

# Crecimiento predestete de corderos en sistemas intensivos de pastoreo y manejo reproductivo en el altiplano central de México\*

## Prewaning growth in lambs under intensive grazing and reproductive management systems in central Mexico

José de Lucas Tron\*\*  
Luis Alberto Zarco Quintero\*\*\*  
Everardo González Padilla\*\*\*  
Jorge Tórtora Pérez\*\*  
Alejandro Villa-Godoy\*\*\*  
Carlos Vásquez Peláez\*\*\*

### Abstract

To study factors affecting birth weight (BW), weight at 30 days and 60 d, data from 917 Columbia lambs were analyzed. Lambs were born in april (N-B) from yearly breeding, or in april-may (A-M), december-january (D-J) and august-september (A-S) from an every eight months breeding program (I-B). Ewes and lambs were grazed on irrigated grass-legume temperate pastures; lambs had access to creep feeding from 15 d of age. Fixed effects in the variance analysis were: ewe age; single or twin birth; sex and year or season of birth. Simple correlations were obtained between BW and weights at 30d and 60d and of these with ewe body condition. The BW ( $5.7 \pm 0.06$  kg) and weight at 30 d ( $15.0 \pm 0.17$  kg) in I-B were higher ( $P < 0.05$ ) than in N-B ( $5.5 \pm 0.06$  kg and  $13.8 \pm 0.17$  kg), without difference at 60 d ( $21.5 \pm 0.25$  kg vs.  $21.4 \pm 0.24$  kg, respectively). Single births and males were always heavier ( $P < 0.05$ ) from birth to 60 d. Year differences in N-B were not observed at birth or 60d ( $P > 0.05$ ), but were at 30d ( $14.7 \pm 0.22$  kg vs.  $13.2 \pm 0.18$  kg). I-B lambs born in D-J were always heavier ( $P < 0.05$ ):  $6.2 \pm 0.08$  kg,  $5.3 \pm 0.10$  kg and  $5.5 \pm 0.09$  kg;  $16.2 \pm 0.22$  kg,  $14.8 \pm 0.27$  kg and  $13.8 \pm 0.25$  kg;  $22.2 \pm 0.33$  kg,  $21.3 \pm 0.39$  kg and  $20.8 \pm 0.36$  kg for BW, 30 d and 60 d in D-J, A-M and A-S, respectively. Correlations between weights were always positive ( $P < 0.05$ ), and only in N-B was there negative correlation between ewe body condition and weight ( $P < 0.05$ ).

**Key words: SHEEP, PRODUCTION SYSTEMS, LAMB WEIGHT, GROWTH, COLUMBIA BREED.**

### Resumen

Para establecer factores que influyen en el peso al nacimiento (PN) a los 30 d y 60 días, se utilizaron los registros de 917 corderos Columbia, producto de un sistema de apareamiento anual (S-A) con partos en abril y uno cada ocho meses (S-I), con partos en abril-mayo (A-M), diciembre-enero (D-E) y agosto-septiembre (A-S), bajo condiciones de pastoreo intensivo en praderas irrigadas de clima templado. Desde los 15 días, los corderos

Recibido el 27 de junio de 2002 y aceptado el 24 de enero de 2003.

\* El presente escrito es producto de resultados parciales de la tesis de doctorado del primer autor.

\*\* Coordinación General de Investigación y Posgrado de la Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Carretera Cuautitlán-Teoloyucan s/n, Apartado Postal 25, CP 54700, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México.

\*\*\* Departamento de Reproducción Animal, Departamento de Producción Animal Rumiantes, Coordinación de Posgrado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

Correspondencia: José de Lucas Tron, Coordinación General de Investigación y Posgrado de la Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Carretera Cuautitlán-Teoloyucan s/n, Apartado Postal 25, CP 54700, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México, Tel. 5623.1835, E-mail: tronj@servidor.unam.mx

dispusieron de suplemento. En el análisis los efectos fijos incluyeron: Edad de la madre, tipo de parto, sexo y dentro de sistema, época o año. Se realizaron correlaciones lineales entre pesos al nacer 30 y 60 días y la condición corporal de las madres. El PN ( $5.7 \pm 0.06$  kg) y a 30 d ( $15.0 \pm 0.17$  kg) del S-I fue mayor ( $P < 0.05$ ) que del S-A ( $5.5 \pm 0.06$  kg y  $13.8 \pm 0.17$  kg), desapareciendo la diferencia a 60 d ( $21.5 \pm 0.25$  kg vs.  $21.4 \pm 0.24$  kg). Independientemente del sistema, los corderos únicos y los machos fueron más pesados del nacimiento a 60 días que los dobles o las hembras ( $P < 0.05$ ). El S-A no mostró diferencias entre años en PN o 60 días ( $P > 0.05$ ), pero sí a los 30 días ( $14.7 \pm 0.22$  kg vs.  $13.2 \pm 0.18$  kg). En el S-I, los nacidos en D-E fueron más pesados ( $P < 0.05$ ) al nacimiento 30 días y 60 días que A-M y A-S ( $6.2 \pm 0.08$  kg,  $5.3 \pm 0.10$  kg y  $5.5 \pm 0.09$  kg;  $16.2 \pm 0.22$  kg,  $14.8 \pm 0.27$  kg y  $13.8 \pm 0.25$  kg;  $22.2 \pm 0.33$  kg,  $21.3 \pm 0.39$  kg y  $20.8 \pm 0.36$  kg, respectivamente) ( $P < 0.05$ ). Las correlaciones entre pesos fueron positivas y sólo en S-A fueron negativas entre peso y condición de la madre ( $P < 0.05$ ).

**Palabras clave: OVINOS, SISTEMAS DE PRODUCCIÓN, PESO CORDEROS, CRECIMIENTO, RAZA COLUMBIA.**

## Introduction

In Mexico, ovine production has been characterized by being under the control of small rural producers, who are both poor and have very limited access to raw materials and modern technology. However, increased demand for lamb has exceeded domestic production, thus increasing dependence on imports, beside the effects upon internal sheep and lamb prices, both of which place them at approximately twice that observed for cattle. These market characteristics have created attractive opportunities for intensifying ovine production from start to finish, and have attracted investment in new types of production, such as grazing on irrigated pastures and finishing lambs under confinement relying heavily on the use of concentrates.<sup>1</sup>

Promotion and multiplication of profitable intensive ovine production units, has not received much support from reliable research generated within the country, especially that which could offer reference parameters for the planning and running of sustainable enterprises.

