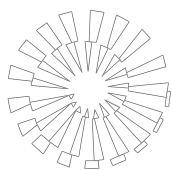


Efecto de la condición corporal y la época del año sobre el ciclo estral, estro, desarrollo folicular y tasa ovulatoria en ovejas Pelibuey mantenidas en condiciones de trópico



Effect of body condition and season of the year on estrous cycle, estrous, follicular development and ovulation rate in Pelibuey ewes under tropical conditions

Guillermo de la Isla Herrera* Jesús Ricardo Aké López**
Armin Ayala Burgos*** Antonio González-Bulnes†

Abstract

The effect of season and body condition on the follicular development and the ovulation rate in Pelibuey ewes were assessed. During the periods August-November and February-May, 38 ewes were distributed in two groups according to their body condition score: high body condition (HBC) and low body condition (LBC). Estrus was detected twice a day and the ovaries were daily examined by ultrasonography through an interestrus period. Ovulation rate (OR) was determined by ultrasonography and then confirmed by laparoscopy. An effect of body condition on the estrous length was found (29.6 ± 2.3 and 20.2 ± 2.5 h HBC and LBC, respectively), whereas there were no differences in the estrous cycle length and the maximum follicular diameter. The number of follicles ≥ 4 mm and the ovulation rate were higher in ewes of high body condition and during the main reproductive season (1.8 vs 1.3 and 2.0 vs 1.4 OR and follicles, respectively).

Key words: BODY CONDITION, SEASON, FOLLICULAR DEVELOPMENT, OVULATION RATE, PELIBUEY EWES.

Resumen

Se evaluó el efecto del periodo del año y de la condición corporal sobre el desarrollo folicular y la tasa ovulatoria en ovejas de la raza Pelibuey. En los periodos de agosto-noviembre y febrero-mayo, 38 ovejas fueron distribuidas en dos grupos de acuerdo con su condición corporal: condición corporal alta (CCA) y condición corporal baja (CCB). Se trabajó durante dos veces al día para detectar estros, además los ovarios de las ovejas fueron examinados diariamente mediante ultrasonografía durante un periodo interestrus. La tasa ovulatoria se determinó con ultrasonografía y se confirmó por medio de laparoscopia. Se encontró efecto de la condición corporal sobre la duración del estro (29.6 ± 2.3 y 20.2 ± 2.5 h CCA y CCB, respectivamente), mientras que no se observaron diferencias en la duración del ciclo estral y el diámetro folicular máximo. La tasa ovulatoria y el número de folículos ≥ 4 mm fue mayor en las ovejas de CCA y en la época de mayor actividad reproductiva (1.8 vs 1.3 y 2.0 vs 1.4 TO y folículos, respectivamente).

Palabras clave: CONDICIÓN CORPORAL, PERIODO, DESARROLLO FOLICULAR, TASA OVULATORIA, OVEJAS PELIBUEY.

Recibido el 19 de junio de 2009 y aceptado el 29 de abril de 2010.

*Becario del Programa de Mejoramiento del Profesorado (Promep) de la Secretaría de Educación Pública (SEP), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Avenida de las Ciencias s/n, Juriquilla, Delegación Santa Rosa Jáuregui, 76230, Querétaro, Querétaro, México.

**Departamento de Reproducción Animal y Mejoramiento Genético, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, km 15.5, carretera Mérida-Xmatkuil, Apartado postal 4-116, 97100, Mérida, Yucatán, México, Tel.: (999) 9 42 32 13, Fax: (999) 9 42 32 05, Correo electrónico: alopez@uady.mx

***Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, km 15.5, carretera Mérida-Xmatkuil, Apartado postal 4-116, 97100, Mérida, Yucatán, México.

†Departamento de Reproducción Animal, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Avenida Puerta de Hierro s/n, 28040, Madrid, España.

Nota: El trabajo forma parte de la tesis de doctorado del primer autor.

