



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

## MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

### ESTIMACIÓN DE COMPONENTES GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN LA OVEJA CRIOLLA DE CHIAPAS

**T E S I S**

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

P R E S E N T A

IVAN OLIVERA VEGA

TUTOR: DR. CARLOS G. VÁSQUEZ PELAEZ

COMITÉ TUTORAL:

DR. JOSÉ M. BERRUECOS VILLALOBOS

DR. FELIPE RUÍZ LÓPEZ



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.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por la formación académica y personal.

Al Dr. Carlos G. Vásquez Peláez por el conocimiento, que me brindó en la realización de la tesis.

Al comité tutorial, Dr. José M. Berruecos Villalobos y Dr. Felipe Ruíz López por sus comentarios, y enseñanzas en la realización de éste trabajo.

Al Dr. Pedro Ochoa Galván por sus observaciones y sugerencias en éste trabajo.

Al M. en C. Reyes López Ordaz, por su apoyo, paciencia, dedicación, pero sobre todo su amistad.

A la M. en C. Marisela Peralta Lailson, por todas las facilidades para la obtención de la información para llevar a cabo ésta tesis.

Al Centro Universitario de Investigación y Transferencia de Tecnología que pertenece a la Universidad Autónoma de Chiapas por las facilidades otorgadas para la realización de ésta tesis.

## **DEDICATORIAS**

A mis padres.

A mis abuelos.

A mis padrinos.

A mis amigos.

A mis maestros.

Quienes me han compartido sus conocimientos y sentimientos.

Gracias por su cariño, comprensión y amistad.

Iván

## RESUMEN

Olivera Vega Iván. Estimación de componentes genéticos para características de crecimiento en la oveja criolla de Chiapas (Asesor, Dr. Carlos G. Vásquez Peláez)

El objetivo del presente trabajo fue estimar los componentes de varianza para peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDP), utilizando la información de 1450 corderos, 523 hembras y 53 sementales del Borrego Chiapas de los biotipos (Blanco, Negro y Café), nacidos entre 1991 a 2006. El rebaño se localiza en el municipio de Teopisca, Chiapas, 16°32'24" latitud norte y 92°28'19" longitud oeste. Los parámetros genéticos, así como las correlaciones fenotípicas y genéticas fueron estimadas utilizando el programa ASREML, a partir de tres diferentes modelos mixtos, que incluyeron los efectos fijos: año, tipo y número de parto, sexo de la cría, biotipo de la hembra y para GDP, edad al destete como covariable; los efectos aleatorios incluidos fueron: Modelo 1, incluye el efecto genético aditivo; el Modelo 2, igual al Modelo 1 más el efecto genético aditivo materno, y el Modelo 3, igual al Modelo 2 adicionando el efecto de ambiente permanente materno. Se compararon los modelos mediante la prueba de razón de verosimilitud, siendo el mejor modelo para PN y PD el Modelo 2 y el Modelo 1 para GDP. La heredabilidad directa estimada fue  $0.09 \pm 0.05$ ,  $0.07 \pm 0.05$  y  $0.17 \pm 0.06$ , respectivamente para PN, PD y GDP. Las correlaciones fenotípicas y genéticas fueron PN con PD ( $0.29 \pm 0.03$ ,  $0.50 \pm 0.13$ ), para PN con GDP ( $0.09 \pm 0.03$ ,  $0.38 \pm 0.16$ ) y para PD con GDP ( $0.91 \pm 0.01$  y  $0.98 \pm 0.01$ ). Los resultados del presente estudio muestran heredabilidades bajas para las características de crecimiento en el ovino criollo de Chiapas. Proyecto parcialmente financiado por PAPIIT IN207707-3 y por el Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT, SAGARPA-2004-CO1-111/A1.

*Palabras claves:* Ovino criollo de Chiapas; Crecimiento; Heredabilidad; Correlaciones genéticas

## **ABSTRACT**

Olivera Vega Iván. Estimates of Variante Components for live weight traits in creole sheep of Chiapas (Advisor, Dr. Carlos G. Vásquez Peláez)

The aim of the current study was to estimate genetic parameters for birth weight (BW), weaning weight (WW), and average daily gain from birth to weaning (ADG). The period of study includes from 1991 to 2006, records of 1450 lambs, 523 ewes and 53 sires of creole sheep of Chiapas were used. The herd is located in Teopisca, Chiapas, at 16°32'24" north latitude and 92°28'19" west longitude. Genetic parameters, likewise genetic and phenotypic correlation were estimated by using the ASREML program, three animal models were used, that included as fixed effects: year, type and number of lambing, sex of lamb and for GDP days at weaning were used as coverable; the random effects included were: Model 1, only include the additive direct genetic effect, the Model 2 consider in addition the maternal genetic effects, and the Model 3 considered in addition the permanent maternal environmental effects. To identify the most appropriate model, likelihood ratio tests were used, being the best model for BW and WW the Model 2 and Model 2 for ADG. The direct heritability estimates were  $0.09 \pm 0.05$ ,  $0.07 \pm 0.05$  and  $0.17 \pm 0.06$ , respectively for BW, WW and GDP. Phenotypic and genetic correlations were  $(0.29 \pm 0.03, 0.50 \pm 0.13)$  for PN with PD,  $(0.09 \pm 0.03, 0.38 \pm 0.16)$  for PN with GDP and  $(0.91 \pm 0.01, 0.98 \pm 0.01)$  for PD with GDP. The results of this study shows low heritability for the growth traits in the creole sheep of Chiapas. Project partially funded by PAPIIT IN207707-3 and for the Sectoral Fund SAGARPA-CONACYT, SAGARPA-2004-CO1-111/A1.

Keywords: Creole sheep of Chiapas; Growth; Heritability; Genetic correlation

## CONTENIDO

1. Introducción .....	1
2. Revisión de literatura .....	2
2.1 Antecedentes históricos.....	2
2.2 La oveja Chiapas .....	3
2.3 Características de importancia económica .....	5
2.4 Partición de la varianza fenotípica .....	6
2.5 Estimación de parámetros genéticos .....	7
2.6 Efectos ambientales.....	8
2.7 Efectos genéticos.....	11
2.8 Heredabilidad para características de crecimiento.....	12
3. Justificación .....	16
4. Objetivo general.....	17
5. Hipótesis .....	18
6. Materiales y métodos .....	19
6.1 Localización y área de estudio .....	19
6.2 Manejo general del rebaño .....	19
6.2.1 Alimentación .....	19
6.2.2 Sanidad .....	19
6.2.3 Trasquila.....	20
6.2.4 Manejo Reproductivo.....	20
6.2.5 Ordeño.....	20
6.3 Registros de producción.....	21
6.4 Características estudiadas .....	21
6.5 Análisis de resultados.....	21
6.6 Efectos ambientales para características de crecimiento .....	22
6.7 Análisis genético para características de crecimiento.....	22
6.8 Estimación de parámetros genéticos .....	24
7. Resultados .....	26
8. Discusión.....	33
8.1 Efectos ambientales que afectan las características de crecimiento.....	31
8.2 Parámetros genéticos para las características de crecimiento.....	34
8.3 Correlaciones genéticas y fenotípicas .....	37
9. Conclusiones .....	40
10. Referencias.....	41

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estimaciones de heredabilidad para peso al nacimiento (PN), para el efecto genético aditivo directo ( $h^2_a$ ), materno ( $h^2_m$ ), proporción del ambiente permanente materno ( $c^2$ ) y la correlación entre el efecto genético aditivo y el efecto materno ( $r_{am}$ ).....	13
Cuadro 2. Estimaciones de heredabilidad para peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDP), para el efecto genético aditivo directo ( $h^2_a$ ), materno ( $h^2_m$ ), proporción del ambiente permanente materno ( $c^2$ ) y la correlación entre el efecto genético aditivo y el efecto materno ( $r_{am}$ ) .....	14
Cuadro 3. Estimaciones de heredabilidad para peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDP), para el efecto genético aditivo directo ( $h^2_a$ ), materno ( $h^2_m$ ), proporción del ambiente permanente materno ( $c^2$ ) y la correlación entre el efecto genético aditivo y el efecto materno ( $r_{am}$ ) .....	15
Cuadro 4. Número de animales, así como el coeficiente de consanguinidad durante el periodo 1991-2006.. .....	26
Cuadro 5. Media, error estándar, valor máximo y mínimo y coeficiente de variación para las características de peso al nacer, peso al destete, ganancia diaria de peso al destete y días al destete en una población de ovino criollo de Chiapas. ....	27
Cuadro 6. Cuadrados medios para los efectos ambientales del modelo final para peso al nacimiento (PN)/kg, peso al destete (PD) /kg y ganancia diaria predestete (GDP) /g.....	28
Cuadro 7. Promedios mínimos cuadrados para peso al nacimiento (PN)/kg, peso al destete (PD)/kg y ganancia diaria predestete (GDP)/g de acuerdo al tipo de parto, al sexo de la cría, al número de parto de la hembra y biotipo de la madre. ....	30
Cuadro 8. Prueba de razón de verosimilitud para cada efecto aleatorio bajo los tres diferentes modelos .....	31
Cuadro 9. Componentes de varianza para peso al nacimiento (PN)/kg, peso al destete (PD)/kg y ganancia diaria predestete (GDP)/g en ovinos criollos de Chiapas .....	31
Cuadro 10. Heredabilidad aditiva directa ( $h^2_a$ ); heredabilidad Materna ( $h^2_m$ ) y proporción de la varianza de ambiente permanente ( $c^2$ ), para peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDP) para ovinos criollos de Chiapas.....	32
Cuadro 11. Correlaciones fenotípicas ( $r_p$ ), correlaciones genéticas ( $r_g$ ) y correlación genética entre efecto aditivo directo y efecto genético materno ( $r_{am}$ ) para peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDP).....	32



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consanguinidad promedio por año ( $\Delta F$ ) durante el periodo 1991-2006. .....	26
Figura 2. Tamaño efectivo de la población ( $N_e$ ) durante el periodo 1991-2006. .....	27

## **ANEXO**

Anexo 1. Razas presentes en México en el 2006.....	51
Anexo 2. Relación de machos/hembras en el presente estudio, de acuerdo al año, durante el periodo 1991-2006 .....	52

## 1. INTRODUCCIÓN

La ovinocultura en México se ha desarrollado desde la llegada de los españoles en el siglo XV y XVI, básicamente para la obtención de carne y lana (Butzer, 1988). En el año 2004 (SAGARPA, 2005), la población ovina en México se estimó en 7,082,776 cabezas, distribuyéndose el 31.25 % en el norte (rebaños de tipo Rambouillet), 46.88 % en el centro (rebaños de tipo Hampshire y Suffolk y recientemente, la raza Dorset) y 21.87 % en el sur (con razas Pelibuey y Black Belly) (Arteaga, 2003; De Lucas, 2005).

Para el año 2005, en México se consumieron 85,965.2 toneladas de carne ovina, de las cuales sólo el 53.8% se produjo en el país, mientras que el 46.2%, restante corresponde a importaciones principalmente de Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos y Chile (SAGARPA, 2006).

En el país, existe una población importante de ovino “criollo” que surgió a través del cruzamiento indiscriminado entre razas europeas introducidas en la época de la Colonia y que se han seleccionado naturalmente en condiciones extremas; o bien, razas que permanecieron aisladas geográficamente, como es el caso del ovino criollo de Chiapas, el cual tiene posiblemente su origen de las razas españolas Churra, Lacha y Manchega (Perezgrovas, 2004b), y localizada en los municipios de San Cristóbal de las Casas y Motozintla, Chiapas (INEGI, 2001), en forma genérica se le conoce como ovino Chiapas.

El ovino criollo de Chiapas, tienen importancia entre los grupos indígenas tzotziles y tzetales, tanto a nivel cultural como económico, ya que la producción de lana, es utilizada para la elaboración de prendas de vestir, artesanías y por la venta directa (Gómez, 1978; Nahed, 1999).

A pesar de la importancia que tiene esta especie en la región de los Altos de Chiapas, no existe información disponible sobre su caracterización genética para evaluar su crecimiento. El objetivo del presente trabajo fue estimar los componentes genéticos para algunas características de crecimiento del ganado ovino criollo de Chiapas.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes históricos

A finales del siglo XV y en las primeras dos décadas del siglo XVI, los animales domésticos llegaron a América provenientes de España, eran utilizados en los viajes como fuente de alimento para la tripulación (Perezgrovas, 2004a), y aquellos que no fueron consumidos durante el trayecto llegaron a las Antillas, en donde tenían un periodo de descanso y aclimatación, formándose los primeros rebaños, con la finalidad de multiplicar una fuente importante de alimento; ya que las naves se reabastecían normalmente en las Islas Antillanas antes de continuar sus viajes de exploración a la Nueva España, al Darién (Panamá), o a la América del Sur (Gómez, 1978; Perezgrovas, 1998; Perezgrovas, 2004a).

En México, a lo largo del período colonial (1521 a 1821), diferentes razas de ovinos españoles fueron creando un mosaico genético conocido como borrego criollo, de características heterogéneas pero con una definida influencia de la raza Merina que se difundió ampliamente en gran parte del centro y norte del país (Pedraza *et al.*, 1992; Perezgrovas, 1998). Al sur, en cambio, la falta de caminos, la orografía accidentada y la lejanía respecto a los centros comerciales resultaron en el aislamiento de las poblaciones de colonos y de sus escasos rebaños. Dichos animales, desembarcaron en el puerto de aprovisionamiento en Caballos, hoy Honduras, antes de ser llevados a Chiapas (Pedraza *et al.*, 1992).