Among the components that make up animal production systems, breed is of special importance, given that its characteristics will determine, to a great extent, the objectives of the enterprise. Breeds, like systems, are dynamic, and are modified by selection processes, mainly for those parameters of productive importance, such that, when these are compared over time, significant changes can be found.<sup>2</sup> The current sheep breeds, whose objective is meat, or wool and meat production, base their efficiency on the reproductive and growth rates, as well as on feed conversion efficiency. Each of these characteristics can be affected by diverse factors that modify their expression. In the case of lamb growth from birth to weaning, it is well known that there are

## Introducción

México es un país cuya ovinocultura se ha caracterizado por estar en manos de pequeños productores rurales, pobres y con escaso acceso a insumos y tecnologías modernas. Sin embargo, el crecimiento de la demanda de carne ovina ha excedido marcadamente al demográfico, lo que ha implicado mayor dependencia de importaciones aparte de su efecto en los precios internos de los ovinos y su carne que los ubican en alrededor del doble de lo que se observa en bovinos. Estas características del mercado se han convertido en una oportunidad atractiva para intensificar los sistemas de producción, desde la cría hasta la finalización y han atraído la inversión a nuevas formas de producción en ovinos, donde se destacan los sistemas intensivos de cría en praderas de riego y la finalización de corderos en confinamiento, con dietas muy concentradas.<sup>1</sup>

La promoción del cabal aprovechamiento y la multiplicación de unidades de producción intensiva, han contado con muy escaso soporte de investigación confiable, generada en las condiciones del país, que ofrezcan parámetros de referencia para la planeación y operación sustentable de estas empresas.

Entre los componentes que constituyen a los sistemas de producción animal, la raza tiene una importancia especial, porque en sus características se fincan en buena medida los objetivos de la explotación. Las razas, como los sistemas, son dinámicos a través de los procesos de selección principalmente para los parámetros de importancia productiva, de tal manera que cuando se le compara en el tiempo se pueden encontrar cambios significativos.<sup>2</sup> Las razas ovinas actuales, cuyo objetivo es la producción de carne o lana y carne, basan su eficiencia en la tasa reproductiva, en la velocidad de crecimiento y en la eficiencia de conversión. Cada una de estas características puede ser afectada por diversos factores que modifican su expresión. En el caso del crecimiento de los

breed differences<sup>3</sup> as well as influence from environmental factors, such as: the age of the ewe, and its nutritional status at the end of gestation and during lactation, number of lambs born and sanitary conditions at birth, among others.<sup>4-7</sup> It is thus necessary to characterize and evaluate the different breeds found in Mexico. The objective of this study was to produce information concerning lamb growth, when grazing on irrigated pastures, under varying reproductive schemes. Specifically, this study evaluated the main environmental factors affecting preweaning growth in lambs from the Columbia breed.

## Material and methods

The study was carried out on a commercial farm located in Huamantla, in the state of Tlaxcala, Mexico, located specifically at 2 500 meters above sea level, with an average annual temperature of 13°C, varying from -4°C to 28°C, and average annual rainfall of 650 mm. Feeding consisted of diurnal grazing for eight to nine hours in aspersion-irrigated pastures containing alfalfa (*Medicago sativa*), orchard grass (*Dactylis glomerata*) and rye grass (*Lolium perenne*).

Information registered for 917 Columbia breed lambs from a two-year observational study was used. This compared two flocks of 180 ewes that were subjected to two different mating systems, one annual and one every eight months (intensive). In the first, births occurred in april of each year and corresponded to matings that took place in november. In the second, data were collected from three different birth periods, which were: april-may (mating during november-december), december-january (mating during july-august), and august-september (mating during march-april). Body condition was controlled for ewes, both before and at the moment of parturition, always being greater than three, as determined using the one to five scale proposed by Russell.<sup>8</sup> Due to the need to rebreed ewes under the intensive system, each of these received approximately 500 g/day of a mixed corn and soybean meal (86:14) supplement from parturition until the following mating period.

For the analysis, ewe information was classified according to age, dividing them into two groups: primiparous (1.5 years of age, on average) and multiparous adults (from 2.5 to 5 years of age). At birth, the following data was registered: type of birth (single or twin), lamb sex, ewe age, and date of birth. Lambs were identified and weighed at birth and then at 30 and 60 days of age. From day 15, lambs had access to creep feeding in their nightly enclosures; this consisted of an 85% corn, 13% soybean meal, 1.5% mineral salts and 0.5% sodium bicarbonate mixture.

corderos hasta el destete, se sabe que existen diferencias raciales<sup>3</sup> y la influencia de factores ambientales como: Edad de la madre, y su estado nutricional al final de la gestación y durante la lactancia, tipo de parto y estado sanitario, entre otros,<sup>4-7</sup> por lo que es necesario caracterizar y evaluar las diferentes razas del país. El objetivo de este trabajo fue aportar información sobre el crecimiento de corderos, derivados de sistemas de cría en praderas de riego, bajo diferentes intensidades de manejo reproductivo del rebaño. Específicamente se evaluó el efecto de los principales factores ambientales sobre el crecimiento predestete de los corderos en la raza Columbia.

## Material y métodos

El trabajo se realizó en una explotación comercial ubicada en la población de Huamantla, Tlaxcala, México, a 2 500 msnm, temperatura media anual de 13° con mínimas de -4°C y máximas de 28°C y precipitación pluvial anual de 650 mm. La base del sistema alimentario fue pastoreo diurno de ocho a nueve horas, en franjas de praderas de alfalfa (*Medicago sativa*) y pastos orchard (*Dactylis glomerata*) y rye grass (*Lolium perenne*) irrigadas por aspersion.

Se utilizaron los registros de 917 corderos de la raza Columbia, provenientes de un estudio de dos años de observación, que comparó dos rebaños de 180 ovejas cada uno, sometidos a distinto sistema de apareamiento: Uno anual y el otro cada ocho meses (intensivo). En el primero, los nacimientos ocurrieron en abril de cada año, correspondientes a un empadre de noviembre; mientras que en el intensivo se contó con datos de tres diferentes épocas de nacimiento, que correspondieron a abril-mayo (empadre de noviembre-diciembre), diciembre-enero (empadre de julio-agosto) y agosto-septiembre (empadre de marzo-abril). Se tuvo control de la condición corporal de las madres antes y al momento del parto, la cual fue invariablemente superior a tres de acuerdo a la escala (de uno a cinco) propuesta por Russell.<sup>8</sup> Debido a la necesidad de reempadrar las ovejas del sistema intensivo, se les suplementó con alrededor de 500 g/cabeza/día de una mezcla de maíz y pasta de soya (86:14) desde el parto hasta el siguiente empadre.

Para el análisis de la información las madres se clasificaron de acuerdo con su edad en dos grupos: Primíparas (1.5 años en promedio) y adultas con más de un parto (de 2.5 a 5 años). Al momento del parto se registró el tipo (sencillo o gemelar), el sexo de los corderos, la edad de la madre y la fecha de nacimiento. Los corderos se identificaron y pesaron al nacer, a los 30 y 60 días de edad. A partir de los 15 días de edad, los corderos dispusieron en el lugar de encierro nocturno de un área de exclusión (*creep feeding*), donde se les ofreció un suplemento compuesto por 85% de maíz quebrado, 13% de harina de soya, 1.5% de sales minerales y 0.5% de bicarbonato de sodio.

