimiento GLM de SAS.

Cuadro 5: Componentes de varianza estimados para características de crecimiento en ovinos Suffolk¹.

Característica	Varianza fenotípica σ^2_F	Varianza Directa σ^2_{AD}	Covarianza Directa-Materna σ_{ADM}	Varianza Materna σ^2_{AM}	Varianza de Ambiente permanente materno σ^2_{EP}	Varianza del error σ^2_e
Peso al nacimiento	0.69	0.08	-0.0005	0.01	0.12	0.42
Peso al destete (68d)	22.12	1.03	-1.73	5.99	0.2	16.63
Peso a 102 días	30.49	1.27	-1.26	2.77	1.92	25.79
Peso a 127 días	36.23	3.71	-0.19	0.59	2.77	29.35
Peso a 159 días	36.27	5.21	—	—	2.72	28.34
Peso a 188 días	33.55	9.06	—	—	1.48	23.02
Peso a 180 días	32.21	6.69	—	—	0.09	24.6
Supervivencia al día 10	0.07	0	—	0.003	0.003	0.07
Supervivencia al día 100	0.11	0	—	0.003	0.004	0.11

¹Estimados en análisis univariado.

Cuadro 6: Covarianzas y correlaciones para características de crecimiento en ovinos Suffolk1.

Parámetro estimado	Valor	e.e.
Varianza Fenotípica de Peso al Nacimiento.	0.70	0.04
Varianza Fenotípica de Peso al destete (68d).	22.09	1.26
Varianza Fenotípica de Peso a 180 días.	32.86	1.87
Varianza de ambiente permanente de Peso al Nacimiento	0.15	0.05
Covarianza fenotípica entre peso al nacimiento con peso al destete (68d).	1.58	0.18
Covarianza fenotípica entre peso al nacimiento a 180 días.	1.48	0.21
Covarianza fenotípica entre peso al destete con peso a 180 días.	14.81	1.27
Heredabilidad directa de peso al nacimiento.	0.23	0.09
Heredabilidad directa de peso al destete (68d).	0.20	0.09
Heredabilidad directa de Peso a 180 días.	0.28	0.08
Heredabilidad materna de peso al nacimiento.	0.08	0.05
Heredabilidad materna de peso al destete (68d).	0.08	0.03
Correlación genética directa entre peso al nacimiento con peso al destete (68d).	0.78	0.16
Correlación genética directa entre peso al nacimiento a 180 días.	0.79	0.14
Correlación genética directa entre peso al destete con peso a 180 días.	0.87	0.09
Correlación ambiental entre peso al nacimiento con peso al destete (68d).	0.37	0.06
Correlación ambiental entre peso al nacimiento a 180 días.	0.17	0.07
Correlación ambiental entre peso al destete con peso a 180 días.	0.48	0.05
Correlación fenotípica entre peso al nacimiento con peso al destete (68d).	0.40	0.03
Correlación fenotípica entre peso al nacimiento a 180 días.	0.31	0.04
Correlación fenotípica entre peso al destete con peso a 180 días.	0.55	0.03

¹Estimadas con un análisis trivariado.

Cuadro 7: Estimadores de parámetros para características de crecimiento en ovinos Suffolk¹.

Característica	Heredabilidad Directa	Heredabilidad Materna	Proporción de la varianza de ambiente permanente	Correlación genética
	h^2_d e.e.	h^2_m e.e.	c^2 e.e.	r_g e.e.
Peso al nacimiento	0.12 0.08	0.10 0.07	0.18 0.06	-0.01 0.55
Peso al destete (68d)	0.05 0.05	0.27 0.11	0.01 0.06	-0.69 0.54
Peso a 102 días	0.04 0.04	0.09 0.05	0.06 0.03	-0.67 0.41
Peso a 127 días	0.10 0.06	0.02 0.01	0.08 0.03	-0.13 0.75
Peso a 159 días	0.14 0.06	— —	0.08 0.03	— —
Peso a 188 días	0.27 0.08	— —	0.04 0.03	— —
Peso a 180 días	0.21 0.09	— —	0.03 0.04	— —
Supervivencia al día 10	0.00 0.00	0.04 0.03	0.04 0.03	— —
Supervivencia al día 100	0.00 0.00	0.03 0.02	0.03 0.02	— —

¹Estimados en análisis univariado.