El ovino criollo de la región montañosa del estado de Chiapas, denominado también “borrego Chiapas”, deriva posiblemente de las razas autóctonas españolas Churra, Manchega y Lacha (Pedraza *et al.*, 1992; Perezgrovas, 2004b).

## **2.2 La oveja Chiapas**

Los trabajos realizados en ovinos criollos de Chiapas se han enfocados a la caracterización fenotípica para algunos aspectos reproductivos, de crecimiento, calidad y producción de la lana, producción y calidad de la leche (SAGARPA, 2007); así como su relación genética con las razas que le dieron origen.

Sarmiento y Perezgrovas (1990), describieron tres biotipos con base en el color del vellón: la variedad blanca, negra y café, siendo similares a las razas hispánicas Churra, Manchega y Lacha, respectivamente (Esteban y Tejón, 1985).

El biotipo blanco, es de tamaño medio y un peso aproximado de 28 kg, presenta todo el vellón blanco y con manchas negras en el hocico, alrededor de los ojos, en la punta de las orejas y en la punta de las extremidades (pigmentación centrífuga); la cabeza y las extremidades se encuentran desprovistas de lana. Siendo semejantes a la raza Churra española que tiene una gran capacidad de producción de leche y un alto poder de adaptación a diferentes medios (Esteban y Tejón, 1985; Perezgrovas, 1998).

Las ovejas negras tienen un peso aproximado de 28 kg, animales bien proporcionados, la piel y el vellón son de color negro uniforme, con un mechón blanco en la parte alta de la frente (copete) y en el extremo distal de la cola. La cara y las patas están desprovistas de lana; la producción promedio por trasquila semestral es de 0.580 kg/oveja. Este grupo fenotípico coincide con la apariencia externa de la raza autóctona española Manchega en su variedad negra, la cual se explota para la producción leche-carne y a partir de la cual se produce el queso manchego y el cordero lechal (Esteban y Tejón, 1985; Perezgrovas, 1998).

El biotipo café, son animales de tamaño pequeño con un peso aproximado de 25 kg, su piel es de color amarillo o de color café oscuro, la producción promedio por trasquila semestral es de 0.500 kg/oveja. El aspecto exterior de esta sugiere que su ascendiente es la raza autóctona Lacha en sus dos variedades (clara y oscura), ovejas que en España se

localizan en zonas de alta montaña con elevada pluviosidad, caracterizados de mediano a pequeño, perfil recto o subconvexo y proporciones alargadas y marcada aptitud para la producción de leche (Esteban y Tejón, 1985; Perezgrovas, 1998).

Quiroz *et al.* (2005; 2007b), estimaron las distancias genéticas entre los tres biotipos del borrego Chiapas, y algunas razas Ibéricas (Canaria, Palmera, Churra, Merino español y francés), concluyendo que los tres biotipos criollos son diferentes entre sí, además de estar alejadas de las razas Ibéricas, pudiéndose deber al aislamiento que ha sufrido el ovino criollo de Chiapas desde su llegada a América, con el resto de razas introducidas a México.

En un estudio de caracterización de crecimiento, Perezgrovas *et al.* (2004a) determinó tres periodos de 10 semanas cada uno (a partir del nacimiento de los corderos), de crecimiento: acelerado, moderado e irregular con ganancias de peso semanales de 540 g, 300g y 150 g respectivamente, con un peso adulto de 29 kg y de 25 kg respectivamente para machos y hembras (Perezgrovas, 2004b).

En relación a la cantidad de lana producida anualmente en el borregos Chiapas, se han mencionado rangos de 0.85 a 1.28 kg anuales (Perezgrovas, 2004b). Con heredabilidad de  $0.43 \pm 0.06$  para largo y  $0.31 \pm 0.05$  para el peso de la lana (Castro *et al.*, 2008).

Perezgrovas (2004b), indica que los perfiles hormonales en el borrego Chiapas, demostraron estacionalidad reproductiva, con un anestro de noviembre a marzo y un periodo de ciclos estrales regulares entre los meses de abril y octubre. Asimismo, mencionan que el anestro estacional, está influenciado principalmente por la disponibilidad de forrajes, más que al fotoperiodo. Los sementales se ven también afectados por las condiciones climáticas, con una disminución significativa del volumen testicular y de los andrógenos circulantes durante la temporada de sequía.

Los estudios disponibles sobre los principales problemas reproductivos en el ovino criollo de Chiapas, se han realizado en machos, observándose que los problemas reproductivos son criptorquidismo, monorquidismo e hipoplasia testicular (Peralta *et al.*, 2002).

En lo que respecta a la producción de leche, Peralta *et al.* (2005), estudió la curva de lactación en la oveja Chiapas en un periodo de 120 días de ordeño manual; dividiéndolos en 3 periodos de 40 días cada uno. Observaron que para los primeros días del primer periodo las ovejas presentaron la máxima producción con  $289.75 \pm 1.05$  ml/oveja/día. En el segundo periodo la producción se mantuvo con una disminución mínima  $193.47 \pm 1.07$  ml/oveja/día, mientras que final de la ordeña se da una disminución rápida de la lactación para llegar a su punto más bajo en el día 120 de lactación  $143.58 \pm 1.28$  ml/oveja/día, encontrando diferencias entre la café, blanca y negra. En el primer periodo, los biotipos blanco y café produjeron más leche que el biotipo negro. Durante el segundo y tercer periodo, el biotipo café no sufrió un decremento dramático en su producción, por lo que fue el biotipo que mas produjo. Los biotipos blanco y café no presentaron pico de producción, mientras que el biotipo negro alcanzó el pico de producción durante la primera semana de producción.

Méndez (2006), encontró una correlación fenotípica positiva entre la producción de leche y las características internas de la ubre, durante el último mes de la lactación. La correlación fenotípica entre producción de leche y volumen de cisterna de la ubre fue positiva y alta, siendo de 0.77 y 0.74 para el lado derecho e izquierdo respectivamente, mientras que la correlación fenotípica entre producción de leche contra volumen de cisterna del pezón fue de 0.74 y 0.81 para el lado derecho e izquierdo respectivamente.

### **2.3 Características de importancia económica**

La eficiencia de una explotación está dada por su productividad, la cual es el resultado de numerosos componentes que incluyen la fertilidad y prolificidad de las ovejas, así como el crecimiento del cordero (Boujenane, 2002).

El crecimiento se puede definir, como el aumento en peso, talla y cambios en la composición corporal de un animal en un periodo determinado (Román, 2006), este se ha evaluado a partir del peso al nacimiento, peso al destete, pesos post-destete, las ganancias diarias de peso (Flores, 2006; Bosso *et al.*, 2007; Gizaw *et al.*, 2007).

#### 2.4 Partición de la varianza fenotípica

Los animales presentan gran variabilidad en la expresión de su fenotipo entre y dentro de familias. Esta variación fenotípica entre los animales, es el resultado de la información genética heredada de sus padres y del ambiente en que los animales se desarrollaron. Los efectos genéticos aditivos (G), transmitidos a la progenie, son los responsables del parecido de los individuos con sus padres; el ambiente (E), compuesto por factores externos que actúan sobre el individuo como el clima, la alimentación, enfermedades, etc., pueden influir tanto en su etapa prenatal como postnatal y modificar su expresión fenotípica (F) (Bourdon, 1997; Da Gama, 2002; Valencia, 2003; Bedhiat y Djemali, 2006), lo anterior se representa con la siguiente función:

$$F = \mu + G + E + G \times E$$

Representado en términos de varianza:

$$\sigma_F^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2 + \sigma_{GE}$$

donde:

$\sigma_F^2$  = Varianza de los valores fenotípicos de una característica

$\sigma_G^2$  = Varianza debida a diferencias genéticas entre individuos

$\sigma_E^2$  = Varianza debida a diferencias ambientales entre individuos

$\sigma_{GE}$  = Covarianza entre genotipo y medio ambiente

Mientras que los componentes de  $\sigma_G^2$  y  $\sigma_E^2$  son:



$$\sigma_G^2 = \sigma_a^2 + \sigma_d^2 + \sigma_i^2$$

$$\sigma_G^2 = \sigma_{ET}^2 + \sigma_{EP}^2$$

donde:

$$\sigma_a^2 = \text{Varianza aditiva}$$

$$\sigma_d^2 = \text{Varianza de dominancia}$$

$$\sigma_i^2 = \text{Varianza de epistásis}$$

$$\sigma_{ET}^2 = \text{Ambiente temporal}$$

$$\sigma_{EP}^2 = \text{Ambiente permanente}$$

La estimación de las varianzas y parámetros genéticos es el punto de partida en el mejoramiento genético animal, ya que las varianzas genéticas aditivas y no aditivas son las que contribuyen a una mejor comprensión de la respuesta genética. Las estimaciones de las varianzas genéticas y fenotípicas, así como sus covarianzas son esenciales para la predicción del valor genético de los animales a seleccionar y para la predicción de la respuesta genética esperada de los programas mejoramiento genético (Bedhiac y Djemali, 2006), con estas estimaciones se pueden conocer la heredabilidad directa y la materna así como la proporción del ambiente materno, las correlaciones genéticas y fenotípicas, entre las características de interés.

## 2.5 Estimación de parámetros genéticos

La heredabilidad ( $h^2$ ), se define como la fracción de la varianza fenotípica que se debe a la variación genética aditiva (Al-Shorepy, 2001), permitiendo establecer para una característica determinada la importancia relativa del medio ambiente y herencia en el fenotipo. La función matemática de la heredabilidad, ha sido descrita en la literatura (Van Vleck *et al.*, 1987; Falconer y Mackay, 1996; Bourdon, 1997) y estimada como:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_F^2}$$

### **Proporción del ambiente permanente materno ( $c^2$ )**

Conjunto de factores que afectan el fenotipo de los corderos nacidos por la misma hembra, sin ser de origen genético aditivo (Mandal *et al.*, 2006). Esta proporción indica la importancia de la calidad del ambiente proporcionado a la hembra, así como de los efectos maternos involucrados durante el período de cría, entre otras: capacidad uterina de la hembra, calidad de la nutrición al final de la gestación, instinto materno de la oveja (Al-Shorepy, 2001; Mandal *et al.*, 2006), y es estimado como la proporción del ambiente permanente materno en relación al variación fenotípica (Mrode, 2005):

$$c^2 = \frac{\sigma_{ap}^2}{\sigma_F^2}$$

### **Correlaciones genéticas y fenotípicas**

Es común detectar en los animales características que guardan cierto grado de relación, debida a la pleiotropía, situación en que un gen influye a dos o más caracteres. La función matemática para estimar la correlación entre dos caracteres (Mrode, 2005):

$$r_{ab} = \frac{Cov_{ab}}{\sigma_a \sigma_b}$$

Donde:

$r_{ab}$  = Coeficiente de correlación

$Cov_{ab}$  = Covarianza de los caracteres a y b

$\sigma_a$  = Desviación estándar del primer caracter

$\sigma_b$  = Desviación estándar del segundo caracter

### **2.6 Efectos ambientales**

Diferentes estudios han mostrado que el crecimiento se ve afectado por efectos ambientales, tales como: año y época de parto, número de parto y edad de la madre del cordero, tipo de parto (sencillo o múltiple), y sexo del cordero (Djemali *et al.*, 1994;

Mavrogenis, 1996; Peeters *et al.*, 1996; Okut *et al.*, 1999; Dixit *et al.*, 2001; Matika *et al.*, 2003a; Flores, 2006; Shaat *et al.*, 2004), entre otras.

### **Año y época de parto**

Explica las variaciones ambientales y de manejo presentes al momento del nacimiento y del destete, tales como: cambios en las condiciones climáticas que afectan directamente la cantidad y calidad de alimento disponibles para la madre y la cría, composición de la leche, así como la incidencia de parásitos (Carrillo *et al.*, 1987; Campos, 2002; Hansen y Shrestha, 2002 ; Matika *et al.*, 2003b; Flores, 2006), y que pueden modificar la respuesta de crecimiento.

### **Tipo de parto**

En razas como la Flemish milksheep (Peeters *et al.*, 1996), Suffolk (Flores, 2006), Afrino (Snyman *et al.*, 1995), Barabarine (Djemali *et al.*, 1994), Sabi (Matika *et al.*, 2003b), Pelibuey (Carrillo *et al.*, 1987; Campos, 2002) y ovino criollo Colombiano (Martínez y Malagón, 2005). Djemali (1994), menciona que los corderos provenientes de partos sencillos fueron 0.6 kg y 5 kg más pesados que los corderos provenientes de partos múltiples, para peso al nacimiento y al destete respectivamente. Snyman *et al.* (1995), informa que los corderos provenientes de partos múltiples fueron 0.83 kg más ligeros en comparación con los corderos provenientes de partos simples. Al destete, los corderos provenientes de partos simples fueron 4.8% (1.48 kg) y 26.4% (6.74 kg), más pesados que los corderos provenientes de partos múltiples y criado como parto simple y corderos provenientes de partos múltiples y criado como múltiples respectivamente, mientras que los corderos provenientes de partos múltiples y criados como simple fueron 20.6% (5.26 kg) más pesados que los corderos nacidos y criados como múltiples. Campos (2002), Carrillo *et al.* (1987) y Djemali *et al.*(1994), mencionan que la diferencia entre los pesajes de los corderos provenientes de partos simples con respecto a los de partos múltiples, se puede deber a que al aumentar el número de corderos nacidos vivos, se presenta una mayor competencia por el alimento, reflejándose en menores ganancias diarias de peso individuales, traduciéndose en bajos pesos al destete. Coincidiendo con lo mencionado por Gbangboche *et al.* (2006a) y Carrillo *et al.* (1987), que indican que estas diferencias entre

los pesos de los corderos provenientes de partos simples con respecto a los múltiples se puede deber a la limitada capacidad de la madre por proveer nutrientes para el desarrollo de fetos múltiples así como la producción de leche para los corderos.