Initially an analysis of variance was used in which the main effects were considered to be: type of system, age, type of birth and sex, as well as all the possible interactions of two, three and four effects. Results indicated that the triple and quadruple interactions, as well as the double interactions between treatment and type of birth, treatment and sex, sex and age, and sex and type of birth, were not significant ( $P > 0.36$ ), and thus these were eliminated from further analysis. This allowed for the comparison between systems and information was analyzed using SAS-GLM.<sup>9</sup>

The same methodology was used to analyze lamb weight at birth, 30 and 60 days, within each system, including the season of birth effect. Given the correlation between weights in the same lamb, a repeated measures multivariate analysis was used, as suggested by Littell *et al.*<sup>10</sup> Information was analyzed using SAS-GLM<sup>9</sup> repeated measures with the following model:

$$Y_{ijklmno} = \mu + E_i + T_j + S_k + D_l + E^*D_{jl} + E^*T_{ij} + C_{(ijk)lm} + d_{(ijklm)} + P_n + P^*E_{in} + P^*T_{jn} + P^*S_{kn} + P^*D_{ln} + e_{(ijklmno)}$$

Where:

$Y_{ijklmno}$  = is a vector of the o-th aleatory observation of weight at birth, 30 and 60 days for the same individual, associated to the i-th season of birth, j-th type of birth (single or twin), k-th sex and to the l-th age of ewe (primiparous or adult), m-th lamb, at the n-th time of weighing,  $\mu$  is the population mean,  $E_i$  is the effect of the i-th season,  $T_j$  is the effect of the j-th type of birth,  $S_k$  is the effect of the k-th sex,  $D_l$  is the effect of the l-th age of ewe.

$C_{(ijk)lm}$  = repeated observation of the m-th lamb nested in the main effects, NID  $(0, d^2_c)$ .

$d_{(ijklm)}$  = restriction error due to aleatory nature of NID  $(0, d^2_d)$ .

$P_n$  = effect of the n-th time of weighing.

$P^*E_{in}$ ;  $P^*T_{jn}$ ;  $P^*S_{kn}$ ;  $P^*D_{ln}$ , = double interactions of the weighing effects with the main effects.

$E^*D_{jl}$ ;  $E^*T_{ij}$  = double interactions of age with type of birth.

$e_{(ijklmno)}$  = aleatory error, NID  $(0, d^2_e)$ .

It is worth mentioning that in the case of the annual system, the season effect is confused with the year effect. When analyzing this the same model was used for each of the systems.

Simple correlations were carried out for weights at birth, 30 and 60 days, and of these with ewe's body condition. Information was analyzed using SAS-CORR.<sup>9</sup>

## Results

The mean birth weight for the lambs was 5.72 kg, independent of the management system. Weight at

Inicialmente se utilizó un análisis de varianza considerando como efectos principales sistema, edad, tipo de parto y sexo, y todas las posibles interacciones de dos, tres y cuatro efectos. Los resultados indicaron que las interacciones triples y cuádruples, así como las interacciones dobles entre tratamiento y tipo de parto, tratamiento y sexo, sexo y edad, y sexo y tipo de parto, no mostraron significancia estadística ( $P > 0.36$ ), por lo cual se eliminaron de análisis. Esto permitió hacer la comparación entre sistemas. La información se analizó utilizando SAS-GLM.<sup>9</sup>

Con la misma metodología se analizó el peso de los corderos al nacimiento, 30 y 60 días dentro de cada sistema, incluyendo el efecto de época. Dada la correlación entre los pesos en el mismo individuo, se utilizó un análisis multivariado a partir de medidas repetidas como lo sugieren Littell *et al.*<sup>10</sup> La información se analizó utilizando SAS-GLM<sup>9</sup> medidas repetidas con el siguiente modelo:

$$Y_{ijklmno} = \mu + E_i + T_j + S_k + D_l + E^*D_{jl} + E^*T_{ij} + C_{(ijk)lm} + d_{(ijklm)} + P_n + P^*E_{in} + P^*T_{jn} + P^*S_{kn} + P^*D_{ln} + e_{(ijklmno)}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = vector de la o-ésima observación aleatoria de peso al nacimiento, 30 y 60 días del mismo individuo, asociada a la i-ésima época, al j-ésimo tipo de parto (sencillo o doble), al k-ésimo sexo y a la l-ésima edad (primipara o adulta), al m-ésimo cordero, al n-ésimo tiempo de pesaje,  $\mu$  es la media poblacional,  $E_i$  es el efecto de la i-ésima época,  $T_j$  es el efecto del j-ésimo tipo de parto,  $S_k$  es el efecto del k-ésimo sexo,  $D_l$  es el efecto de la l-ésima edad de la borrega.

$C_{(ijk)lm}$  = observación repetida del m-ésimo cordero anidado en los efectos principales, NID  $(0, d^2_c)$ .

$d_{(ijklm)}$  = error de restricción debido a la aleatorización NID  $(0, d^2_d)$ .

$P_n$  = efecto del n-ésimo tiempo de pesaje.

$P^*E_{in}$ ;  $P^*T_{jn}$ ;  $P^*S_{kn}$ ;  $P^*D_{ln}$ , = interacciones dobles del efecto de pesaje con los efectos principales.

$E^*D_{jl}$ ;  $E^*T_{ij}$  = dobles interacciones época con edad y con tipo de parto.

$e_{(ijklmno)}$  = error aleatorio, NID  $(0, d^2_e)$ .

Cabe mencionar que en el caso del sistema anual el efecto de época está confundido con el efecto de año. Para analizar aquél se utilizó el mismo modelo en cada uno de los sistemas.

Se realizaron las correlaciones lineales entre los pesos al nacer 30 y 60 días y éstas con condición corporal de la borrega. La información se analizó utilizando SAS-CORR.<sup>9</sup>

## Resultados

El peso promedio al nacimiento de los corderos fue de 5.72 kg, independientemente del sistema de manejo.

birth and at 30 days was greater in the intensive system than in the annual system ( $P < 0.05$ ) (Table 1). However, this difference disappeared by 60 days of age ( $P > 0.05$ ).

Table 2 shows the behavior of lamb weight in the annual system. The year was only significant ( $P < 0.05$ ) for weight at 30 days of age. Lambs born in single births were 20% heavier than those born in twin births ( $P < 0.05$ ), and this difference in weight continued at 30 and 60 days of age. In the same manner, males were heavier (5% to 7%) than females ( $P < 0.05$ ). Lambs born to adult ewes were significantly ( $P < 0.05$ ) heavier than those born to primiparous ewes and this difference was maintained up to 30 days of age, disappearing by 60 days of age ( $P > 0.05$ ). There was positive correlation ( $P < 0.05$ ) between birth weight and weight at 30 days of age ( $r = 0.62$ ) and at 60 days of age ( $r = 0.52$ ), as well as between 30 and 60 days of age ( $r = 0.83$ ). The body condition of the ewes showed significant correlations ( $P < 0.05$ ) with lamb weight at 30 and 60 days of age ( $r = -0.22$  and  $-0.13$ , respectively).