Cuadro 8: Componentes de varianza estimados para las características de reproducción en ovinos Suffolk¹.

Característica	Varianza fenotípica σ^2_F	Varianza aditiva directa σ^2_D	Varianza de ambiente permanente σ^2_{EP}	Varianza del error σ^2_e
Número de servicios	0.24	0.00	0.02	0.23
Fertilidad	0.19	0.003	0.03	0.15
Duración de la gestación	8.74	0.00	0.47	8.26
Tamaño de la camada al nacimiento	0.31	0.01	0.01	0.29
Corderos nacidos por oveja expuesta	0.69	0.03	0.08	0.58
Tamaño de la camada al destete	0.29	0.01	0.01	0.27
Corderos destetados por oveja expuesta	0.66	0.02	0.07	0.57
Peso de la camada al nacimiento	5.48	0.25	0.77	4.45
Peso de la camada al destete	124.8	2.64	7.98	114.18

¹Estimados en análisis univariado.

Cuadro 9: Correlaciones fenotípicas entre características de crecimiento en ovinos Suffolk².

Parámetro estimado	Valor	e.e.
Correlación fenotípica entre peso al nacimiento con peso al destete (68d).	0.35	0.06
Correlación fenotípica entre peso al nacimiento y peso a 180 días.	0.31	0.07
Correlación fenotípica entre peso al destete con peso a 180 días.	0.46	0.06

²Estimadas con análisis bivariado.

Cuadro 10: Estimadores de parámetros para las características de reproducción en ovinos Suffolk¹.

Característica	Heredabilidad h ² e.e.	Repetibilidad r _e e.e.
Número de servicios por concepción	0.00 0.00	0.06 0.02
Fertilidad	0.02 0.03	0.18 0.02
Duración de la gestación	0.00 0.00	0.05 0.02
Tamaño de la camada al nacimiento	0.02 0.03	0.06 0.02
Corderos nacidos por oveja expuesta	0.04 0.03	0.15 0.02
Tamaño de la camada al destete	0.03 0.03	0.05 0.02
Corderos destetados por oveja expuesta	0.03 0.03	0.14 0.02
Peso de la camada al nacimiento	0.05 0.04	0.19 0.03
Peso de la camada al destete	0.02 0.03	0.09 0.03

¹Estimados en análisis univariado.

Cuadro 11: Correlaciones fenotípicas entre corderos destetados por oveja expuesta y características de reproducción en ovinos Suffolk.

Variable X	Variable Y	Correlación	e.e.
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.16	0.07
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.07	0.08
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	0.14	0.08
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	0.09	0.08
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Fertilidad de ovejas (3 años)	0.16	0.07
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.13	0.08
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al destete (2 años)	0.88	0.02
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.21	0.09
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.03	0.1
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (2 años)	0.71	0.03
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.12	0.09
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.04	0.1
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Tamaño de la camada al destete (3 años)	0.05	0.09
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.06	0.10
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	0.02	0.09
Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.05	0.10
Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.28	0.08
Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	0.27	0.08
Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.28	0.08
Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.91	0.01
Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.16	0.11
Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.71	0.04
Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.16	0.1
Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	0.23	0.1
Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	0.12	0.11
Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.9	0.02
Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.76	0.04

Cuadro 12: Correlaciones fenotípicas entre corderos nacidos por oveja expuesta y características de reproducción en ovinos Suffolk.

Variable X	Variable Y	Correlación	e.e.
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	0.84	0.02
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.21	0.07
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.07	0.08
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Corderos destetados por oveja parida (2 años)	0.89	0.01
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Corderos destetados por oveja parida (3 años)	0.05	0.09
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Corderos destetados por oveja parida (4 años)	- 0.08	0.10
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	0.19	0.07
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	0.11	0.08
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Fertilidad de ovejas (3 años)	0.22	0.07
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.16	0.08
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al destete (2 años)	0.64	0.05
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.21	0.09
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.13	0.1
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (2 años)	0.86	0.02
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.12	0.09
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.04	0.1
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Tamaño de la camada al destete (2 años)	0.89	0.01
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Tamaño de la camada al destete (3 años)	0.05	0.09
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.08	0.10
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	NO CONVERGIO	NO CONVERGIO
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	0.02	0.09
Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.05	0.10
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.89	0.01
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.29	0.08
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	0.29	0.08
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.32	0.08
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.67	0.05
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.05	0.11
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.90	0.01
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.16	0.11
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Tamaño de la camada al destete (3 años)	0.91	0.01
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	0.16	0.11
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	NO CONVERGIO	NO CONVERGIO
Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	0.08	0.11
Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.9	0.01
Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.81	0.03
Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.88	0.02
Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	0.95	0.01
Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	NO CONVERGIO	NO CONVERGIO

Cuadro 13: Correlaciones fenotípicas entre la Fertilidad y algunas características de reproducción en ovinos Suffolk.