### **Edad de la hembra**

Peeters *et al.* (1996), encontraron que el peso al nacimiento en corderos hijos de madres primerizas tuvieron mayor peso comparados con hembras de mayor edad, existiendo una diferencia entre los pesos de los corderos provenientes de madres primíparas y múltiparas de 1.6 kg. Okut *et al.* (1999) y Gbangboche *et al.* (2006a), mencionan que la expresión genética de las crías para características de crecimiento a edad temprana depende en gran medida de la edad de la madre. Esta diferencia entre pesos se debe a que las hembras jóvenes tienen una mayor demanda de energía tanto para el crecimiento del feto y del cordero, así como para finalizar su crecimiento. La habilidad materna, principalmente la producción de leche, está afectada por la edad de la madre, encontrándose un pico de producción de leche entre los 40 – 50 meses de edad de la hembra (3ª y 4ª lactación) (Peeters *et al.*, 1996; Matika *et al.*, 2003b). Por su parte Djemali *et al.* (1994), estudiando a ovejas de la raza Barbarine, indica que el mayor peso alcanzado para las características de crecimiento se observaron en el quinto parto, disminuyendo en los partos subsecuentes.

### **Sexo de la cría**

Estudios referentes entre los pesos al nacimiento y pesos postdestete entre machos y hembras en ovinos de la raza Flemish Milksheep, Suffolk (Peeters *et al.*, 1996), Menz (Mandal *et al.*, 2006), Barbarine (Djemali *et al.*, 1994), Pelibuey (Carrillo *et al.*, 1987; Bores *et al.*, 2002; Campos, 2002), Norduz (Yilmaz *et al.*, 2007), Afrino (Snyman *et al.*, 1995) y Merino (Dixit *et al.*, 2001), han encontrado que los machos son más pesados que las hembras en un rango de 0.27 a 0.50 kg al nacimiento y de 1.0 a 2.30 kg para peso a los 90 días. Esta diferencia podría deberse a los contrastes en sus funciones endocrinas y fisiológicas (Peeters *et al.*, 1996; Matika *et al.*, 2003a; Gbangboche *et al.*, 2006b). Hanrahan (1999), encontró que al utilizar machos provenientes de partos gemelares, al cual a solo uno de los gemelos se castraba, concluyeron que los castrados fueron 2 kg más

ligeros al peso al sacrificio en comparación con los corderos no castrados, además de retrasarse dos semanas más para el sacrificio.

## **2.7 Efectos genéticos**

Los efectos genéticos pueden ser definidos en genéticos aditivos y no aditivos. Los primeros, se deben al efecto independiente de cada alelo, siendo que se transmiten a la progenie (Lewis y Beatson, 1999). Los efectos genéticos no aditivos, son explicados por los efectos de dominancia y epistásis, que al depender, de combinaciones intra-locus e inter-loci, no son transmitidos por el individuo. En términos generales la variación aditiva es la más importante para la selección animal, mientras que los efectos genéticos no aditivos son importantes en la manifestación de la consanguinidad y en la heterosis (Bourdon, 1997; Montaldo y Barría, 1998; Valencia, 2003).

Diferentes estudios han mostrado que las características medidas a temprana edad son afectadas por los efectos maternos (Meyer, 1992; Lewis y Beatson, 1999; María y Ascaso, 1999; Al-Shorepy, 2001; Maniatis y Pollott, 2002; Mandal *et al.*, 2006). Los efectos maternos son los fenotipos que surgen de aquellas influencias que la madre tiene sobre la expresión del rasgo en sus hijos, además del efecto directo de los genes que transmite. Las influencias maternas que condicionan los efectos maternos son resultado del genotipo de la madre y de los efectos ambientales que las determinan e influyen en las crías. Desde el punto de vista de las crías las influencias maternas son de naturaleza ambiental y afectan la expresión génica de las crías para la característica estudiada. Mientras que para la madre hay componentes tanto genéticos como ambientales, y que reflejan principalmente la capacidad de la madre para producir leche y su habilidad materna para cuidar a la cría (Meyer, 1992; Maniatis y Pollott, 2002). Estos efectos maternos se pueden deber a tres causas (Lewis y Beatson, 1999; Al-Shorepy, 2001):

1. **Efectos aditivos maternos:** Aquellos en que el propio genotipo de la madre afecta la producción de leche y la habilidad materna (María y Ascaso, 1999; Al-Shorepy,

2001; Maniatis y Pollott, 2002; Hanford *et al.*, 2005; Hanford *et al.*, 2006; Mandal *et al.*, 2006).

2. **Efectos de medio ambiente permanente:** Los efectos permanentes de un animal representan la influencia del ambiente que son específicos a cada animal y que afectan su desempeño (María y Ascaso, 1999; Al-Shorepy, 2001; Al-Shorepy *et al.*, 2002; Maniatis y Pollott, 2002; Hanford *et al.*, 2005; Hanford *et al.*, 2006; Mandal *et al.*, 2006).
3. **Efectos de medio ambiente temporal:** Son los efectos que intervienen en el desempeño de una característica productiva pero en un tiempo determinado; es decir, no es un efecto determinante que afecte su potencial en futuras mediciones para tal característica (María y Ascaso, 1999; Maniatis y Pollott, 2002; Hanford *et al.*, 2006; Mandal *et al.*, 2006).

## 2.8 Heredabilidad para características de crecimiento

Diferentes estudios han estimado la heredabilidad para las características de crecimiento a diferentes edades en varias razas de ovinos, teniendo en un rango de 0.04 a 0.46, 0.02 a 0.25 y 0.03 a 0.54, con una moda de 0.19, 0.17 y 0.17 para peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria predestete, respectivamente, lo que hace que estas características sean de heredabilidad baja a media como se muestran en los Cuadros 1 y 2. Además en estos se observan las proporciones de varianzas para el efecto aditivo directo  $h^2_a$ , efectos aditivos maternos  $h^2_m$ , proporción del ambiente permanente materno ( $c^2$ ) y la correlación genética entre el efecto directo y el efecto materno ( $r_{am}$ ), para peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDP), que muestran rangos de 0.07 a 0.46, de 0.12 a 0.47 y 0.03 a 0.34, respectivamente para PN, PD y GDP.

**Cuadro 1. Estimaciones de heredabilidad para peso al nacimiento (PN), para el efecto genético aditivo directo ( $h^2_a$ ), materno ( $h^2_m$ ), proporción del ambiente permanente materno ( $c^2$ ) y la correlación entre el efecto genético aditivo y el efecto materno ( $r_{am}$ )**

Raza	Característica	$h^2_a$	$h^2_m$	$c^2$	$r_{am}$	Autor
Djallonké	PN	0.39±0.06	-	-	-	Bosso <i>et al.</i> 2007
Merino Sudafricano	PN	0.11±0.06	-	0.18±0.03	-	Cloete <i>et al.</i> 2002
Dormer	PN	0.21±0.07	0.16±0.07	0.15±0.06	-	Cloete <i>et al.</i> 2002
Merino Baharat	PN	0.23±0.07	-	-	-	Dixit <i>et al.</i> 2001
Merino	PN	0.38	-	-	-	Duguma <i>et al.</i> 2002
Merino	PN	0.19	0.38	-	-0.23	Duguma <i>et al.</i> 2002
Merino	PN	0.19	0.25	0.10	-0.22	Duguma <i>et al.</i> 2002
Timahdit	PN	0.18	0.59	-	-1.00	El Fadili <i>et al.</i> 2000
Menz	PN	0.46±0.014	-	-	-	Gizaw <i>et al.</i> 2007
Polypay	PN	0.17±0.02	0.20±0.03	0.10±0.11	0.19±0.11	Hanford <i>et al.</i> 2006
Chios	PN	0.38±0.02	-	-	-	Ligda <i>et al.</i> 2000
Chios	PN	0.13±0.02	0.33	-	-	Ligda <i>et al.</i> 2000
Chios	PN	0.18±0.03	0.19±0.03	0.17±0.03	-0.44	Ligda <i>et al.</i> 2000
Muzaffarnagari	PN	0.08±0.02	0.08±0.02	0.09±0.02	-	Mandal <i>et al.</i> 2006
Romanov	PN	0.04	0.22	0.10	-	María <i>et al.</i> 1993
Criolla	PN	0.13±0.06	-	-	-	Martínez <i>et al.</i> 2005
Mora	PN	0.22±0.08	-	-	-	Martínez <i>et al.</i> 2005
Sabi	PN	0.25±0.04	0.12±0.03	0.08±0.03	-	Matika <i>et al.</i> 2003b
Texel	PN	0.19±0.01	0.19±0.03	-	-0.26±0.05	Maxa <i>et al.</i> 2007
Shropshire	PN	0.19±0.02	0.17±0.02	-	-0.17±0.07	Maxa <i>et al.</i> 2007
Oxford	PN	0.16±0.03	0.15±0.02	-	-0.45±0.08	Maxa <i>et al.</i> 2007
Suffolk	PN	0.19±0.04	0.20±0.03	-	-0.46±0.10	Maxa <i>et al.</i> 2007
Sangsari	PN	0.33± 0.05	0.65	-	-0.41	Miraei- Hastían <i>et al.</i> 2007
Dorper	PN	0.11±0.04	0.10±0.04	0.12±0.03	-	Neser <i>et al.</i> 2001
Merino Turko	PN	0.08±0.03	0.09±0.03	0.19±0.04	-0.63	Ozcan <i>et al.</i> 2005
Lana	PN	0.21±0.03	0.21±0.03	0.10±0.02	-0.31±0.06	Safari <i>et al.</i> 2005
Doble Propósito	PN	0.19±0.02	0.18±0.02	0.09±0.02	-0.08±0.06	Safari <i>et al.</i> 2005
Carne	PN	0.15±0.02	0.24±0.02	0.19±0.05	-0.25±0.13	Safari <i>et al.</i> 2005
Hampshire	PN	0.39	0.22	0.37	-0.56	Tosh <i>et al.</i> 1994
Dorset	PN	0.12	0.31	0.27	-0.35	Tosh <i>et al.</i> 1994
Romanov	PN	0.07	0.13	0.32	0.13	Tosh <i>et al.</i> 1994

**Cuadro 2. Estimaciones de heredabilidad para peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDP), para el efecto genético aditivo directo ( $h^2_a$ ), materno ( $h^2_m$ ), proporción del ambiente permanente materno ( $c^2$ ) y la correlación entre el efecto genético aditivo y el efecto materno ( $r_{am}$ )**