Lamb weight under the intensive system (Table 3) shows that the date of birth influenced weight, given that lambs born in december-january showed greater weights (15%) at birth, at 30 days of age (15%) and at 60 days of age (5%) than those born in the other seasons ( $P < 0.05$ ). Likewise, weight at 30 days of age was greater in lambs born in april than in those born in August ( $P < 0.05$ ). Regarding type of birth, as observed in the annual system, single birth lambs were heavier (18%) than twin birth lambs ( $P < 0.05$ ), a difference that was maintained at 30 and 60 days of age. Concerning sex, as in the other system, male lambs outweighed (6%) females ( $P < 0.05$ ) during the study period. Regarding the ewe's age, as

El peso al nacimiento y a los 30 días fue mayor en el sistema intensivo que en el anual ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 1). Sin embargo, esta diferencia desapareció a los 60 días ( $P > 0.05$ ).

El Cuadro 2 presenta el comportamiento del peso de los corderos del sistema anual. El año solamente fue significativo ( $P < 0.05$ ) sobre el peso a los 30 días de edad. Los corderos nacidos de parto sencillo fueron 20% más pesados que los gemelares ( $P < 0.05$ ) y la diferencia de peso entre tipos de parto continuó manifestándose a los 30 y 60 días de edad. De la misma forma, los machos fueron más pesados (5% a 7%) que las hembras ( $P < 0.05$ ). Las crías de hembras adultas nacieron significativamente más pesadas que las de madres primíparas ( $P < 0.05$ ), esta diferencia se mantuvo hasta los 30 días, desapareciendo a los 60 días de edad ( $P > 0.05$ ). Se encontró una correlación positiva ( $P < 0.05$ ) entre el peso al nacimiento y el peso a los 30 ( $r = 0.62$ ) y a los 60 días de edad ( $r = 0.52$ ), y entre 30 y 60 días ( $r = 0.83$ ). La condición corporal de las ovejas mostró correlaciones significativas ( $P < 0.05$ ) con el peso de los corderos a los 30 y 60 días de lactancia ( $r = -0.22$  y  $-0.13$ , respectivamente).

En el comportamiento del peso de los corderos del sistema intensivo (Cuadro 3), se aprecia que la fecha de nacimiento influyó sobre el peso, ya que los corderos nacidos en diciembre-enero mostraron mayores pesos (15%) al nacimiento, a los 30 días (15%) y a los 60 días de edad (5%) que los nacidos en las otras dos épocas ( $P < 0.05$ ). Asimismo, el peso a los 30 días de edad fue más elevado en los corderos nacidos en abril que en los de agosto ( $P < 0.05$ ). En el tipo de parto, de manera similar a lo ocurrido en el sistema anual, los corderos únicos nacieron más pesados (18%) que los dobles ( $P < 0.05$ ),

**Cuadro 1**  
 MEDIAS MÍNIMOCUADRÁTICAS ( $\pm$  S.E.\*) DE LOS PESOS AJUSTADOS DEL NACIMIENTO A LOS 60 DÍAS DE EDAD EN CORDEROS COLUMBIANOS DE ACUERDO AL SISTEMA DE APAREAMIENTO  
 LEAST SQUARE MEANS ( $\pm$  S.E.\*) OF THE ADJUSTED WEIGHTS FROM BIRTH TO 60 DAYS OF AGE IN COLUMBIA LAMBS ACCORDING TO BREEDING SYSTEM

System	n	Birth weight	n	Weight at 30 days	n	Weight at 60 days
Annual	416	5.5 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>	395	13.8 $\pm$ 0.17 <sup>b</sup>	391	21.4 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup>
Intensive	501	5.7 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	477	15.0 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>	469	21.5 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>: Different superscripts in each column indicate difference ( $P < 0.05$ ).

\*S.E.: Standard error.

**Cuadro 2**

MEDIAS MÍNIMO CUADRÁTICAS ( $\pm$  S.E.\*) DE LOS PESOS AJUSTADOS DEL NACIMIENTO A LOS 60 DÍAS DE EDAD EN CORDEROS COLUMBIA EN UN SISTEMA ANUAL DE APAREAMIENTO  
 LEAST SQUARE MEANS ( $\pm$  S.E.\*) FOR ADJUSTED WEIGHTS FROM BIRTH TO 60 DAYS OF AGE IN COLUMBIA LAMBS UNDER AN ANNUAL BREEDING SYSTEM

<i>Year and season of birth</i>	<i>n</i>	<i>Birth weight</i>	<i>n</i>	<i>Weight at 30 days</i>	<i>n</i>	<i>Weight at 60 days</i>
1999 (april-may)	178	5.5 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	173	14.7 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>	173	21.6 $\pm$ 0.34 <sup>a</sup>
2000 (april-may)	238	5.5 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	223	13.2 $\pm$ 0.18 <sup>b</sup>	218	21.1 $\pm$ 0.28 <sup>a</sup>
<i>Type of birth</i>						
Single	220	6.0 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	211	15.8 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>	210	23.7 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>
Twin	196	5.0 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>	184	12.1 $\pm$ 0.22 <sup>b</sup>	180	19.0 $\pm$ 0.35 <sup>b</sup>
<i>Sex</i>						
Males	205	5.7 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	197	14.3 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>	194	21.9 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>
Females	211	5.3 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	202	13.6 $\pm$ 0.17 <sup>b</sup>	200	20.8 $\pm$ 0.30 <sup>b</sup>
<i>Ewe age</i>						
Primiparous	24	5.3 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	23	13.6 $\pm$ 0.12 <sup>b</sup>	23	20.9 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>
Adults	392	5.7 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	372	14.3 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	368	21.8 $\pm$ 0.46 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>: Different superscripts in each column, for each factor, indicate difference ( $P < 0.05$ ).

\*S.E.: Standard error.