Variable X	Variable Y	Correlación	e.e.
Fertilidad de ovejas (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	0.65	0.03
Fertilidad de ovejas (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.17	0.07
Fertilidad de ovejas (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.08	0.08
Fertilidad de ovejas (2 años)	Corderos destetados por oveja parida (2 años)	0.04	0.10
Fertilidad de ovejas (2 años)	Corderos destetados por oveja parida (3 años)	- 0.01	0.10
Fertilidad de ovejas (2 años)	Corderos destetados por oveja parida (4 años)	- 0.09	0.10
Fertilidad de ovejas (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	0.81	0.02
Fertilidad de ovejas (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	0.19	0.07
Fertilidad de ovejas (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	0.13	0.08
Fertilidad de ovejas (2 años)	Fertilidad de ovejas (3 años)	0.27	0.07
Fertilidad de ovejas (2 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.18	0.08
Fertilidad de ovejas (2 años)	Peso de la camada al destete (2 años)	- 0.22	0.10
Fertilidad de ovejas (2 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.20	0.09
Fertilidad de ovejas (2 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.09	0.10
Fertilidad de ovejas (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (2 años)	0.49	0.07
Fertilidad de ovejas (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.08	0.09
Fertilidad de ovejas (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.003	0.10
Fertilidad de ovejas (2 años)	Tamaño de la camada al destete (2 años)	- 0.22	0.10
Fertilidad de ovejas (2 años)	Tamaño de la camada al destete (3 años)	- 0.04	0.09
Fertilidad de ovejas (2 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.09	0.10
Fertilidad de ovejas (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	0.46	0.07
Fertilidad de ovejas (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	- 0.01	0.10
Fertilidad de ovejas (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.06	0.10
Fertilidad de ovejas (3 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.75	0.03
Fertilidad de ovejas (3 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.32	0.08
Fertilidad de ovejas (3 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	0.84	0.02
Fertilidad de ovejas (3 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	0.34	0.08
Fertilidad de ovejas (3 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.37	0.07
Fertilidad de ovejas (3 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.44	0.09
Fertilidad de ovejas (3 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.17	0.11
Fertilidad de ovejas (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.50	0.08
Fertilidad de ovejas (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.22	0.1
Fertilidad de ovejas (3 años)	Tamaño de la camada al destete (3 años)	0.48	0.09
Fertilidad de ovejas (3 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	0.23	0.11
Fertilidad de ovejas (3 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	0.46	0.08
Fertilidad de ovejas (3 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	0.13	0.11
Fertilidad de ovejas (4 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.79	0.03
Fertilidad de ovejas (4 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	0.86	0.02
Fertilidad de ovejas (4 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.37	0.12
Fertilidad de ovejas (4 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.49	0.09
Fertilidad de ovejas (4 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.47	0.10
Fertilidad de ovejas (4 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	0.49	0.09

Cuadro 14: Correlaciones fenotípicas entre peso de la camada al destete y características de reproducción en ovinos Suffolk.

Variable X	Variable Y	Correlación	e.e.
Peso de la camada al destete (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.05	0.09
Peso de la camada al destete (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.09	0.1
Peso de la camada al destete (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	0.06	0.09
Peso de la camada al destete (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	0.13	0.1
Peso de la camada al destete (2 años)	Fertilidad de ovejas (3 años)	0.06	0.09
Peso de la camada al destete (2 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.16	0.09
Peso de la camada al destete (2 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.12	0.11
Peso de la camada al destete (2 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.20	0.12
Peso de la camada al destete (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.07	0.1
Peso de la camada al destete (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.04	0.13
Peso de la camada al destete (2 años)	Tamaño de la camada al destete (3 años)	0.03	0.1
Peso de la camada al destete (2 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.03	0.13
Peso de la camada al destete (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	0.02	0.1
Peso de la camada al destete (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.01	0.13
Peso de la camada al destete (3 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	- 0.01	0.11
Peso de la camada al destete (3 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	- 0.03	0.11
Peso de la camada al destete (3 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	- 0.14	0.11
Peso de la camada al destete (3 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.14	0.13
Peso de la camada al destete (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.18	0.12
Peso de la camada al destete (3 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	0.07	0.12
Peso de la camada al destete (3 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	0.12	0.12

Cuadro 15: Correlaciones fenotípicas entre peso de la camada al nacimiento y características de reproducción en ovinos Suffolk.