Raza	Característica	$h^2_a$	$h^2_m$	$c^2$	$r_{am}$	Autor
Muzaffarnagari	PD75	0.29±0.08	-	0.08±0.04	-	Mandal <i>et al.</i> 2006
Djallonké	PD	0.54±0.08	-	-	-	Bosso <i>et al.</i> 2007
Merino Baharat	PD	0.14±0.06	-	-	-	Dixit <i>et al.</i> 2001
Merino	PD	0.36	-	-	-	Duguma <i>et al.</i> 2002
Merino	PD	0.25	0.11	-	0.02	Duguma <i>et al.</i> 2002
Merino	PD	0.26	0.05	0.06	0.05	Duguma <i>et al.</i> 2002
Timahdit	PD	0.50	0.24	-	-0.94	El Fadili <i>et al.</i> 2000
Menz	PD	0.47±0.016	-	-	-	Gizaw <i>et al.</i> 2007
Polypay	PD	0.18±0.03	0.07±0.02	0.04±0.01	0.06±0.16	Hanford <i>et al.</i> 2006
Chios	PD	0.29±0.03	-	-	-	Ligda <i>et al.</i> 2000
Chios	PD	0.17±0.04	0.16±0.02	-	-	Ligda <i>et al.</i> 2000
Chios	PD	0.17±0.01	0.07±0.02	0.08±0.01	-0.26	Ligda <i>et al.</i> 2000
Romanov	PD	0.34	0.25	0.00	-	María <i>et al.</i> 1993
Criolla	PD	0.19±0.05	-	-	-	Martínez <i>et al.</i> 2005
Mora	PD	0.22±0.01	-	-	-	Martínez <i>et al.</i> 2005
Sabi	PD	0.13±0.04	0.06±0.03	0.07±0.02	-	Matika <i>et al.</i> 2003b
Sangsari	PD	0.17±0.05	0.08	-	-0.54	Miraei- Hastían <i>et al.</i> 2007
Merino Turko	PD	0.12±0.04	0.04±0.02	0.08±0.03	-0.92	Ozcan <i>et al.</i> 2005
Lana	PD	0.21±0.02	0.16±0.04	0.06±0.01	0.35±0.11	Safari <i>et al.</i> 2005
Doble Propósito	PD	0.16±0.01	0.10±0.01	0.07±0.01	0.34±0.04	Safari <i>et al.</i> 2005
Carne	PD	0.18±0.04	0.10±0.01	0.14±0.02	0.37±0.05	Safari <i>et al.</i> 2005
Dorper	P100	0.20±0.07	0.10±0.07	0.08±0.04	-	Neser <i>et al.</i> 2002
Hampshire	P100	0.39	0.19	0.20	-0.74	Tosh <i>et al.</i> 1994
Dorset	P100	0.25	0.08	0.19	-0.31	Tosh <i>et al.</i> 1994
Romanov	P100	0.14	0.02	0.12	0.43	Tosh <i>et al.</i> 1994
Djallonké	GDP	0.54±0.09	-	-	-	Bosso <i>et al.</i> 2007
Merino Baharat	GDP	0.17±0.07	-	-	-	Dixit <i>et al.</i> 2001
Merino	GDP	0.34	-	-	-	Duguma <i>et al.</i> 2002
Merino	GDP	0.26	0.10	-	-0.05	Duguma <i>et al.</i> 2002
Merino	GDP	0.27	0.04	0.06	-0.03	Duguma <i>et al.</i> 2002
Romanov	GDP	0.26	0.26	0.02	-	María <i>et al.</i> 1993
Sabi	GDP	0.17±0.04	0.04±0.03	0.09±0.070.03	-	Matika <i>et al.</i> 2003b
Texel	GDP	0.14±0.02	0.11±0.01	-	-0.47±0.07	Maxa <i>et al.</i> 2007
Shropshire	GDP	0.24±0.03	0.16±0.02	-	-0.14±0.09	Maxa <i>et al.</i> 2007
Oxford	GDP	0.23±0.03	0.09±0.02	-	-0.73±0.07	Maxa <i>et al.</i> 2007
Suffolk	GDP	0.30±0.05	0.15±0.04	-	-0.78±0.07	Maxa <i>et al.</i> 2007
Sangsari	GDP	0.03±0.02	0.02	-	-0.18	Miraei- Ashtiani <i>et al.</i> 2007
Merino Turko	GDP	0.11±0.04	0.04±0.02	0.09±0.04	-0.90	Ozcan <i>et al.</i> 2005
General	GDP	0.15±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	-0.02±0.08	Safari <i>et al.</i> 2005



En el Cuadro 3 se presentan los valores publicados para las correlaciones genéticas ( $r_g$ ) y fenotípicas ( $r_f$ ) para las características de crecimiento, con valores de -0.19 a 0.79 para PN, -0.42 a 0.56 para PD y 0.79 a 0.98 para GDP.

**Cuadro 3. Estimaciones de heredabilidad para peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDP), para el efecto genético aditivo directo ( $h^2_a$ ), materno ( $h^2_m$ ), proporción del ambiente permanente materno ( $c^2$ ) y la correlación entre el efecto genético aditivo y el efecto materno ( $r_{am}$ )**

Característica	$r_g$	$r_f$	Autor
PN-PD	0.67±0.07	0.51±0.02	Gizaw <i>et al.</i> 2007
PN-PD	0.47	-	Safari <i>et al.</i> 2005
PN-GDP	0.27	-	Safari <i>et al.</i> 2005
PD-GDP	0.79	-	Safari <i>et al.</i> 2005
PN-PD	0.79±0.15	0.27	Ozcan <i>et al.</i> 2005
PN-GDP	0.56±0.25	0.15	Ozcan <i>et al.</i> 2005
PD-GDP	0.98±0.01	0.99	Ozcan <i>et al.</i> 2005
PN-PD	-0.19±0.27	0.28±0.02	Dixit <i>et al.</i> 2001
PN-GDP	-0.42±0.24	0.08±0.02	Dixit <i>et al.</i> 2001
PD-GDP	0.97±0.02	0.98±0.01	Dixit <i>et al.</i> 2001
PN-PD	0.16	-	Duguma <i>et al.</i> 2002
PN-GDP	0.43	-	Duguma <i>et al.</i> 2002
PD-GDP	0.85	-	Duguma <i>et al.</i> 2002
PN-PD	0.47±0.13	0.40±0.03	Bosso <i>et al.</i> 2007
PN-GDP	0.26±0.14	0.21±0.04	Bosso <i>et al.</i> 2007
PD-GDP	0.98±0.01	-	Bosso <i>et al.</i> 2007
PN-PD	0.12±0.03	-0.58±0.30	María <i>et al.</i> 1993
PN-GDP	-0.01±0.03	-0.37±0.36	María <i>et al.</i> 1993
PD-GDP	0.59±0.02	-0.79±0.12	María <i>et al.</i> 1993
PN-PD	0.63±0.32	0.55	El Fadili <i>et al.</i> 2000

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La conservación de la biodiversidad, así como la creación de bancos de germoplasma criollos hacen necesario caracterizar fenotípica y genotípicamente poblaciones con potencial genético, que pueden ser utilizadas en programas de mejoramiento animal pecuarios locales o nacionales. Este es el caso del ovino Criollo de Chiapas, que a pesar de la importancia que tiene en la región de los Altos de Chiapas, no existe información sobre su caracterización genética para características de crecimiento que puedan ser empleadas para establecer un programa de mejoramiento genético en esta población.

#### **4. OBJETIVO GENERAL**

Estimar componentes genéticos para características de crecimiento al destete en una población ovina criolla de Chiapas.

Objetivos específicos:

- Estimar las varianzas genéticas aditivas directas, genético materno y al efecto de ambiente permanente materno para peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria predestete.
- Estimar las heredabilidades para peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria predestete.
- Estimar las correlaciones genéticas y fenotípicas entre peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria predestete.

## **5. HIPÓTESIS**

Dado que la población ovina criollo de Chiapas se ha mantenido sin selección dirigida, aún conserva variabilidad genética aditiva para algunas características de crecimiento.

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1 Localización y área de estudio**

El rebaño se localiza en el Centro Universitario de Investigación y Transferencia de Tecnología que pertenece a la Universidad Autónoma de Chiapas (CUITT, UNACH), ubicado en la Región II (Altos), en el municipio de Teopisca, Chiapas (16°32'24" de latitud norte y 92°28' 19" de longitud oeste), con una altitud de 1780 msnm. El clima prevaleciente en la zona es C(w"2)(w)bi según la clasificación de Köppen, que corresponde a un clima semifrío con verano fresco corto, con una temperatura media anual de 13 °C y una precipitación pluvial de 1059.2 mm al año (García, 1981). El centro tiene una superficie de 61 hectáreas, de las cuales 51 están divididas en potreros y destinados al pastoreo del rebaño, las 10 restantes se utilizan para la siembra de cultivos y zonas arboladas. Cuenta con un aprisco, con 14 corrales fijos, cada uno dividido en dos áreas: a) sombreada con piso de tierra y b) la otra soleada, empastada; con comederos y bebederos. Para el manejo del rebaño se tiene una manga, un área de trasquila, báscula de plataforma, corrales de manejo y un área de ordeño.

### **6.2 Manejo general del rebaño**

#### **6.2.1 Alimentación**

La dieta está basada en pastoreo en potreros con zacate kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), con 7.3 % de proteína cruda, 55 % de fibra detergente ácido y un 60 % de materia seca (Peralta, 2000). Por la tarde los animales reciben en el aprisco un complemento de rastrojo de maíz molido. Además se les proporciona sal común, una vez por semana y agua a libre acceso.

#### **6.2.2 Sanidad**

El programa sanitario está basado en un sistema de control de parásitos gastrointestinales (*Fasciola hepática*, Nematelmintos, *Moniezia sp.* y *Eimeria sp.*) y externos (*Linognatus sp.*, *Damalina ovis*, *Melaphagus ovinus* y larvas de *Oestrus ovis*).

### **6.2.3 Trasquila**

Durante el año se realizan dos trasquilas, una en el mes de abril y otra en octubre, utilizando máquinas trasquiladoras. La producción de lana es pesada y registrada en forma individual.

### **6.2.4 Manejo reproductivo**

En el Estado, la alta disponibilidad de forraje al que tiene acceso la oveja durante el inicio de la época de lluvias (finales de mayo y junio), provoca que la actividad reproductiva se presente durante los meses de junio y julio. En el Centro, hasta 1997, se realizaba el empadre de las ovejas en los meses de junio y julio. Con la finalidad de poder llevar a cabo la ordeña y aprovechar la disponibilidad forrajera, en 1998 se tomó la decisión de cambiar la fecha de empadre a los meses de marzo y abril, para así programar los partos en agosto y septiembre.

El empadre de los animales se realiza por monta natural, con una relación carnero-oveja de 1:10, siempre del mismo biotipo, procurando que cada lote cuente con hembras de todas las edades, permaneciendo el carnero con las ovejas asignadas durante todo el día.

### **6.2.5 Ordeño**

Los primeros cinco días de vida, el cordero permanece junto a la madre, para permitir la toma de calostro y el reconocimiento materno. Las ovejas se ordeñan desde el sexto día y son separadas de su cordero a partir de las 20:00 h, para evitar que el cordero se alimente durante la noche. Durante ese tiempo, los corderos tienen a su disposición rastrojo de maíz molido y agua, con el fin de inducir a los corderos al consumo temprano de alimento sólido. El ordeño se realiza por las mañanas en forma manual, registrando la producción de cada oveja. Posterior al ordeño, las crías se reúnen con sus madres y se mantienen juntos durante el resto del día, hasta ser nuevamente separados a las 20:00 h.

### **6.3 Registros de crecimiento**

Al nacer, los animales se identifican con un medallón metálico y a partir de ese momento se crea un registro individual productivo, que incluye: identificación del cordero, identificación de los padres, biotipo de la madre y de la cría (blanco, negro, café y pinto), sexo, peso al nacimiento y al destete; así como sus respectivas fechas. Con esta información se estimó el número de parto de la hembra, tipo de parto, año de parto, días al destete y ganancia diaria predestete.

### **6.4 Características estudiadas**

El periodo analizado comprende los años de 1991 al 2006 que incluye la información productiva de 1450 corderos integrando cuatro niveles (blanco=559, negro=656, café=123, pinto=112), 525 ovejas y 53 carneros de los biotipos Blanca, Negra y Café, para estudiar las siguientes características de crecimiento:

- **Peso al nacimiento (PN)**; el cordero es pesado dentro de las 3 primeras horas posteriores al parto.
- **Peso al destete (PD)**; se registra al momento del destete y ajustado por días al destete.
- **Ganancia diaria predestete (GDP)**; calculado con la diferencia entre peso al destete menos peso al nacimiento y dividido entre días al destete.

### **6.5 Análisis de resultados**

De la base de datos original se excluyeron dos sementales con menos de dos crías, a dos grupos de individuos de partos cuádruples, a siete corderos con menos de 19 días de lactancia, y datos correspondientes a treinta y nueve abortos. Al final se obtuvieron 1450 registros para PN y 1251 para PD y GDP. Los partos triples (8), se agruparon con los partos gemelares integrando dos niveles. El número de parto se agrupó en cinco niveles de 1, 2, 3, 4 y 5 o más partos.

## 6.6 Efectos ambientales para características de crecimiento

Se utilizó un modelo de efectos fijos donde se incluyó tipo de parto, número de parto, año de parto, sexo de la cría y biotipo de la hembra (SAS, 1993). Para PD, se incluyó días al destete como covariable. Las interacciones entre tipo de parto, sexo de la cría, número de parto, biotipo y año de parto de la oveja no fueron significativas para las características de crecimiento estudiadas ( $P > 0.25$ ), por lo que se eliminaron del modelo final.

## 6.7 Análisis genético para características de crecimiento

La estimación de los componentes de (co)varianza y los parámetros genéticos, se obtuvieron a partir de tres modelos mixtos, mediante la metodología de Máxima Verosimilitud Restringida (REML), utilizando el paquete computacional ASREML versión 1.10 (Guilmour *et al.*, 2001). El modelo 1 consideró como único efecto aleatorio al efecto genético aditivo del cordero; el modelo 2, fue igual al modelo 1 más el efecto genético aditivo materno; y el modelo 3, es igual al modelo 2 adicionando el efecto de ambiente permanente materno. En estos modelos las covariables entre efectos aditivos directos y maternos se consideraron diferentes a cero. Los modelos representados son:

$$Y = Xb + Z_1a + e \quad \text{(Modelo 1)}$$

$$Y = Xb + Z_1a + Z_2m + e \quad \text{(Modelo 2)}$$

$$Y = Xb + Z_1a + Z_2m + Wap + e \quad \text{(Modelo 3)}$$



Donde:

$Y$  = Vector de observaciones para las características de crecimiento: PN, PD, GDP

$\mathbf{b}$  = Vector de efectos fijos (año de parto, número de parto, sexo de la cría, tipo de parto y días al destete para PD)

$\mathbf{a}$  = Vector de efecto genético aditivo del cordero

$\mathbf{m}$  = Vector genético aditivo materno

$\mathbf{ap}$  = Vector de ambiente permanente materno

$\mathbf{X}, \mathbf{Z}, \mathbf{W}$ , son matrices de incidencia que relacionan las observaciones con  $\mathbf{b}, \mathbf{a}, \mathbf{ap}$  respectivamente

$\mathbf{e}$  = Vector de efectos residuales aleatorios.  $N \sim D(0, \sigma^2)$

Las varianzas de los efectos aleatorios fueron definidas como:

$$\text{Var} \begin{pmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{m} \\ \mathbf{ap} \\ \mathbf{e} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A\sigma_a^2 & A\sigma_{am} & 0 & 0 \\ A\sigma_{am} & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{ap}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{pmatrix}$$

donde:  $A$  es la matriz de relaciones genéticas aditivas;  $\sigma_a^2$  es la varianza del efecto genético aditivo directo;  $\sigma_m^2$  es la varianza del efecto genético aditivo materno;  $\sigma_{am}$  es la covarianza entre efectos genéticos aditivos directos y maternos;  $\sigma_{ap}^2$  es la varianza del efecto de ambiente permanente materno;  $\sigma_e^2$  es la varianza residual, que representa a los efectos de ambiente temporal y efectos no conocidos y finalmente  $I$  son matrices de identidad de orden apropiado.