**Cuadro 3**

MEDIAS MÍNIMO CUADRÁTICAS ( $\pm$  S.E.\*) DE LOS PESOS AJUSTADOS DEL NACIMIENTO A LOS 60 DÍAS DE EDAD EN CORDEROS COLUMBIA, EN UN SISTEMA INTENSIVO DE APAREAMIENTO  
 LEAST SQUARE MEANS ( $\pm$  S.E.\*) FOR ADJUSTED WEIGHTS FROM BIRTH TO 60 DAYS OF AGE IN COLUMBIA LAMBS UNDER AN INTENSIVE BREEDING SYSTEM

<i>Season of birth</i>	<i>n</i>	<i>Birth weight</i>	<i>n</i>	<i>Weight at 30 days</i>	<i>n</i>	<i>Weight at 60 days</i>
April-may	160	5.3 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>	151	14.8 $\pm$ 0.27 <sup>b</sup>	149	21.3 $\pm$ 0.39 <sup>b</sup>
Dec.-january	178	6.2 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	174	16.2 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>	169	22.2 $\pm$ 0.33 <sup>a</sup>
August-september	163	5.5 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>	152	13.8 $\pm$ 0.25 <sup>c</sup>	151	20.8 $\pm$ 0.36 <sup>b</sup>
<i>Type of birth</i>						
Single	396	6.1 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	378	16.2 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	372	23.6 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>
Twin	105	5.2 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>	99	13.6 $\pm$ 0.26 <sup>b</sup>	97	19.8 $\pm$ 0.38 <sup>b</sup>
<i>Sex</i>						
Male	264	5.8 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	249	15.4 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>	244	22.1 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>
Female	238	5.5 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	229	14.4 $\pm$ 0.21 <sup>b</sup>	228	20.8 $\pm$ 0.31 <sup>b</sup>
<i>Ewe age</i>						
Primiparous	23	5.6 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	23	14.8 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>	23	21.5 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>
Adults	478	5.7 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	454	15.0 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	446	21.3 $\pm$ 0.43 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup>: Different superscripts in each column, for each factor, indicate difference ( $P < 0.05$ ).

\*S.E.: Standard error.



opposed to the annual system, lamb weights were not affected by this factor ( $P > 0.05$ ). Positive correlation ( $P < 0.05$ ) was found between weight at birth and at 30 days of age ( $r = 0.52$ ), at 60 days of age ( $r = 0.33$ ), as well as between 30 and 60 days of age ( $r = 0.61$ ). Ewe's body condition, under this system, did not show significant ( $P > 0.05$ ) correlations with lamb weight either at 30 or 60 days of age ( $r = -0.01$  and  $0.08$ , respectively).

## Discussion

Lamb weight from birth to weaning, and the factors that affect it, are part of the behavior that allows one to identify whether a breed is acting as it does in its native region and what possibilities exist for local producers to increase production based upon lamb growth.<sup>11</sup> The first prominent point derived from this study is the high average birth weight of lambs from this breed ( $5.72 \pm 0.03$  kg), which is above both national and international reports, both in this breed where weights ranging from 4.1 to 5 kg have been reported,<sup>12-14</sup> as well as in other important breeds found in Mexico that specialize in meat production,<sup>1</sup> such as the Suffolk or Hampshire breeds, in which birth weights are generally less than 5 kg.<sup>3,5,7,11,15-17</sup> Also of note, apart from birth weight, are weights reached at 30 and at 60 days of age ( $14.8 \pm 0.08$  kg and  $21.97 \pm 0.11$  kg, respectively), as well as daily weight gains of 271 g, which are slightly greater than those reported for the Columbia breed by Bromley *et al.*,<sup>13</sup> who mention 262 g up to the time of weaning.

Differences between systems were found for weight at birth and at 30 days of age, being greater in the intensive system. Reasons behind these differences could partly lie in the favorable behavior of lambs born in the december to january period under the intensive system, a season in which the area of study is free from rainfall and presents a very pleasant climate for lambs in their first week of life. In fact, this difference between systems disappears by 60 days of age. The rapid growth in the lambs is attributed to various effects, among which is the ewe's milk production.<sup>18-20</sup> Though this is affected by diverse factors, one of the most important is the ewe's weight and body condition at parturition. This is important for determining how she will stand up to the lactation phase, a period in which ewes usually lose weight and body condition, sometimes considerably so. It has been documented that ewes that gained up to 20% of their parturition weight during the last six weeks of gestation, produced twice as much milk, reached their lactation peak later and showed greater persistence, than those that did not gain weight or only gained 10% during this time.<sup>21</sup> It

manteniéndose la diferencia a los 30 y 60 días. En cuanto al efecto del sexo, como en el otro sistema, los corderos machos superaron (6%) a las hembras ( $P < 0.05$ ) durante el periodo estudiado. Respecto a la edad de la madre, a diferencia del sistema anual, se encontró que los pesos de los corderos no se vieron afectados por dicho factor ( $P > 0.05$ ). Se encontró una correlación positiva ( $P < 0.05$ ) entre el peso al nacimiento y el peso a los 30 ( $r = 0.52$ ) y a los 60 días de edad ( $r = 0.33$ ) y entre los 30 y 60 días ( $r = 0.61$ ). La condición corporal de la borrega en este sistema no mostró correlaciones significativas ( $P > 0.05$ ) con el peso de los corderos ni a los 30 ni a los 60 días ( $r = -0.01$  y  $0.08$ , respectivamente).

## Discusión

El peso de los corderos del nacimiento al destete y los factores que lo afectan, forman parte del comportamiento que permite identificar si la raza se comporta como en su lugar de origen y qué posibilidad tiene para los productores locales de incrementar la producción con el potencial de crecimiento de los corderos.<sup>11</sup> Como primer aspecto derivado de este estudio, destaca el alto peso promedio al nacimiento de los corderos de esta raza ( $5.72 \pm 0.03$  kg), lo que la coloca por encima de información nacional e internacional, tanto para la raza en la que se registran pesos de 4.1 a 5 kg,<sup>12-14</sup> como para otras razas especializadas en la producción de carne con presencia significativa en México,<sup>1</sup> como la Suffolk o la Hampshire, en las que los pesos al nacimiento son en general inferiores a los 5 kg.<sup>3,5,7,11,15-17</sup> Destacan también, además del alto peso al nacimiento, los alcanzados a los 30 días con  $14.8 \pm 0.08$  kg, y a los 60 días de edad con  $21.97 \pm 0.11$  kg, así como las ganancias diarias de peso de 271 g, ligeramente superiores a lo informado para la raza Columbia por Bromley *et al.*<sup>13</sup> hasta el destete con 262 g.

Se encontraron diferencias entre los sistemas en el peso al nacimiento y a los 30 días de nacidos, siendo mayores en el sistema intensivo. Las explicaciones de estas diferencias pueden radicar, por un lado, en el hecho de mejor comportamiento observado en los corderos nacidos en el periodo de diciembre-enero del sistema intensivo, época que en esta zona es libre de lluvias, con clima y ambiente muy favorable para los corderos en sus primeras semanas de vida; de hecho, la diferencia entre sistemas desaparece en el peso a los 60 días. El rápido crecimiento de los corderos se atribuye a diversos efectos, entre ellos la producción de leche de la madre,<sup>18-20</sup> la cual si bien es afectada por diversos factores, uno de los más importantes es el relacionado con el peso y la condición corporal al parto de la oveja, que le permita afrontar la lactancia, periodo en el que usualmente las ovejas pierden peso y condición y esta pérdida puede ser considerable. Se ha documentado que ovejas que en las últimas seis semanas de gestación ganaron hasta 20% del peso al

this study, ewe condition at parturition was very homogenous and high; therefore, conditions were very favorable for the expression of milk capacity in the mothers.