Introduction

Several works point out that hair sheep kept in tropical conditions do not show a seasonal anestrus period; nevertheless, their reproductive activity significantly decreases between January and June.¹⁻⁴ It has been proposed that nutritional deficiencies constitute the main cause of this reduction in estrous activity,³ although independently from nutritional status, weight or body condition, it has been observed that estrous activity in sheep during spring is decrease.^{1,5} Body condition represents an important indicator of available body energy reserves in sheep,⁶ and has important effects on reproductive function. Low body condition has been associated with delay or suspension of estrous cycle,⁷ and with the presence of lower follicular quantity in development, either in luteal phase as in follicular phase of estrous cycle,⁸ as well as decrease in the number and size of follicles capable of reaching preovulatory size.⁹⁻¹¹ Body condition also has been related with ovulation rate, since it has been observed that sheep with high body condition and greater quantity of preovulatory follicles show high ovulation rate.^{10,11,12}

Although there are several studies on Pelibuey sheep estrous activity along the year, it is necessary to generate information on the influence that body condition and year period have on follicular development and ovulation rate, due to the important economical repercussion that this last one has in ovine exploitation productivity.

The aim of this study was to evaluate the effect of body condition and season of the year on estrous activity, follicular development and ovulation rate in Pelibuey sheep under tropical conditions.

Material and methods

The present study was carried out in the Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia of the Universidad Autónoma de Yucatan, localized in 21° 06', North latitude and 89° 27' West longitude, in central Yucatan. The climate is warm-semihumid with summer rains (Aw0). Annual average temperature is 25.8°C, mean pluvial precipitation of the zone is 983.8 mm and relative humidity oscillates between 75% and 80%.¹⁴

Two study periods were considered, based on the reproductive activity recorded in Pelibuey sheep:¹⁻⁴ periods were from August to November, considered as the one with high reproductive activity; and February-May, as the one with low reproductive activity.

Thirty-eight Pelibuey sheep that had between three and five births, empty, without offspring and clinically healthy were used, in both periods they were divided according to their body condition.¹⁵ In the high

Introducción

Diversos trabajos señalan que las ovejas de pelo mantenidas en condiciones de trópico no presentan un periodo de anestro estacional; sin embargo, su actividad reproductiva disminuye de manera significativa entre enero y junio.¹⁻⁴ Se ha propuesto que las deficiencias en la nutrición constituyen la principal causa de esta reducción en la actividad estral,³ aunque independientemente del estado nutricional, del peso o de la condición corporal, se ha observado que durante la primavera existe disminución en la actividad estral de las ovejas.^{1,5} La condición corporal representa un importante indicador de las reservas corporales de energía disponibles en las ovejas,⁶ y tiene importantes efectos sobre la función reproductiva. La condición corporal baja ha sido asociada con retraso o supresión del estro,⁷ y con la presencia de una menor cantidad de folículos en desarrollo, tanto en la fase lútea como en la fase follicular del ciclo estral,⁸ así como disminución en el número y el tamaño de folículos que son capaces de alcanzar la talla preovulatoria.⁹⁻¹¹ La condición corporal también se ha relacionado con la tasa ovulatoria, ya que se ha observado que ovejas de condición corporal alta y con mayor cantidad de folículos preovulatorios, presentan mayor tasa ovulatoria.^{10,12,13}

Aunque existen varios trabajos sobre la actividad estral de la oveja Pelibuey a lo largo del año, es necesario generar información sobre la influencia que tienen la condición corporal y el periodo del año sobre el desarrollo follicular y la tasa ovulatoria, debido a la importante repercusión económica que tiene esta última en la productividad de las explotaciones ovinas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la condición corporal y el periodo del año sobre la actividad estral, el desarrollo follicular y la tasa ovulatoria en ovejas Pelibuey bajo condiciones de trópico.

Material y métodos

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, localizada en los 21° 06' de latitud Norte y 89° 27' de longitud Oeste, en la zona centro de Yucatán. El clima es de tipo cálido-subhúmedo con lluvias en verano (Aw0). La temperatura promedio anual es de 25.8°C, la precipitación pluvial media en la zona es de 983.8 mm y la humedad relativa oscila entre 75% y 80%.¹⁴

Se consideraron dos periodos de estudio, determinados en función de la actividad reproductiva registrada en ovejas Pelibuey:¹⁻⁴ los periodos fueron de agosto a noviembre, considerado como el de mayor

reproductive activity period nine sheep were of high body condition (3.2 ± 0.3 points and 35.0 ± 3.4 kg) and nine of low body condition (2.0 ± 0.0 points and 28.1 ± 3.5 kg); in the period of low reproductive activity, ten sheep were of high condition (3.4 ± 0.3 points and 35.6 ± 3.4 kg) and ten of low body condition (2.0 ± 0.3 points and 30.5 ± 3.4 kg).