Para determinar la importancia de incluir otro efecto aleatorio en el modelo final, se realizó la Prueba de Razón de Verosimilitud (Meyer, 1992). Esto es,  $-2(\text{Log de Verosimilitud del modelo completo} - \text{Log de Verosimilitud del modelo reducido})$ .

Asumiendo que la diferencia entre los modelos se distribuyen con distribución Ji-cuadrada con  $n-1$  grados de libertad que corresponden a la diferencia en el número de parámetros entre ambos modelos (Mandal *et al.*, 2006). Utilizando un nivel de significancia de 0.05, se asumió que la convergencia del modelo se presentó cuando los cambios en el logaritmo de verosimilitud fueron menores a  $10^{-4}$  en dos iteraciones consecutivas.

Se utilizaron todas las relaciones familiares conocidas en la base de datos (1773 animales incluyendo la población base), para calcular el coeficiente de consanguinidad individual mediante el procedimiento PROC INBREED (SAS, 1993). El índice de consanguinidad promedio por año ( $\Delta F$ ) se estimó como  $1/(2Ne)$ , mientras que el tamaño efectivo de la población ( $Ne$ ) fue calculado como  $\frac{4N_mN_h}{N_m+N_h}$ , donde  $N_m$  es el número de machos y  $N_h$  es el número de hembras (Van Vleck, 1987).

### 6.8 Estimación de parámetros genéticos

La varianza fenotípica se obtuvo de la suma de los componentes de varianza de efectos genéticos aditivos directos y maternos; de la varianza debida a efectos ambientales permanentes maternos y de la varianza residual.

La heredabilidad aditiva directa ( $h^2_a$ ) se estimó a partir de la relación  $h^2_a = \hat{\sigma}_a^2 / \hat{\sigma}_F^2$ , la heredabilidad materna ( $h^2_m$ ) se estimó como:  $h^2_m = \hat{\sigma}_m^2 / \hat{\sigma}_F^2$  mientras que la proporción de la varianza fenotípica debida a la varianza de los efectos de ambiente materno, se estimó a partir de  $c^2 = \hat{\sigma}_{ap}^2 / \hat{\sigma}_F^2$ .

La correlación genética ( $r_g$ ) se estimó como la raíz cuadrada de la proporción de la raíz cuadrada del producto la varianza de efectos genéticos aditivos directos de la primera característica con la segunda, utilizando un modelo trivariado similar al Modelo 1, donde los valores iniciales de las covariables entre efectos aditivos directos de la primera característica con la segunda, se tomaron de los modelos anteriores.

La correlación genética ( $r_{am}$ ) entre los efectos genéticos aditivos directos y maternos se estimó como la raíz cuadrada de la proporción del producto la varianza de efectos genéticos aditivos directos ( $\sigma_m^2$ ) y maternos ( $\sigma_a^2$ ), utilizando un modelo que incluyó los efectos genéticos aditivos directos y maternos (modelo 2).

## 7. RESULTADOS

El número de animales, así como el coeficiente de consanguinidad durante el periodo 1991-2006 se presentan en la Cuadro 4.

Cuadro 4. Número de animales, así como el coeficiente de consanguinidad durante el periodo 1991-2006

	N	% del total	Consanguinidad promedio
Número total de animales	1773	100.00	$5.98 \times 10^{-05}$
Consanguíneos	73	4.12	0.11
No consanguíneos	1700	95.88	0.00
Número de animales sin sementales	364	20.53	-
Número de animales sin hembras	308	17.37	-

n= número de observaciones

En las Figuras 1 y 2, se presenta la consanguinidad promedio por año ( $\Delta F$ ) y el tamaño efectivo de la población ( $N_e$ ) durante el periodo 1991-2006, respectivamente.

Figura 1. Consanguinidad promedio por año ( $\Delta F$ ) durante el periodo 1991-2006

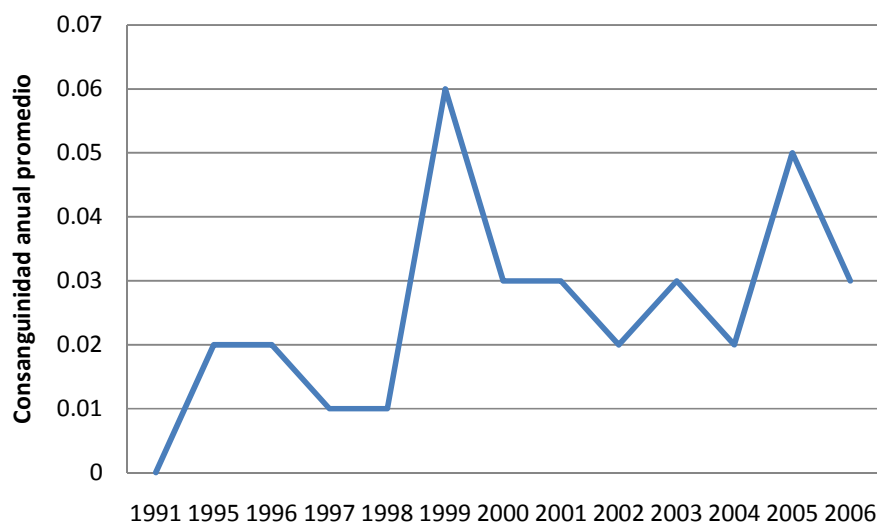
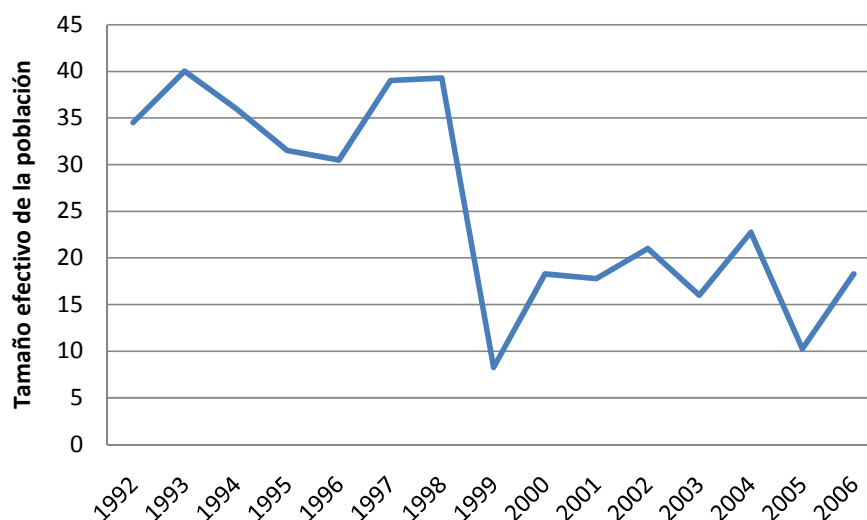


Figura 2. Tamaño efectivo de la población ( $N_e$ ) durante el periodo 1991-2006



El Cuadro 4, muestra que solamente el 4.12% del total de los animales fueron consanguíneos en cierto grado. La  $\Delta F$  aumentó de 0.00 en el año 1990 a 0.02 en el 2003. Los mayores valores de consanguinidad promedio por año ( $\Delta F$ ) se registraron en los años 1999 y 2005, donde también se registraron el menor tamaño efectivo de la población ( $N_e$ ).

El Cuadro 5, se observa la estadística descriptiva para las características de crecimiento estudiadas.

**Cuadro 5. Media, error estándar, valor mínimo y máximo y coeficiente de variación para las características de peso al nacimiento, al destete, ganancia diaria predestete y días al destete en una población ovina criolla de Chiapas**

Característica	n	$\bar{x}$	EE	MIN	MAX	CV (%)
Peso al nacimiento (kg)	1450	2.48	0.01	0.75	4.40	21.13
Peso al destete (kg)	1251	8.96	0.07	3.30	18.00	28.37
Ganancia diaria predestete (g)	1251	74.8	0.08	13.8	230.5	25.08
Días al destete	1251	88.98	0.63	19	184	25.07

El PN, PD y GDP fué  $2.48 \pm 0.52$  kg,  $8.97 \pm 2.54$  kg y  $6.44 \pm 2.45$  g, respectivamente bajo las condiciones ambientales de los Altos de Chiapas y de manejo en el CUITT.

En el Cuadro 6, se muestran los cuadrados medios de los efectos ambientales del modelo final. El Cuadro 7 presenta los promedios mínimos cuadrados de las características de crecimiento.

**Cuadro 6. Cuadrados medios de los efectos ambientales del modelo final para peso al nacimiento (PN)/kg, peso al destete (PD)/kg y ganancia diaria predestete (GDP)/g**

Fuente de variación	g.l.	PN	PD	GDP
Año de parto	15	1.05***	117.92***	20.1***
Sexo de la cría	1	5.32***	40.96***	2.29**
Biotipo de la madre	2	0.52*	8.99*	0.62
Tipo de parto	1	44.33***	79.83***	10.06***
Número de parto	4	10.76***	50.63***	2.77***
Días al destete	-	-	(1) 708.31***	-
Error		(1353) <sup>a</sup> 0.19	(1163) <sup>a</sup> 3.06	(1163) <sup>a</sup> 0.06
R <sup>2</sup>		0.29	0.41	0.33

g.l.: Grados de libertad, a: grados de libertad del Error, \*P<0.10, \*\*P<0.05, \*\*\*P<0.01

Se encontró evidencia estadística (P<0.10), que sugiere que existen diferencias debidas al biotipo de la madre para PN y PD, registrando crías nacidas con menor peso de ovejas del biotipo café y el mayor peso se observó en crías nacidas de ovejas del biotipo negro; mientras que en GDP no se encontró diferencia entre las crías de los tres biotipos. En el caso de año de parto se encontraron diferencias para las tres características de crecimiento (P<0.01), observándose mayor peso en los años de 1991, 1997 y 2000 para PN, GDP y PD, respectivamente; y el menor peso en 1999 para PN y 1995 para GDP y PD. En cuanto al sexo de la cría fue significativo para PN, PD (P<0.01) y GDP (P<0.05), observándose que los machos fueron 5% más pesados que las hembras para las tres características de crecimiento. El tipo de parto fue significativo (P<0.01) para las tres características de

crecimiento, al cual los corderos nacidos de parto simple fueron 41.53% más pesados al nacimiento comparados con los de parto múltiple. La diferencia observada a favor de los animales nacidos en parto simple disminuyó con la edad, siendo para PD y GDP de 13.90% y 18.73% respectivamente.

Con respecto al número de parto se encontraron diferencias estadísticas para todas las características de crecimiento ( $P < 0.001$ ), registrando el menor peso de crías hijos de ovejas primer parto; mientras que el mayor peso se observó en ovejas a partir del tercer parto para todas las características de crecimiento.