It is known that though body condition is a subjective measure, it is considered to be a good indicator of body fat.<sup>22</sup> Regardless of the system, body condition at parturition was around 3.5 (on a 1 to 5 scale), and though it fell during lactation it never reached a score of one, even in those ewes that were feeding twins. This study proves the loss of condition that occurs in animals during lactation under an annual system. However, under the intensive system no changes in condition were observed, possibly due to the lower ratio of twin births and to the nursing system that was implemented in the ewes to assure rebreeding. It is important to mention that after 56 days, the association between milk production and lamb growth is lower or not significant,<sup>18,23</sup> due to the fact that lambs depend less on milk for their maintenance and growth since they are increasingly dependent on forage and feeds such as those that are administered in exclusion areas.<sup>18</sup> The availability of good quality solid food for lambs, such as that which was offered from the 15<sup>th</sup> day, can explain why weight differences disappeared by 60 days of age.

Regardless of the system, weights reached at one month of age in lambs in this study are greater than those reported for Columbia crossbred lambs at 51 days (the average age at weaning),<sup>24</sup> or by Arboleya *et al.*<sup>16</sup> in Suffolk sheep, or by Abraham *et al.*<sup>5,6</sup> in Suffolk and Corriedale sheep at the same age in central Mexico. Finally, regarding weight at 60 days of age, the almost 22 kg reached by lambs in this study is very similar to that reported by Lewis and Burfening<sup>12</sup> in this breed, who indicated weights of 20.2 and 21.4 kg, on average, at 60 days of age, or by Rastorgi *et al.*,<sup>15</sup> at 70 days of age, with a weight of 23.2 kg. However, they are much greater than those reported for other breeds in Mexico, such as the Suffolk and Corriedale, in whom Abraham *et al.*<sup>5,6</sup> report weights below 19 kg under management and feeding conditions similar to those used in the present study.

The intensive system allowed for the evaluation of three different birth seasons: april-may, december-january and august-september. The heaviest lambs were born in the december-january season. Previous reports have indicated differences in weight influenced by the season in which animals are born.<sup>25</sup> These seasonal birth effects on weight, under intensive systems, have been documented by certain researchers, such as Notter and Copenhagen,<sup>26</sup> in whose study lambs were heavier if born in spring than in autumn. At high

parto, produjeron el doble de leche, alcanzaron el pico de la lactancia más tarde y mostraron mayor persistencia, que aquellas que no ganaron peso o solamente 10% de éste.<sup>21</sup> En este estudio la condición de las ovejas al parto fue muy homogénea y alta; por tanto, las condiciones fueron muy favorables para la expresión de la capacidad lechera de las madres.

Se sabe que la condición corporal si bien es una medida subjetiva, se considera un buen indicador de la grasa corporal.<sup>22</sup> Indistintamente del sistema, la condición corporal al parto se ubicó alrededor del 3.5 (en una escala de 1 a 5), cayendo con la lactancia, sin alcanzar el uno de calificación aun en aquellas alimentando gemelos. En este estudio se prueba la pérdida de condición de los animales durante la lactancia en el sistema anual. Sin embargo, en el sistema intensivo no se observan cambios en condición debido, posiblemente, a la menor tasa de parición de corderos dobles y al sistema de alimentación al que estaban sometidas las ovejas debido a la necesidad de reempadre. Es importante mencionar que después de los 56 días la asociación entre la producción de leche y el crecimiento de los corderos es menor o no significativa,<sup>18,23</sup> debido a que con la edad los corderos dependen menos de la leche para su mantenimiento y crecimiento, aumentando la dependencia de forraje y alimentos como los que se suministran en áreas de exclusión.<sup>18</sup> La disponibilidad de un buen alimento sólido para los corderos, como el que fue ofrecido a partir de los quince días, puede explicar que las diferencias de peso desaparecieran a los 60 días.

Indistintamente del sistema, los pesos que alcanzan al mes de edad los corderos del presente estudio son superiores a lo señalado en corderos cruza Columbia a los 51 días, edad a la que fueron destetados en promedio,<sup>24</sup> o por Arboleya *et al.*<sup>16</sup> en Suffolk o Abraham *et al.*<sup>5,6</sup> en Suffolk y Corriedale a la misma edad en el altiplano mexicano. Finalmente, en cuanto al peso a los 60 días de edad, los casi 22 kg que alcanzan los corderos en promedio es muy parecido a lo que notifican Lewis y Burfening<sup>12</sup> en esta raza, quienes indican pesos de 20.2 y 21.4 kg promedio a los 60 días o Rastorgi *et al.*<sup>15</sup> a los 70 días con 23.2 kg. Sin embargo, son muy superiores a lo señalado para razas como la Suffolk o la Corriedale en México por Abraham *et al.*,<sup>5,6</sup> quienes señalan cifras por debajo de los 19 kg, en condiciones de manejo y alimentación parecidas a las del presente estudio.

El sistema intensivo permitió evaluar tres diferentes épocas de nacimiento: abril-mayo, diciembre-enero y agosto-septiembre, observándose que al nacimiento los corderos más pesados fueron los nacidos en diciembre-enero. Se ha informado de diferencias en el peso debidas a la influencia de la época de nacimiento.<sup>25</sup> Estos efectos de la época de nacimiento, en sistemas intensivos de apareamiento, sobre las variaciones en el peso, han sido documentados por algunos investiga-



latitudes, the photoperiod has been seen to have an effect on lamb growth, such that when this lasts longer lambs grow more.<sup>27,28</sup> In Mexico differences in weights have been documented for lambs born in different seasons, but no clear cause has been determined. For example, Urrutia *et al.*,<sup>29</sup> in a study using Rambouillet ewes subjected to intensive breeding program and grazing conditions, found differences that could be attributed to the birth season, such that birth weight in lambs born in autumn was lower than that of lambs born in spring, summer and winter, with said difference continuing until weaning. Other studies carried out in Mexico related to the influence of birth season on weight up to the weaning period have produced various results. Jimenez,<sup>7</sup> in Suffolk sheep, found no differences in birth weight in both seasons studies, but did find differences in weight at weaning, where lambs born between november and january were heavier than those born between february and june, in concurrence with the results of the present study. Abraham *et al.*,<sup>5</sup> also in Suffolk sheep under irrigated pasture grazing conditions, found no differences at birth, but did find differences at 60 days of age, observing that lambs born in autumn were heavier; autumn coincided with better conditions, both for environmental comfort and feeding in the area where that study was carried out.