Variable X	Variable Y	Correlación	e.e.
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Peso de la camada al destete (2 años)	0.56	0.05
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.1	0.8
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.04	0.10
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	0.04	0.09
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	0.003	0.10
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Fertilidad de ovejas (3 años)	0.04	0.09
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.02	0.10
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.23	0.10
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.006	0.13
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.22	0.09
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.07	0.12
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Tamaño de la camada al destete (3 años)	0.04	0.10
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.05	0.12
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	0.04	0.10
Peso de la camada al nacimiento (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.05	0.12
Peso de la camada al nacimiento (3 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.02	0.1
Peso de la camada al nacimiento (3 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	- 0.03	0.10
Peso de la camada al nacimiento (3 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	- 0.03	0.11
Peso de la camada al nacimiento (3 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.63	0.05
Peso de la camada al nacimiento (3 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	- 0.07	0.12
Peso de la camada al nacimiento (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.16	0.11
Peso de la camada al nacimiento (3 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.01	0.11
Peso de la camada al nacimiento (3 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.01	0.11
Peso de la camada al nacimiento (4 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.62	0.06

Cuadro 16: Correlaciones fenotípicas entre tamaño de la camada al destete y características de reproducción en ovinos

Suffolk.

Variable X	Variable Y	Correlación	e.e.
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	NO CONVERGIO	NO CONVERGIO
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.07	0.09
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.09	0.10
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Corderos destetados por oveja parida (3 años)	0.10	0.11
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	0.01	0.09
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	0.06	0.10
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Fertilidad de ovejas (3 años)	- 0.07	0.10
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.14	0.10
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Peso de la camada al destete (2 años)	0.76	0.03
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.16	0.11
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.01	0.13
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (2 años)	0.68	0.04
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.17	0.10
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.02	0.12
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Tamaño de la camada al destete (3 años)	0.10	0.11
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.11	0.12
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	0.12	0.1
Tamaño de la camada al destete (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.14	0.12
Tamaño de la camada al destete (3 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	NO CONVERGIO	NO CONVERGIO
Tamaño de la camada al destete (3 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	- 0.02	0.11
Tamaño de la camada al destete (3 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	- 0.05	0.11
Tamaño de la camada al destete (3 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	- 0.08	0.11
Tamaño de la camada al destete (3 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.81	0.03
Tamaño de la camada al destete (3 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	- 0.003	0.13
Tamaño de la camada al destete (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.74	0.04
Tamaño de la camada al destete (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.04	0.12
Tamaño de la camada al destete (3 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.03	0.12
Tamaño de la camada al destete (3 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.01	0.12
Tamaño de la camada al destete (4 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	NO CONVERGIO	NO CONVERGIO
Tamaño de la camada al destete (4 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.8	0.04
Tamaño de la camada al destete (4 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.71	0.05

Cuadro 17: Correlaciones fenotípicas entre el Tamaño de la Camada al Nacimiento y características de reproducción en ovinos Suffolk.

Variable X	Variable Y	Correlación	e.e.
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	0.75	0.03
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.17	0.09
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.002	0.10
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos destetados por oveja parida (2 años)	0.79	0.03
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos destetados por oveja parida (3 años)	0.12	0.10
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos destetados por oveja parida (4 años)	- 0.05	0.12
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	0.08	0.09
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	- 0.01	0.10
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Fertilidad de ovejas (3 años)	0.01	0.09
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.004	0.10
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Peso de la camada al destete (2 años)	0.48	0.06
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.12	0.11
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.08	0.12
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (2 años)	0.75	0.03
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.13	0.09
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.05	0.12
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Tamaño de la camada al destete (2 años)	0.79	0.03
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Tamaño de la camada al destete (3 años)	0.12	0.10
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.05	0.12
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	0.11	0.10
Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.03	0.12
Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.8	0.03
Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.03	0.10
Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	0.01	0.10
Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.01	0.11
Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.5	0.07
Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	- 0.08	0.12
Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.81	0.03
Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.03	0.11
Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	Tamaño de la camada al destete (3 años)	0.82	0.03
Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	0.01	0.11
Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.003	0.11
Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	0.82	0.03
Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	Peso de la camada al destete (4 años)	0.64	0.06
Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	0.75	0.04
Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	0.88	0.02