**Cuadro 7. Medias mínimas cuadráticas para peso al nacimiento (PN)/kg, peso al destete (PD)/kg y ganancia diaria predestete (GDP)/g de acuerdo al tipo de parto, al sexo de la cría, al número de parto de la oveja y biotipo de la madre**

Efecto		n	PN ± EE	N	PD ± EE	n	GDP ± EE
<b>Tipo de parto:</b>	<b>Múltiple</b>	127	1.83 ± 0.05 <sup>a</sup>	127	7.98 ± 0.22 <sup>a</sup>	127	64.60 ± 2.75 <sup>a</sup>
	<b>Sencillo</b>	1323	2.59 ± 0.02 <sup>b</sup>	1323	9.09 ± 0.08 <sup>b</sup>	1323	76.69 ± 0.95 <sup>b</sup>
<b>Sexo:</b>	<b>Hembra</b>	707	2.15 ± 0.03 <sup>a</sup>	606	8.34 ± 0.13 <sup>a</sup>	606	69.24 ± 1.61 <sup>a</sup>
	<b>Macho</b>	741	2.27 ± 0.03 <sup>b</sup>	643	8.73 ± 0.13 <sup>b</sup>	643	72.05 ± 1.60 <sup>b</sup>
<b>Número de parto:</b>	<b>1</b>	525	1.89 ± 0.03 <sup>c</sup>	421	7.90 ± 0.15 <sup>c</sup>	421	67.35 ± 1.83 <sup>b</sup>
	<b>2</b>	329	2.18 ± 0.03 <sup>b</sup>	300	8.54 ± 0.16 <sup>b</sup>	300	72.28 ± 1.98 <sup>ab</sup>
	<b>3</b>	238	2.32 ± 0.03 <sup>a</sup>	216	9.05 ± 0.17 <sup>a</sup>	216	75.28 ± 2.06 <sup>a</sup>
	<b>4</b>	158	2.30 ± 0.04 <sup>ab</sup>	139	8.87 ± 0.20 <sup>ab</sup>	139	71.40 ± 2.46 <sup>ab</sup>
	<b>5</b>	197	2.34 ± 0.04 <sup>a</sup>	172	8.31 ± 0.18 <sup>bc</sup>	172	66.91 ± 2.26 <sup>b</sup>
<b>Biotipo de la madre:</b>	<b>Blanca</b>	506	2.22 ± 0.03 <sup>ab</sup>	445	8.55 ± 0.13 <sup>ab</sup>	445	70.21 ± 1.61 <sup>a</sup>
	<b>Negra</b>	327	2.24 ± 0.03 <sup>a</sup>	287	8.69 ± 0.16 <sup>a</sup>	287	72.07 ± 1.73 <sup>a</sup>
	<b>Café</b>	549	2.17 ± 0.03 <sup>b</sup>	461	8.37 ± 0.14 <sup>b</sup>	461	69.65 ± 1.97 <sup>a</sup>

n: Número de observaciones.

Niveles con letras diferentes son estadísticamente diferentes (p<0.05)



De acuerdo a la prueba de razón de verosimilitud (Cuadro 8), el modelo más apropiado para PN y PD fué el que incluyó el efecto aditivo más el efecto materno (Modelo 2), mientras que para GDP el modelo solo incluyó el efecto aditivo.

**Cuadro 8. Prueba de razón de verosimilitud para cada efecto aleatorio bajo los tres diferentes modelos**

Característica	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Peso al nacimiento	-	<b>44.02**</b>	2.38
Peso al destete	-	<b>7.62**</b>	0.01
Ganancia diaria predestete	**	2.94	2.25

Modelo 1: efecto aditivo directo; modelo 2: efecto aditivo directo y efecto materno; modelo 3: efecto aditivo directo, efecto materno y efecto de ambiente permanente; \*\* P<0.01.

Los componentes de varianza se muestran en el Cuadro 9; mientras que los parámetros genéticos para las distintas características de crecimiento obtenidas bajo los tres diferentes modelos, se presentan en el Cuadro 10. Las correlaciones fenotípicas y genéticas entre las características de crecimiento, se detallan en el Cuadro 11.

**Cuadro 9. Componentes de varianza para peso al nacimiento (PN)/kg, peso al destete (PD)/kg y ganancia diaria predestete (GDP)/g en ovinos criollos de Chiapas**

Componente	PN			PD			GDP		
	Modelo			Modelo			Modelo		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
$\sigma_a^2$	0.07	0.02	0.02	0.69	0.28	0.34	0.0071	0.0041	0.0040
$\sigma_m^2$	.	0.05	0.03	.	0.27	0.08	.	0.0026	0.0013
$\sigma_{ap}^2$	.	.	0.01	.	.	0.24	.	.	0.0017
$\sigma_e^2$	0.14	0.14	0.13	3.21	3.24	3.18	0.04	0.04	0.04
$\sigma_p^2$	0.21	0.21	0.19	3.90	3.79	3.84	0.04	0.04	0.04

$\sigma_a^2$ = Varianza aditiva;  $\sigma_m^2$  = Varianza materna;  $\sigma_{ap}^2$ = Varianza de ambiente permanente;  $\sigma_e^2$ = Varianza del error;  $\sigma_p^2$ = Varianza fenotípica. Modelo 1: efecto aditivo directo; modelo 2: efecto aditivo directo y efecto materno; modelo 3: efecto aditivo directo, efecto materno y efecto de ambiente permanente.

**Cuadro 10. Heredabilidad aditiva directa ( $h^2_a$ ); heredabilidad Materna ( $h^2_m$ ) y proporción de la varianza de ambiente permanente ( $c^2$ ), para peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDP) para ovinos criollos de Chiapas**

	PN± E.E.			PD± E.E			GDP± E.E		
	Modelo			Modelo			Modelo		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
$h^2_a$	0.34±0.09	0.09±0.05	0.10±0.05	0.16±0.06	0.09 ± 0.05	0.09±0.06	0.14±0.06	0.08± 0.06	0.08±0.05
$h^2_m$	-	0.23±0.04	0.16± 0.06	-	0.07 ± 0.03	0.02±0.04	-	0.05± 0.03	0.03±0.04
$c^2$	-	-	0.07± 0.05	-	-	0.06±0.05	-	-	0.03±0.05

Modelo 1: efecto aditivo directo; modelo 2: efecto aditivo directo y efecto materno; modelo 3: efecto aditivo directo, efecto materno y efecto de ambiente permanente

**Cuadro 11. Correlaciones fenotípicas ( $r_p$ ), correlaciones genéticas ( $r_g$ ) y correlación genética entre efecto aditivo directo y efecto genético materno ( $r_{am}$ ) para peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDP)**

Característica	$r_{p\pm}$ E.E.	$r_{g\pm}$ E.E.	$r_{am\pm}$ E.E.
PN	-	-	-0.12± 0.03
PD	-	-	-0.78±0.14
GDP	-	-	-0.84±0.22
PN con PD	0.29±0.03	0.49±0.15	-
PN con GDP	0.10±0.03	0.38±0.17	-
PD con GDP	0.93±0.003	0.98±0.01	-

## 8. DISCUSIÓN

### 8.1 Efectos ambientales que afectan las características de crecimiento

Las diferencias observadas entre años se pueden deber a cambios en las condiciones climáticas que afectan directamente la cantidad y calidad de alimento a disposición de la madre y de la cría, composición de la leche, entre otras y que están asociados a cada año. Si bien se observa variación en el peso al nacimiento, este es similar entre 1991 y 2006. Por otro lado, se observó un 29% de mayor peso al destete en el mismo periodo. Estos resultados son similares a los encontrados en diferentes razas de ovinos; Mavrogenis *et al.* (1996) en ovejas de la raza Awassi; Peeters *et al.* (1996) en ovejas de las razas Suffolk y Flemish Milksheep y Yilmaz *et al.* (2007) en la raza Norduz.

En cuanto al efecto del sexo de la cría, se observó que los machos fueron 5% más pesados que las hembras, resultados similares encontrados entre crías de hembras y machos para las razas Flemish Milksheep, Suffolk, Menz, Muzaffarnagri, Pelibuey, Norduz, Merino. La diferencia entre sexos es atribuida al sistema hormonal presente en las hembras que ocasiona una disminución en la eficiencia de la utilización de energía para la disposición de carne, pues se estimula la síntesis de tejido graso que requiere un mayor aporte energético en comparación al tejido muscular (Carrillo *et al.*, 1987; Peeters *et al.*, 1996; Al-Shorepy *et al.*, 2002; Bores *et al.*, 2002; Campos, 2002; Mandal *et al.*, 2006; Gizaw *et al.*, 2007; Yilmaz *et al.*, 2007).

Los corderos de parto simple fueron 41.53% más pesados al nacimiento en comparación con los de parto múltiple; las diferencias entre los pesos al nacimiento y pesos pre-destete han sido mencionadas por Peeters *et al.* (1996) para corderos de la raza Flemish Milksheep y Suffolk; Martínez y Malagón (2005) en el ovino criollo colombiano; Carrillo *et al.* (1987) y Campos (2002) en corderos de la raza Pelibuey. Esto se puede deber a que al aumentar el número de corderos nacidos vivos, se presenta una mayor competencia por el alimento, reflejándose con menores ganancias diarias de peso individuales.

Con respecto a número de parto se encontraron diferencias estadísticas para todas las características de crecimiento, registrando los menores pesos las crías de primer parto mientras que el mayores pesos se observaron a partir del tercer parto, para todas las características de crecimiento. Según Okut *et al.* (1999), la diferencia entre el peso de las crías se debe a que las hembras de primer parto tienen una mayor demanda de energía, tanto para el crecimiento del feto, como para finalizar su desarrollo. Además, Peeters *et al.* (1996) y Matika *et al.* (2003a) encontraron que la habilidad materna, principalmente la producción de leche, es afectada por la edad de la madre, encontrándose un pico de producción de leche entre los 40 a 50 meses de edad de la hembra (3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> lactación), resultado encontrado en este estudio.

De acuerdo al biotipo de la madre se encontraron diferencias estadísticas para PN, las hembras con biotipo café registraron los menores pesos mientras que los mayores pesos se observaron para las crías del biotipo negro, tendencias similares se observaron para PD, mientras que en el caso de GDP no se encontró diferencia estadística debida al biotipo de la madre. Lo anterior coincide con lo mencionado por Quiroz *et al.* (2007a; 2007b), los cuales concluyen que los tres biotipos están estructurados genéticamente en tres poblaciones claramente diferenciadas.

## **8.2 Parámetros genéticos para las características de crecimiento**

### **Peso al nacimiento**

Los valores de  $h^2_a$ , dependen del modelo utilizado, con un rango de 0.09 a 0.34, coincidiendo con lo publicado por Safari y Fogarti (2003), para razas de doble propósito (Romanov, Dormer, Scottish Blackface y Afrino) estando los valores en un rango de 0.03 a 0.41.

La estimación con el efecto genético aditivo del animal la  $h^2_a$  fue de 0.34, valor similar a los encontrado por Gizaw *et al.* (2007), Bosso *et al.*(2007), Ligda *et al.* (2000) y Al-Shorapy (2002); para la raza Menz ( $0.46 \pm 0.014$ ), Djallonké ( $0.39 \pm 0.06$ ), Chios (0.38)

y ovinos de los Emiratos Árabes (0.38), respectivamente. Asimismo, Miraei-Ashtiani *et al.* (2007) utilizando un modelo animal, menciona una heredabilidad directa de  $0.33 \pm 0.05$  para la raza Sangsari. Por otro lado, Gizaw *et al.* (2007) utilizando un modelo similar informan una heredabilidad directa de  $0.46 \pm 0.01$ , para la raza Menz.

Al incluir el efecto materno, la  $h^2_a$  disminuyó un 26.5% y la  $h^2_m$  fue de 0.23. La  $h^2_a$  concuerdan con lo publicado por (Al-Shorepy, 2001) y (Mandal *et al.*, 2006). La  $h^2_m$  se encuentra dentro del rango de 0.18 a 0.23, que es mencionado por Hanford *et al.* (2006), para la raza Polypay; María *et al.* (1993) para la raza Romanov; Bromley *et al.* (2000) para las razas Columbia, Polypay, Rambouillet, y Targhee; Mandal *et al.* (2006) para la raza Muzaffarnagari, y Maniatis *et al.* (2002) para la raza Suffolk.

Al incluir tanto el efecto genético materno y la proporción del ambiente permanente materno, se redujo tanto la heredabilidad directa como la materna siendo los valores de 0.10, 0.16 y 0.07, respectivamente para  $h^2_a$ ,  $h^2_m$  y  $c^2$ . La  $h^2_a$  fue similar a la mencionada por Al-Shorepy (2001), Mandal *et al.*(2006), Okut *et al.* (1999), Ozcan *et al.* (2005) y María *et al.* (1993). La  $h^2_m$  calculada con el Modelo 3, es similar a la mencionada en la literatura (Al-Shorepy y Notter, 1996; Okut *et al.*, 1999; Bromley *et al.*, 2000; Ligda *et al.*, 2000; Cloete *et al.*, 2002; Mandal *et al.*, 2006; Maxa *et al.*, 2007).

El valor estimado para la  $c^2$ , se encuentra dentro del rango mencionado en la literatura (0.01 a 0.19) (Al-Shorepy y Notter, 1996; María y Ascaso, 1999; Okut *et al.*, 1999; Bromley *et al.*, 2000; Hanford *et al.*, 2006; Mandal *et al.*, 2006). Por su parte Cloete *et al.* (2001) y Neser *et al.*(2001), mencionan que la influencia de  $c^2$  sobre PN se debe a la influencia del útero y al efecto del parto múltiple. Asimismo, Duguma *et al.* (2002) mencionan que la exclusión de  $c^2$  da lugar a la sobrestimación de las estimaciones del  $m^2$ , particularmente para peso al nacimiento.

### **Peso al destete**

La  $h^2_a$  se encuentra en un rango de 0.09 a 0.16, coincidiendo con lo publicado por Safari *et al.* (2003; 2005), para razas de doble propósito (Romanov, Dormer, Scottish Blakface y Afrino), estando en un rango de 0.02 a 0.19.

La  $h^2_a$  en el modelo aditivo, fue de 0.16 Bibe, citado por Safari y Fogarty (2003), encontrando una heredabilidad de 0.18 para la raza INRA-401. Sin embargo, Al-Shorapy y Notter (1996) así como Bosso *et al.* (2007) encontraron heredabilidades superiores 0.24 y 0.39 para una raza compuesta (50% Dorset, 25% Rambouillet y 25% Finnsheep) y para la raza Djallonké, respectivamente.