As in other studies, differences in weight due to the number of lambs born per ewe were determined under both systems. It is clear that single birth lambs were always heavier from birth, a difference that was maintained 60 days later. There is abundant information regarding this effect, where there is negative correlation between the number of lambs born and their birth weight, a difference that is normally maintained in stages after lactation has ceased.<sup>17-20</sup> For example, studies by Jimenez<sup>7</sup> and Abraham *et al.*,<sup>5,6</sup> in Suffolk and Corriedale sheep in central Mexico, have documented said difference. Part of the explanation lies in that lower growth rates are determined by the milk produced by ewes having more than one lamb, production being insufficient for the maintenance of the same growth rate as those only having to feed a single lamb.<sup>18,23</sup> Nevertheless, despite the lower growth rate in twin lambs in this study, the weights they obtained by day 60 are greater even than those observed in meat-producing sheep in Mexico,<sup>5,7</sup> making the use of double purpose breeds (meat and wool) in intensive systems, such as that used in this study, much more attractive.

Concerning lamb sex, the greatest weights corresponded to males, concurring with results observed in other studies using various breeds and conditions.<sup>12,18</sup> In Mexico, some studies have shown these differences in breeds such as the Suffolk sheep.<sup>5,7</sup>

dores como Notter y Copenhaver,<sup>26</sup> quienes en su estudio encontraron que los corderos nacidos en primavera eran más pesados que los de otoño. En latitudes altas se ha encontrado que el fotoperiodo tiene un efecto sobre el crecimiento de los corderos, de tal manera que cuando éste dura más, los corderos crecen también más.<sup>27,28</sup> En México se han documentado diferencias en el peso que alcanzan los corderos nacidos en diferentes épocas, pero no se determinan con claridad las causas. Por ejemplo, Urrutia *et al.*,<sup>29</sup> en un estudio realizado con ovejas Rambouillet, sometidas a apareamientos intensivos y condiciones de pastoreo, encuentran diferencias atribuidas a la época de nacimiento; de tal forma que los pesos de los corderos nacidos en el ciclo de otoño fueron inferiores a los de primavera, verano e invierno, manteniéndose esta diferencia hasta el destete. Otros trabajos en el ámbito nacional relacionados con la influencia de la época de nacimiento sobre el peso hasta el destete, muestran resultados diversos; Jiménez,<sup>7</sup> en ovejas de la raza Suffolk, no encontró diferencias en el peso al nacimiento en las dos épocas estudiadas, pero sí al destete, en el que los corderos nacidos entre noviembre y enero, eran más pesados que los de febrero y junio, concordando con los resultados de este estudio. Por su parte, Abraham *et al.*<sup>5</sup> también en ovejas de la raza Suffolk, en condiciones de pastoreo sobre praderas irrigadas, no encontraron diferencias al nacimiento, pero sí a los 60 días, observándose que los nacidos en otoño fueron los más pesados; esta época coincide con mejores condiciones de confort ambiental y de alimentación en la zona donde se llevó a cabo ese estudio.

Como en otros estudios, diferencias en el peso debidas al número de crías por parto fue encontrado en los dos sistemas. Se aprecia cómo los corderos únicos siempre fueron más pesados desde el nacimiento, manteniendo esta diferencia hasta los 60 días. Hay abundante información con respecto a este efecto, en el que existe una relación negativa de número de corderos en la camada y peso al nacimiento, manteniéndose, por lo general, en las etapas posteriores de la lactancia.<sup>17-20</sup> A manera de ejemplo, los trabajos de Jiménez<sup>7</sup> y Abraham *et al.*<sup>5,6</sup> con corderos Suffolk o Corriedale en condiciones del altiplano mexicano, documentan esta diferencia. En parte, la explicación de las menores tasas de crecimiento obedecen a que las ovejas con partos múltiples no producen la leche suficiente para que los dos o más corderos crezcan al mismo ritmo que los de parto simple.<sup>18,23</sup> No obstante la menor tasa de crecimiento en los corderos gemelares, se puede considerar que los pesos que alcanzaron en el presente estudio a los 60 días, son superiores incluso a lo observado en razas carniceras en el país,<sup>5,7</sup> lo que puede hacer atractiva la utilización de razas de doble propósito (carne-lana) como la de este estudio, en sistemas intensivos.

The ewe's age had an effect on birth weight under the annual system ( $P < 0.05$ ). This situation is pointed out in previous studies, where lambs from primiparous or young ewes are generally less heavy than those born to adult ewes.<sup>12,18,20</sup> However, this effect was not observed when the ewes were kept under the intensive system. The effect on birth weight is probably random, since there is no apparent reason for a difference to exist between the primiparous ewes, given that the first mating season in the study, the only one to include nuliparous ewes, was carried out simultaneously for both systems and individuals were distributed randomly between systems. For weight differences at 30 days of age, one could argue that the better results in primiparous ewes under the intensive system were due to the supplemental feed that these had received from parturition.

The weight gain that can be reached in this breed, up to the weaning period under adequate management conditions in central Mexico, demonstrates its adaptability to this type of environment. If this adaptability is added to its capability for producing both wool and meat<sup>30</sup> and its potential use as a terminal breed in crosses,<sup>24,31</sup> then this is an attractive breed for producers to seek animals that are increasingly efficient in ovine production.

The results of this study can have limitations given the lack of repetition throughout various years. However, given that feeding conditions under the system evaluated fluctuate less between seasons and years than under other conditions, the information generated can be extrapolated further and can be used as a good indicator for the promotion and instrumentation of alternative intensive production systems that can respond to the opportunities laid out by the favorable market conditions that are currently present for lamb production in Mexico.

## Acknowledgements

The authors wish to thank Lorenzo Yano Breton for all his support, Eva Valdes Loranca, Gonzalo Valenzuela R. and Roberto Gonez G. for their support during the collection of data, as well as the administrative and field personnel at the farm.

## Referencias

1. De Lucas TJ, Arbiza AS. Producción ovina en el mundo y México. México D.F. Editores Mexicanos Unidos. 2000.
2. Parker CHF. Sheep breed dynamics in the United States. National Sheep Genetics Symposium; 1996 September 5-7; Columbus (Ohio) USA. Columbus (Ohio): The American Sheep Industry Association 1996:1-3.

En cuanto al sexo de la cría, el mayor peso correspondió a los machos, estos resultados concuerdan con lo observado en otros estudios con diversas razas y condiciones.<sup>12,18</sup> En México algunos trabajos muestran estas diferencias en razas como la Suffolk.<sup>5,7</sup>

La edad de las madres tuvo efecto en el peso al nacer en el sistema anual ( $P < 0.05$ ). Esta situación es señalada en la literatura, donde los corderos de ovejas primerizas o jóvenes son generalmente más livianos que los de ovejas adultas.<sup>12,18,20</sup> Sin embargo, ese efecto no se observó cuando las ovejas se sometieron al sistema intensivo de apareamiento. Probablemente el efecto en peso al nacer es debido al azar, ya que no existe razón evidente para que existiera diferencia entre las primiparas, ya que el primer empadre del estudio que fue el único que incluyó primiparas, se efectuó simultáneamente para los dos sistemas y con individuos distribuidos al azar. En cuanto a la diferencia en peso a los treinta días, puede argumentarse que el mejor comportamiento de las primiparas del sistema intensivo de apareamiento se debe a que éstas recibieron suplementación con concentrados desde el parto.