Cuadro 18: Correlaciones fenotípicas entre peso al nacimiento y características de reproducción en ovinos Suffolk.

Variable X	Variable Y	Correlación	e.e.
Peso al Nacimiento	Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	0.12	0.06
Peso al Nacimiento	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	- 0.08	0.07
Peso al Nacimiento	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	- 0.10	0.08
Peso al Nacimiento	Corderos destetados por oveja parida (2 años)	0.10	0.08
Peso al Nacimiento	Corderos destetados por oveja parida (3 años)	- 0.15	0.09
Peso al Nacimiento	Corderos destetados por oveja parida (4 años)	0.02	0.09
Peso al Nacimiento	Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	0.16	0.06
Peso al Nacimiento	Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	- 0.05	0.07
Peso al Nacimiento	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	- 0.08	0.08
Peso al Nacimiento	Fertilidad de ovejas (2 años)	0.14	0.06
Peso al Nacimiento	Fertilidad de ovejas (3 años)	0.03	0.07
Peso al Nacimiento	Fertilidad de ovejas (4 años)	- 0.08	0.08
Peso al Nacimiento	Peso de la camada al destete (2 años)	0.02	0.09
Peso al Nacimiento	Peso de la camada al destete (3 años)	- 0.002	0.09
Peso al Nacimiento	Peso de la camada al destete (4 años)	- 0.02	0.09
Peso al Nacimiento	Peso de la camada al nacimiento (2 años)	0.11	0.07
Peso al Nacimiento	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	- 0.09	0.08
Peso al Nacimiento	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.02	0.09
Peso al Nacimiento	Tamaño de la camada al destete (2 años)	0.10	0.08
Peso al Nacimiento	Tamaño de la camada al destete (3 años)	- 0.11	0.11
Peso al Nacimiento	Tamaño de la camada al destete (4 años)	0.03	0.09
Peso al Nacimiento	Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	0.11	0.08
Peso al Nacimiento	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	- 0.19	0.10
Peso al Nacimiento	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	0.11	0.08

Cuadro 19: Correlaciones fenotípicas entre el Peso al Destete y algunas características de reproducción en ovinos Suffolk.

Variable X	Variable Y	Correlación	e.e.
Peso al Destete (68d)	Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	0.05	0.07
Peso al Destete (68d)	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.16	0.07
Peso al Destete (68d)	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	- 0.08	0.08
Peso al Destete (68d)	Corderos destetados por oveja parida (2 años)	0.02	0.08
Peso al Destete (68d)	Corderos destetados por oveja parida (3 años)	0.13	0.09
Peso al Destete (68d)	Corderos destetados por oveja parida (4 años)	- 0.09	0.10
Peso al Destete (68d)	Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	0.11	0.07
Peso al Destete (68d)	Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	0.1	0.07
Peso al Destete (68d)	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	- 0.09	0.09
Peso al Destete (68d)	Fertilidad de ovejas (2 años)	0.12	0.07
Peso al Destete (68d)	Fertilidad de ovejas (3 años)	0.12	0.07
Peso al Destete (68d)	Fertilidad de ovejas (4 años)	- 0.04	0.08
Peso al Destete (68d)	Peso de la camada al destete (2 años)	0.01	0.1
Peso al Destete (68d)	Peso de la camada al destete (3 años)	0.14	0.09
Peso al Destete (68d)	Peso de la camada al destete (4 años)	- 0.01	0.11
Peso al Destete (68d)	Peso de la camada al nacimiento (2 años)	0.01	0.07
Peso al Destete (68d)	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.03	0.09
Peso al Destete (68d)	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.07	0.10
Peso al Destete (68d)	Tamaño de la camada al destete (2 años)	- 0.01	0.08
Peso al Destete (68d)	Tamaño de la camada al destete (3 años)	- 0.002	0.10
Peso al Destete (68d)	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.07	0.10
Peso al Destete (68d)	Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	0.02	0.08
Peso al Destete (68d)	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	0.13	0.09
Peso al Destete (68d)	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.08	0.10

Cuadro 20: Correlaciones fenotípicas entre peso a los 180 días y características de reproducción en ovinos Suffolk.