Al agregar el efecto materno, la  $h^2_a$  disminuyó un 56.25%, mientras que la  $h^2_m$  fue de 0.07, siendo parecido a lo publicado por Ozcan *et al.* (2005) y Hanford *et al.* (2006) de 0.04 y 0.07 respectivamente para las razas Polypay y Merino Turco. Sin embargo, Miraei-Ashtiani *et al.* (2007), mencionan para la raza Sangsari tuvo una heredabilidad directa de  $0.17 \pm 0.05$ , y materna de 0.08

En el modelo que incluyó al efecto aditivo directo, materno y la proporción del ambiente permanente materno, la  $h^2_a$  no se modificó al incluir la  $c^2$ , sin embargo la  $h^2_m$  disminuyó un 33.33% al incluir la  $c^2$ . La  $c^2$  fue de 0.07, encontrándose dentro del rango de valores informados en la literatura: Hanford *et al.* (2003; 2005) menciona valores de 0.04 y 0.06 para la raza Polypay y Targhee respectivamente; por su parte Al-Shorapy y Notter (1996) encontraron un valor de 0.02 para ovinos de los Emiratos Árabes. Asimismo, Safari *et al.* (2003) menciona un rango de valores de (0.0 a 0.38) en ovinos productores de lana. Sin embargo, María *et al.* (1993) utilizando un modelo similar indica que la raza Romanov tuvo una  $h^2_m$  de 0.25 y una  $c^2$  de 0.

### **Ganancia diaria predestete**

La  $h^2_a$  para GDP, estuvo en un rango de 0.08 a 0.14, siendo cercanas a lo publicado por Safari *et al.* (2003), y Ozcan *et al.* (2005) para varias razas (Romanov, Dormer Merino, Baluchi, Polypay, Columbia, Targhee, Suffolk y Merino Turco) estando los valores en un rango de 0.04 a 0.26.

El modelo con sólo el efecto genético aditivo del animal la  $h^2_a$  fue de 0.14; este valor es similar a lo mencionado por Maxa *et al.* (2007) para ovinos de la raza Texel (0.14), Martínez y Malagón (2005) para ovinos criollos Colombiano (0.09 y 0.12) y Bromely *et al.* (2000) en la raza Targhee (0.16). No obstante, María *et al.* y Bromely *et al.* (1993; 2000) informan una  $h^2_a$  de 0.26 y 0.20 para la raza Romanov y Polypay respectivamente.

Al agregar el efecto materno, la  $h^2_a$  disminuyó un 57.14%, mientras que la  $h^2_m$  fue de 0.08, siendo este valor menor al mencionado por María *et al.* (1993) para la raza Romanov una  $h^2_m$  de 0.17 pero mayor al informado por Bromely *et al.* (2000) y Matika *et al.* (2003b) para las razas Columbia y Sabi respectivamente.

Por otro lado, la  $h^2_a$  no se modificó al incluir la  $c^2$ , sin embargo la  $h^2_m$  disminuyó un 60% al incluir la  $c^2$ . La  $c^2$  fue de 0.03, encontrándose dentro del rango de valores informados en la literatura (0.02-0.09) (María *et al.*, 1993; Bromley *et al.*, 2000; Matika *et al.*, 2003b). Por su parte Duguma *et al.* (2002), mencionan un rango de 0.26 a 0.34 de heredabilidad directa, de 0.04 a 0.10 para heredabilidad materna y 0.06 a 0.09 de proporción de ambiente de materno para la raza Merino.

La diferencia entre los parámetros está en función del modelo utilizado, resultados similares han sido mencionados por varios autores, concluyendo que se sobrestima la heredabilidad directa al ignorar el efecto materno (Meyer, 1992; María *et al.*, 1993; Bromley *et al.*, 2000; Al-Shorepy, 2001; Al-Shorepy *et al.*, 2002; Matika *et al.*, 2003b).

### 8.3 Correlaciones genéticas y fenotípicas

Las correlaciones fenotípicas en este estudio fueron:  $0.34 \pm 0.03$  para PN con PD,  $0.12 \pm 0.03$  para PN con GDP y  $0.93 \pm 0.003$  para PD y GDP. Mientras que las correlaciones genéticas aditivas fueron  $0.65 \pm 0.12$  para PN con PD,  $0.50 \pm 0.17$  para PN con GDP y  $0.97 \pm 0.02$  para PD y GDP; siendo estos resultados similares a los informados por otros autores (Gizaw *et al.*, 2007; Miraei-Ashtiani *et al.*, 2007). Sin embargo, Dixit *et al.* (2001), utilizando un modelo semental, menciona que el Merino Bharat, tuvo correlaciones fenotípicas negativas entre PN con PD y entre PN con GDP. Sugiriendo antagonismo entre las características de crecimiento.

La correlación entre efectos genéticos directos y maternos para las características de crecimiento, fueron en general de baja a media y consistentemente negativas, sugiriendo un posible antagonismo entre los genes aditivos del cordero y los genes de la madre que contribuyen al efecto materno. Para PN fue -0.12, siendo similar a lo informado en la literatura por Tosh y Kemp (1994), para la raza Romanov (-0.13), Okut *et al.* (1999) para la raza Polypay (-0.17). Por su parte Ligda *et al.* (2000), en la raza Chios indica un valor de (-0.44) y María *et al.* (1993) encontró en la raza Romanov un valor extremo de -0.99. Sin embargo, Naser *et al.* (2001) menciona una correlación positiva (0.35).

Para el peso al destete la correlación entre efectos genéticos directos y maternos fue -0.84, siendo mayor a la estimada por Maniatis y Pollot (2003) de -0.51, para la raza Suffolk, pero menor a la informada por María *et al.* (1993) de -0.98 para la raza Romanov y El Fadili *et al.* (2000) de -1.0 para la raza Timahditi.

En el caso de ganancia diaria predestete, la correlación entre efectos genéticos directos y maternos fue -0.78, este valor es similar al informado por Maxa *et al.* (2007) para ovinos de la raza Suffolk y Oxford -0.78 y -0.73, respectivamente; pero menor a la indicado por María *et al.* (1993) para ovinos de la raza Romanov (-0.99) y superior al mencionado por Bromely *et al.* (2000) en la raza Polypay (-0.12).



Hagger (1998) concluyó que la alta correlación entre efecto aditivo directo y el materno (de magnitud negativa), puede deberse al no incluir los efectos de rebaño-semental o año-semental en el modelo.

Por su parte Lewis y Beatson (1999), concluyeron que los valores negativos entre las correlaciones genéticas entre el efecto genético directo y materno para las características de crecimiento, se puede deber a un posible antagonismo entre los genes aditivos del cordero y los genes de la madre que contribuyen al efecto materno. Asimismo, mencionan que se puede deber al no incluir otros efectos en el modelo (número de sementales por hato), o por la falta de ajuste de alguna covarianza residual (tales como crecimiento del cordero y producción de leche de la madre).

## 9. CONCLUSIONES

Los efectos ambientales: año de parto, biotipo de la hembra, sexo, tipo de parto y número de parto son de importancia sobre las características de crecimiento en el ovino criollo de Chiapas.

El mejor modelo para PN y PD, incluye el efecto genético aditivo del cordero y el efecto genético aditivo materno, para GDP, sólo el efecto aditivo directo.

La heredabilidad directa fue de  $0.09 \pm 0.05$ ,  $0.09 \pm 0.05$  y  $0.14 \pm 0.06$  para PN, PD y GDP, respectivamente.

La heredabilidad materna fue de  $0.23 \pm 0.04$ ,  $0.07 \pm 0.03$  y  $0.05 \pm 0.03$  para PN, PD y GDP, respectivamente.

Las correlaciones genéticas aditivas entre las características de crecimiento, fueron positivas y estuvieron en un rango de intermedias a bajas.

Las correlaciones entre los efectos genéticos directos y genéticos maternos fueron negativas.

Se observó que existe variabilidad genética aditiva en el ovino criollo de Chiapas, para características de crecimiento y de esta manera se puede generar un programa de mejoramiento genético.

## 10. REFERENCIAS

1. Al-Shorepy SA. Estimates of genetic parameters for direct and maternal effects on birth weight of local sheep in United Arab Emirates. *Small Ruminant Research* 2001; 39:219-24.
2. Al-Shorepy SA, Alhadrami GA, Abdulwahab K. Genetic and phenotypic parameters for early growth traits in Emirati goat. *Small Ruminant Research* 2002; 45:217-23.
3. Al-Shorepy SA, Notter DR. Genetic variation and covariation for ewe reproduction, lamb growth and lamb scrotal circumference in a fall-lambing sheep flock. *Journal of Animal Science* 1996; 74:1490-8.
4. Arteaga CJ. La industria ovina en México. In., Series La industria ovina en México. AMCO; 2003.
5. Bedhiaf RS, Djemali M. New genetic parameters to exploit genetic variability in low input production systems. *Livestock Production Science* 2006; 99:119-23.
6. Bores QRF, Velázquez MA, Heredia AM. Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Técnica Pecuaria México* 2002; 40 (1):71-9.
7. Bosso NA, Cissé MF, Waaij EHvd et al. Genetic and phenotypic parameters of body weight in West African Dwarf goat and Djallonké sheep. *Small Ruminant Research* 2007; 67 (2-3):271-8.
8. Boujenane I. Development of the DS synthetic breed of sheep in Morocco ewe reproduction and lamb preweaning growth and survival. *Small Ruminant Research* 2002; 45:61-6.

9. Bourdon RM. Understanding Animal Breeding. 1 ed. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc.; 1997.
10. Bromley CM, Snowdert GD, Van Vleck LD. Genetic parameters among weight, prolificacy, and wool traits of Columbia, Polypay, Rambouillet, and Targhee sheep. *Journal of Animal Science* 2000; 78:846-58.
11. Butzer WK. Cattle and sheep from old to new spain: Historical Antecedents. *Ann. of the association of American Geographers* 1988; 78 (1):29-56.
12. Campos MGR. Diferencia esperada en la progenie para peso al destete de ovinos pelibuey, usando el modelo animal en una explotación semiintensiva [Tesis de Maestría]. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México; 2002.
13. Carrillo AL, Velázquez MA, Ornelas GT. Algunos factores ambientales que afectan el peso al nacer y al destete de corderos Pelibuey. *Técnica Pecuaria México* 1987; 25:289-95.
14. Castro GH, Perezgrovas R, Campos MG et al. Genetic parameters for fleece quality assessed by an ancient Tzotzil indigenous evaluation system in Mexico. *Small Ruminant Research* 2008; 74 (1-3):107-12.
15. Cloete SWP, Greeff JC, Lewer R. Environmental and genetic aspects of survival liveweight in Western Australian Merino sheep. *South African Journal of Animal Science* 2001; 31 (2):123-30.
16. Cloete SWP, Scholtz JA, Guilmour AR et al. Genetic and environmental effects on lambing and neonatal behaviour of Dormer and SA Mutton Merino lambs. *Livestock Production Science* 2002; 78:183-93.
17. Da Gama LT. Melhoramiento genético animal. Lisboa: Editora escolar; 2002.

18. De Lucas TJ. Razas ovinas lanadas en la producción de carne en México. In 1ª Semana nacional de Ovinocultura, 4 de agosto. Tulancingo Hidalgo 2006.
19. De Lucas TJ. Situación y perspectiva de la producción de carne ovina en México. In: Memorias. VIII Curso bases de la cría ovina series situación y perspectiva de la producción de carne ovina en México. Pachuca, Hidalgo: AMTEO; 2005.
20. Dixit SP, Dhillon JS, Singh G. Genetic and no genetic parameter estimates for growht traits of Barat Merino lambs. *Small Ruminant Research* 2001; 42:101-4.
21. Djemali R, Alolulou R, Sassi MB. Adjustment factors and genetic and phenotypic parameters for growth traits of Barbarine lambs in Tunisia *Small Ruminant Research* 1994; 13:41-7.
22. Duguma G, Schoeman SJ, Cloete SWP et al. Genetic parameter estimates of early growth traits in the Tygerhoek Merino flock. *South African Journal of Animal Science* 2002; 32 (2):66-75.
23. El Fadili M, Michaux C, Detilleuxb J et al. Genetic parameters for growth traits of the Moroccan Timahdit breed of sheep. *Small Ruminant Research* 2000; 37:203-8.
24. Esteban MC, Tejón TD. Catálogo de razas autóctonas españolas. Madrid, España. : Ministerio de Agricultura, Pesca y Producción de Alimentos. ; 1985.
25. Falconer DS, Mackay TFC. Introducción a la genética cuantitativa. Zaragoza, España: Editorial Acribia; 1996.

26. Flores SC. Estimación de parámetros genéticos para características de crecimiento y reproducción en ovinos Suffolk [Tesis de Maestría]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2006.
27. García EE. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. In., Series Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México: Instituto de Geografía UNAM; 1981; p. 246.
28. Gbangboche AB, Adamau-Ndiaye M, Youssao AKI et al. Non-genetic factors affecting the reproduction performance, lamb growth and productivity indices of Djallonke sheep. *Small Ruminant Research* 2006a; 64:133-42.
29. Gbangboche AB, Youssao AKI, Senou M et al. Examination of non-genetic factors affecting the growth performance of Djallonke sheep in soudanian zone at the Okpara breeding farm of Benin. *Tropical Animal Health Production* 2006b; 38:55-64.
30. Gizaw S, Lemma S, Komen H et al. Estimates of genetic parameters and genetic trends for live weight and fleec traits in Menz sheep. *Small Ruminant Research* 2007; 70 (2-3):145-53.
31. Gómez QJM. Perspectivas de desarrollo ovino en el Estado de Chiapas [Tesis de Licenciatura]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 1978.
32. Guilmour AR, Cullis BR, Welliam SJ et al. ASREML. In: Reference manual. Series ASREML. Harpenden, U.K: IACR-Rothamsted Exp. Station; 2001.
33. Hagger C. Litter, permanent environmental, ram-flock, and genetic effects on early weight gain of lambs. *Journal of Animal Science* 1998; 76:452-7.