La posibilidad de ganancia de peso que muestra esta raza hasta el destete bajo condiciones de manejo adecuadas en el altiplano central mexicano, es un signo de su adaptación a estos ambientes. Si a lo anterior se añade su doble posibilidad de producir lana y carne<sup>30</sup> y de poderse usar como una raza terminal en cruzamientos<sup>24,31</sup> debería ser una raza atractiva para los productores que buscan animales cada vez más eficientes en la producción ovina.

Los resultados de este estudio pueden tener limitaciones debido a la falta de repetición a través de los años. Sin embargo, dado que las condiciones de la alimentación en el sistema evaluado son menos fluctuantes entre épocas y años que en otras condiciones, la información generada es más extrapolable y puede utilizarse como un buen indicador para la promoción e instrumentación de alternativas más intensivas de producción, que respondan a la oportunidad planteada por las condiciones favorables del mercado para carne de ovino en México.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a Lorenzo Yano Bretón las facilidades y el apoyo para la realización de este trabajo, a Eva Valdés Loranca, Gonzalo Valenzuela R. y Roberto Gómez G. su apoyo en la toma de datos, así como al personal administrativo y de campo de la explotación.

3. Hohenboken W, Kennick WH, Bogart R. Genetic, environmental and interaction effects in sheep. II. Lamb growth and carcass merit. *J Anim Sci* 1976;42:307-316.
4. Pérez CR. Factores que influyen en la prolificidad de los ovinos tropicales (tesis de maestría). Cuautitlán Izcalli, Estado de México: México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM, 1987.

5. Abraham JG, De Lucas TJ, García AA. Factores que influyen en el peso de corderos raza Suffolk del nacimiento al destete. Memorias del VI Congreso Nacional de Producción Ovina; 1993 mayo 12-14; Ciudad Valles (S.L.P.) México. México (D.F.): Asociación Mexicana de Técnicos especialistas en Ovinocultura, 1993:55-58.
6. Abraham JG, De Lucas TJ, Arbiza AS, García AA. Factores que influyen en el peso de corderos raza Corriedale del nacimiento al destete. Memorias del VII Congreso Nacional de Producción Ovina; 1994 junio 15-17; Toluca (Edo. de Méx) México. México (DF): Asociación Mexicana de Técnicos especialistas en Ovinocultura, 1994:121-124.
7. Jiménez BR. Productividad de la oveja Suffolk en México (tesis de maestría). Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM, 1996.
8. Russel AJF. The nutrition of the pregnant ewe. In: British Council editor. Management and disease of sheep. Edinburgh: British Council, 1979:221-241.
9. SAS Institute Inc (Computer program), Version 8.2. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2000.
10. Littell RC, Henry PR, Ammerman CB. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. J Anim Sci 1998;76:1216-1231.
11. Nawaz M, Meyer HH. Performance of Polypay, Coopworth and crossbred ewes: I. Reproduction and lamb production. J Anim Sci 1992;70:62-69.
12. Lewis RD, Burfening PJ. Comparison of Finnish Landrace crossbred ewes with Columbia, Rambouillet and Targhee ewes on western range. J Anim Sci 1988;66:1059-1066.
13. Bromley CM, Van Vleck LD, Snowden GD. Genetic correlations for litter weight weaned with growth, prolificacy, and wool traits in Columbia, Polypay, Rambouillet, and Targhee sheep. J Anim Sci 2001;79:339-346.
14. Castonguay F, Minvielle F, Dufour JJ. Reproductive performance of Booroola x Finnish Landrace and Booroola x Suffolk ewe lambs, heterozygous for the *F* gene, and growth traits of their three-way cross lambs. Can J Anim Sci 1990;70:55-65.
15. Rastogi Raj, Boylan WJ, Rempel WE, Windels HF. Lamb performance and combining ability of Columbia, Suffolk and Targhee breeds of sheep. J Anim Sci 1975;41:10-15.
16. Arboleya CG, Cuéllar OA, Castro GH. Efectos genéticos de raza y heterosis del nacimiento al destete en ovinos Suffolk y Pelibuey. Memorias del VIII Congreso Nacional de Producción Ovina. 1995 mayo 17-20. Chapingo (Edo. de Méx) México (DF) Asociación Mexicana de Técnicos especialistas en Ovinocultura. 1995:1-4.
17. Smith GM. Factors affecting birth weight, dystocia and preweaning survival in sheep. J Anim Sci 1977;44:745-753.
18. Torres-Hernandez G, Hohenboken W. Relationships between ewe milk production and composition and preweaning lamb weight gain. J Anim Sci 1980;50:597-603.
19. Burfening PJ, Krees DD. Direct and maternal effects on birth and weaning weight in sheep. Small Ruminant Res 1993;10:153-163.
20. Peeters R, Kox G, Van Isterdael J. Environmental and maternal effects on early postnatal growth of lambs of different genotypes. Small Ruminant Res 1996;19:45-53.
21. Treacher TT. Effects of nutrition in late pregnancy on subsequent milk production in ewes. Anim Prod 1970;12:26-36.
22. Russel AJF, Doney JM, Gunn RG. Subjective assessment of body fat in live sheep. J Agric Sci 1969;72:451-454.
23. Snowden GD, Glimp HA. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. J Anim Sci 1991;69:923-930.
24. Leymaster KA, Smith GM. Columbia and Suffolk terminal sire breed effects. J Anim Sci 1981;53:1225-1235.
25. Stritzke DJ, Whiteman JV. Lamb growth patterns following different seasons of birth. J Anim. Sci. 1982; 55 (5):1002-1007.
26. Notter DR, Copenhaver JS. Performance of Finnish Landrace crossbred ewes under accelerated lambing. II. Lamb growth and survival. J Anim Sci 1980;51:1043-1050.
27. Schanbacher BD. Responses of market lambs and Suffolk rams to a stimulatory skeleton photoperiod. Reprod Nutr Dev 1988;28:431-441.
28. Schanbacher BD, Crouse JD. Growth and performance of growing-finishing lambs exposed to long and short photoperiods. J Anim Sci 1980;51:943-948.
29. Urrutia MJ, Martínez RL, Sánchez GFF, Pijoan AP. Características reproductivas de ovejas de la raza Rambouillet en México. 2. Empadre cada 8 meses. Téc Pecú Méx 1989;27:71-82.
30. De Lucas TJ, Arbiza AS. Razas Ovinas. México DF: Editores Mexicanos Unidos S.A., 1996.
31. Mousa E, Van Vleck LD, Leymaster KA. Genetic parameters for growth traits for composite terminal sire breed of sheep. J Anim Sci 1999;77:1659-1665.