Variable X	Variable Y	Correlación	e.e.
Peso a 180 días	Corderos destetados por oveja expuesta (2 años)	0.10	0.08
Peso a 180 días	Corderos destetados por oveja expuesta (3 años)	0.13	0.08
Peso a 180 días	Corderos destetados por oveja expuesta (4 años)	- 0.01	0.09
Peso a 180 días	Corderos destetados por oveja parida (2 años)	- 0.01	0.09
Peso a 180 días	Corderos destetados por oveja parida (3 años)	0.002	0.1
Peso a 180 días	Corderos destetados por oveja parida (4 años)	- 0.14	0.11
Peso a 180 días	Corderos nacidos por oveja expuesta (2 años)	0.17	0.07
Peso a 180 días	Corderos nacidos por oveja expuesta (3 años)	0.17	0.08
Peso a 180 días	Corderos nacidos por oveja expuesta (4 años)	- 0.02	0.10
Peso a 180 días	Fertilidad de ovejas (2 años)	0.19	0.08
Peso a 180 días	Fertilidad de ovejas (3 años)	0.13	0.08
Peso a 180 días	Fertilidad de ovejas (4 años)	0.05	0.09
Peso a 180 días	Peso de la camada al destete (2 años)	0.06	0.11
Peso a 180 días	Peso de la camada al destete (3 años)	0.06	0.1
Peso a 180 días	Peso de la camada al destete (4 años)	- 0.05	0.12
Peso a 180 días	Peso de la camada al nacimiento (2 años)	0.08	0.09
Peso a 180 días	Peso de la camada al nacimiento (3 años)	0.03	0.1
Peso a 180 días	Peso de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.01	0.11
Peso a 180 días	Tamaño de la camada al destete (2 años)	- 0.0002	0.1
Peso a 180 días	Tamaño de la camada al destete (3 años)	- 0.04	0.10
Peso a 180 días	Tamaño de la camada al destete (4 años)	- 0.13	0.11
Peso a 180 días	Tamaño de la camada al nacimiento (2 años)	0.008	0.09
Peso a 180 días	Tamaño de la camada al nacimiento (3 años)	0.01	0.1
Peso a 180 días	Tamaño de la camada al nacimiento (4 años)	- 0.09	0.11

Cuadro A1: Distribución de los tipos de parto

Tipo de parto	N
Simple	1584
Gemelar	764
Triple	168

Cuadro A2: Grupos formados según el tipo de parto de las ovejas.

Grupo	N
Simple	1584
Gemelar	932

Cuadro A3: Distribución de la edad de las ovejas.

Edad	N
1	47
2	477
3	511
4	496
5	367
6	262
7	198
8	40
9	43
10	13
11	8
12	2
14	2

Cuadro A4: Grupos formados según la edad de las ovejas.

Grupo	N
2	524
3	511
4	496
5	935

Cuadro A5: Número de observaciones para cada pesaje.

Pesaje	N
Al nacimiento	2516
Al destete	2172
Peso 1 (102 días)	2132
Peso 2 (127 días)	1820
Peso 3 (159 días)	1597
Peso 4 (188 días)	1438

Cuadro A6: Distribución de corderos por semental y año de nacimiento.

SEMENTAL	AÑOS													CRIAS
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
105		22	39	14	4									79
646	23	35	57	17	15									147
717	52	38	29											119
730	43	112	104	187	99	40	30	16	4		1			636
769	26	2	18	7	3									56
770	6	1	19	8										34
1214					17									17
1241				2	19									21
1327					25									25
1413						96	50	30	14	1				191
1653							12	15	17	26	20	24	1	115
1693							17	30	19	31	15	9		121
1694							30	19	31					80
1867							4	29	23	13	3			72
1965								7	32	16	4		2	61
2225										45	21	59		125
2226										32	23	12	47	114
2227										38	23	12	43	116
2245											20	42	36	98
2263											9	16	32	57
2873					1	115	66	21	23					226
2877							3	2						5