34. Hanford KJ, Van Vleck LD, Snowder GD. Estimates of genetic parameters and genetic change for reproduction, weight, and wool characteristics of Targhee sheep. *Journal of Animal Science* 2003; 81:630–40.
35. Hanford KJ, Van Vleck LD, Snowder GD. Estimates of genetic parameters and genetic trend for reproduction, weight, and wool characteristics of Polypay sheep. *Livestock Production Science* 2006; 102:72-82.
36. Hanford KJ, Van Vleck LD, Snowder GD. Estimates of genetic parameters and genetic trend for reproduction, weight, and wool characteristics of Rambouillet sheep. *Small Ruminant Research* 2005; 57:175-86.
37. Hanrahan JP. Genetic and non-genetic factors affecting lamb growth and carcass quality. In: SPDTR Centre, editor., *Series Genetic and non-genetic factors affecting lamb growth and carcass quality*. Athenry, Co. Galway 1999.
38. Hansen C, Shrestha JNB. 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.
39. INEGI. Anuario de Estadístico del estado de Chiapas. In., *Series Anuario de Estadístico del estado de Chiapas*. México; 2001.
40. Lewis RM, Beatson PR. Choosing maternal-effect models to estimate (co)variances for live and fleece weight in New Zealand Coopworth sheep. *Livestock Production Science* 1999; 58:137-50.
41. Ligda C, Gabriilidis G, Papadopoulos T et al. Investigation of direct and maternal genetic effects on birth and weaning weight of Chios lambs. *Livestock Production Science* 2000; 67 75–80.

42. Mandal A, Naser FWC, Rout PK et al. Estimation of direct and maternal (co)variance components for pre-weaning growth traits in Muzaffarnagari sheep. *Livestock Production Science* 2006; 99:79-89.
43. Maniatis N, Pollott GE. The impact of data structure on genetic (co)variance components of early growth in sheep, estimated using an animal model with maternal effects. *Journal of Animal Science* 2003; 81:101-8.
44. Maniatis N, Pollott GE. Nuclear, cytoplasmic, and environmental effects on growth, fat, and muscle traits in Suffolk lambs from a sire referencing scheme. *Journal of Animal Science* 2002; 80:57-67.
45. María GA, Ascaso MS. Litter size, lambing interval and lamb mortality of Salz, Rasa Aragonesa, Romanov and F1 ewes on accelerated lambing management. *Small Ruminant Research* 1999; 32:167-72.
46. María GA, Boldman KG, Van Vleck LD. Estimates of variances due to direct and maternal effects for growth traits of Romanov sheep. *Journal of Animal Science* 1993; 71:845-9.
47. Martínez R, Malagón S. Caracterización fenotípica y genética del ovino criollo colombiano. *Archivos de Zootecnia* 2005; 54:341-8.
48. Matika O, Van Wyk JB, Erasmus GL et al. A description of growth, carcass and reproductive traits of Sabi sheep in Zimbabwe. *Small Ruminant Research* 2003a; 48:119-26.
49. Matika O, van Wyka JB, Erasmusa GJ et al. Genetic parameter estimates in Sabi sheep. *Livestock Production Science* 2003b; 79 17-28.



50. Mavrogenis AP. Estimates of environmental and genetic parameters influencing milk and growth traits of Awassi sheep in Cyprus. *Small Ruminant Research* 1996; 20:141-6.
51. Maxa J, Norberg E, Berg P et al. Genetic parameters for growth traits and litter size in Danish Texel, Shropshire, Oxford Down and Suffolk. *Small Ruminant Research* 2007; 68 (3):312-7.
52. Méndez GAC. Determinación de la correlación existente entre producción de leche y las características internas de la ubre, en ovejas del biotipo Chiapas [Tesis de Licenciatura]. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas FMVZ-UNACH; 2006.
53. Meyer K. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. *Livestock Production Science* 1992; 31:179-204.
54. Miraei-Ashtiani SR, Reza SSA, Moradi SM. Variance components and heritabilities for body weight traits in Sangsari sheep, using univariate and multivariate animal models. *Small Ruminant Research* 2007; 73 (1-3):109-14.
55. Montaldo VHH, Barría PN. Mejoramiento genético de animales. *Ciencia al Día* 1998; 1 (2):1-19.
56. Mrode RA. *Linear models for the prediction of animal breeding values*. 2a ed. Cambridge, MA: CABI Publishing; 2005.
57. Nahed TJ. Alternativas para el desarrollo de sistemas de producción ovina sostenible en los Altos de Chiapas [Tesis Doctoral]. México, D.F. : Universidad Nacional Autónoma de México; 1999.
58. Naser FWC, Erasmus GL, van Wyk JB. Genetic parameter estimates for pre-weaning weight traits in Dorper sheep. *Small Ruminant Research* 2001.

59. Okut H, Bromley CM, Van Vleck LD et al. Genotypic expression with different ages of dams: III. Weight Traits of Sheep. *Journal of Animal Science* 1999; 77:2372-8.
60. Ozcan M, Ekiz B, Yilmaz A et al. Genetic parameter estimates for lamb growth traits and greasy fleece weight at first shearing in Turkish Merino sheep. *Small Ruminant Research* 2005; 56:215-22.
61. Pedraza P, Peralta LM, Perzgrovos GR. El borrego Chiapas: una raza local mexicana de origen español. *Archivo de Zootecnia* 1992; 41:355-62.
62. Peeters R, Kox G, Van Isterdale J. Environmental and maternal effects on early postnatal growth of lambs of different genotypes. *Small Ruminant Research* 1996; 19:45-53.
63. Peralta LM. Determinación de la curva de lactación en la oveja Chiapas y de los factores que la afectan [Tesis de Maestría]. Cuautitlan Izcalli, Edo. de México: UNAM; 2000.
64. Peralta LM, Trejo GAA, Pedraza VP et al. Factors affecting milk yield and lactation curve fitting in the creole sheep of Chiapas-Mexico. *Small Ruminant Research* 2005; 58:265-73.
65. Peralta ML, Sánchez ME, Pedraza VP. Principales problemas reproductivos en los machos ovinos del biotipo Chiapas. In., Series Principales problemas reproductivos en los machos ovinos del biotipo Chiapas. Acapulco Gro., México: AMMVEB, A.C; 2002.
66. Perezgrovos GR. Antecedentes históricos. In: R Perezgrovos Garza, editor, translator and editor *Los carneros de San Juan Ovinocultura indígena en los Altos de Chiapas*. 3 edn. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México:

Universidad Autónoma de Chiapas, Instituto de Estudios Indígenas; 2004a; p. 23-63.

67. Perezgrovas GR. Comparación de recursos genéticos: el borrego Chiapas (México) y las razas autóctonas de origen español. Archivos de Zootecnia 1998; 47:425-30.
68. Perezgrovas GR. Los carneros de San Juan, ovinocultura indígena en Los Altos de Chiapas. 3 ed. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas, Instituto de Estudios Indígenas; 2004b.
69. Quiroz J, Martínez A, Landi V et al. Relación genética de la raza ovina de Chiapas con algunas razas ovinas Españolas. Archivo de Zootecnia 2007a; 56 (1): 441-7.
70. Quiroz J, Martinez AM, Zaragoza L et al. Genetic characterization of the autochthonous sheep populations from Chiapas, Mexico. Livestock Production Science 2007b; En prensa.
71. Quiroz VJ, Zaragoza ML, Martínez MA et al. Caracterización genética del borrego Chiapas. In., Series Caracterización genética del borrego Chiapas. CYTED-Chiapas: VI Simposio Iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogenéticos; 2005.
72. Román PSI. Estimación de componentes de varianza y covarianza en una población multirracial de ganado bovino dentro de un sistema de doble propósito en el trópico Mexicano [Maestría]. México D.F.: UNAM; 2006.
73. Safari A, Fogarty NM. Genetic parameters for sheep: estimates from the literature. In. Vol. Technical Bulletin 49, Series Genetic Parameters for Sheep:

Estimates from the Literature. NSW Agriculture and Australian Sheep Industry CRC; 2003.

74. Safari E, Fogarty NM, Gilmur AR. A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep Livestock Production Science 2005; 92:271-89.
75. SAGARPA. Informe sobre la situación de los recursos genéticos pecuarios (RGP) de México 200730 de mayo 2007].
76. SAGARPA. Sistema integral de información agroalimentaria y pesquera 2006 [citado 2007 14 Agosto].
77. SAGARPA. Sistema integral de información agroalimentaria y pesquera 2005 [citado 2007 14 Agosto].
78. Sarmiento T, Perezgrovas G. Caracterización Fenotípica de la Oveja Criolla de Los Altos de Chiapas. In Memorias. III Congreso Nacional de Producción Ovina. Tlaxcala, México: Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura; 1990. 35-9 p.
79. SAS. SAS/STAT User's Guide. In. 6.03 end., Series SAS/STAT User's Guide. Cary, NC: SAS Institute, Inc.; 1993.
80. Shaat I, Galal S, Mansour H. Genetic trends for lamb weights in flocks of Egyptain Rahmani and Ossimi sheep. Small Ruminant Research 2004; 51:23-8.
81. Snyman MA, Erasmus GJ, van Wyk JB. Non-genetic factors influencing growth and fleece traits in Afrino sheep. South African Journal of Animal Science 1995; 25 (3):70-4.

82. Tosh JJ, Kemp RA. Estimation of Variance Components for Lamb Weights in Three Sheep Populations. *Journal of Animal Science* 1994; 72:1184-90.
83. Valencia PM. Obtención del valor genético predicho en animales incluyendo el efecto del medio ambiente permanente. *Acta Universitaria* 2003; 13 (3):47-56.
84. Van Vleck LD, Pollak EJ, Branford OEA. *Genetics for animal sciences*. New York W.H. Freeman and Company; 1987.
85. Yilmaz O, Denk H, Bayram D. Effects of lambing season, sex and birth type on growth performance in Norduz Lambs. *Small Ruminant Research* 2007; 68 (3):336-9.

# **ANEXO**

**Anexo 1. Razas presentes en México en el 2006\***

<b>Antigüedad</b>	<b>Raza</b>	<b>Difusión y condición actual</b>
Razas tradicionales con más de 20 años en el país	Rambouillet	Amplia, principalmente en el norte. Presencia estable
	Suffolk	Amplia y estable principalmente en el altiplano central
	Hampshire	
	Columbia	Limitada pero en expansión
	Pelibuey	Amplia y en crecimiento, principalmente en áreas tropicales
	Blackbelly	
	Criollas regionales del norte (amerinados)	Cada vez más localizadas o en desaparición
	Criollas regionales del centro, tipo Manchegas Churras, Negros, etc.	Muy localizadas o en desaparición
	Criollas regionales del sur tipo Lacha, Churra, etc. (Chiapas)	Local
Poly pay	Estática en vías de desaparecer	
Razas de reciente aparición	Dorset Americano	Reaparece y en expansión
	Dorset Australiano	Reaparece y en expansión
	Romanov	Reaparece y en expansión
	East Frisian	Nueva en expansión
	Suffolk australiano	Nueva
	Ille de France	Nueva en vías de desaparecer
	Charollais	Nueva en vías de desaparecer
	Katahdin	En expansión
	Sant Croix	Nueva
	Texel	Nueva en expansión
	Dorper	Nueva en expansión
	Merino Precoz (Sudafricano)	Nueva
	Damara	Nueva y estática
	Dorset Down	Nueva
	Redal Arcoat	Nueva en vías de desaparecer

\* De Lucas (2006).

**Anexo 2. Relación de machos/hembras en el presente estudio, de acuerdo al año, durante el periodo 1991-2006**

<b>Año</b>	<b>Número de sementales</b>	<b>Número de hembras</b>
<b>1991</b>	Desconocido	<b>55</b>
<b>1992</b>	<b>9</b>	<b>129</b>
<b>1993</b>	<b>8</b>	<b>152</b>
<b>1994</b>	<b>10</b>	<b>134</b>
<b>1995</b>	<b>11</b>	<b>115</b>
<b>1996</b>	<b>9</b>	<b>113</b>
<b>1997</b>	<b>9</b>	<b>147</b>
<b>1998</b>	<b>9</b>	<b>148</b>
<b>1999</b>	<b>3</b>	<b>30</b>
<b>2000</b>	<b>8</b>	<b>65</b>
<b>2001</b>	<b>6</b>	<b>65</b>
<b>2002</b>	<b>8</b>	<b>76</b>
<b>2003</b>	<b>5</b>	<b>59</b>
<b>2004</b>	<b>9</b>	<b>82</b>
<b>2005</b>	<b>8</b>	<b>33</b>
<b>2006</b>	<b>11</b>	<b>62</b>