With the aim of keeping body condition and weight of the sheep throughout the study, a maintenance diet was design, based on Star of Africa (*Cynodon plectostachyus*) grass hay, soy meal, ground corn grain, molasses and mineral salts (10.59% CP and 9.49 MJ/kg/DM), food intake was adjusted according to the live weight of each sheep. Before starting the experimental phase, animals had a 15 day diet adaptation period. Both sheep groups were kept in pens and fed individually. Animals had *ad libitum* access to water and were provided with shade. The live weight and body condition were measured at the start and end of the study.

To determine the sheep's estrous activity, heat detection was performed using a male fitted with an apron as marker and an androgenized ewe, that were exposed to all sheep along the experiment during half hour periods, twice a day (7:00 and 18:00 h). Females detected in estrus were temporarily separated from the group, in order to continue with the detection of other females. Estrus length was considered as the lapse of time between the first and last observation in which the first estrus was detected in sheep. To know the estrous cycle length, the estrus detection was done again starting the 13th day after the first estrus; therefore, the length of the estrous cycle was considered as the elapsed time between two consecutive estruses.

The follicular development was daily controlled for 34 consecutive days, or by an interestrous period in those ewes that showed estrus. The exam was performed by rectal via with the ewe in dorsal decubitus, on a gurney.¹⁶ A real-time ultrasound equipment* with a 7.5 MHz linear transducer used in humans for prostate examination was used. The number and diameter of all follicles present in both ovaries with a diameter ≥ 2 mm were recorded and classified in three categories: small (2.0 – 2.9 mm), medium (3.0 – 3.9 mm) and large (≥ 4 mm).¹⁷ With the aim to homogenize data and considering the variation in the estrous cycle length between sheep, follicle populations present at the estrus day (day zero) until day 8, and from the previous sixth day (-6) until the manifestation of the next estrus were analyzed. The number of *corpus luteum* was determined by means of ultrasonography nine days after observing estrus, and was confirmed by laparoscopy.** The ovulation rate was assessed by dividing the number of *corpus luteum* observed between the total number of sheep that ovulated.

actividad reproductiva, y febrero-mayo, como el de menor actividad reproductiva.

Se utilizaron 38 ovejas Pelibuey que tenían entre tres y cinco partos, vacías, sin cría al pie y clínicamente sanas, en ambos periodos se dividieron de acuerdo con su condición corporal.¹⁵ en el periodo de mayor actividad reproductiva nueve ovejas fueron de condición corporal alta (3.2 ± 0.3 puntos y 35.0 ± 3.4 kg) y nueve de condición corporal baja (2.0 ± 0.0 puntos y 28.1 ± 3.5 kg); en el tiempo de menor actividad reproductiva, diez ovejas fueron de condición alta (3.4 ± 0.3 puntos y 35.6 ± 4.3 kg) y diez de condición baja (2.0 ± 0.3 puntos y 30.5 ± 3.4 kg).

Con el fin de que las ovejas conservaran su condición corporal y peso a lo largo del trabajo, se diseñó una dieta de mantenimiento, basada en heno de zacate Estrella de África (*Cynodon Plectostachyus*) pasta de soya, grano de maíz molido, melaza y sales minerales (10.59% PC y 9.49 MJ/kg/MS), el consumo se ajustó de acuerdo con el peso vivo de cada oveja. Antes del inicio de la fase experimental, los animales tuvieron un periodo de 15 días de adaptación a la dieta. Ambos grupos de ovejas se mantuvieron en corrales y fueron alimentadas individualmente. Los animales tuvieron acceso a agua *ad libitum* y contaron con sombreaderos. El peso vivo y la condición corporal se midieron al inicio y al final del estudio.

Para determinar la actividad estral de las ovejas se realizó detección de celos utilizando como marcadores un macho con mandil y una hembra androgenizada, que fueron expuestos a todas las ovejas a lo largo del experimento durante periodos de media hora, dos veces al día (7:00 y 18:00 h). Las hembras detectadas en estro fueron separadas temporalmente del grupo, para continuar con la detección de otras hembras. La duración del estro fue considerada como el tiempo transcurrido entre la primera y la última observación en la que se detectó el primer estro en las ovejas. Para conocer la duración del ciclo estral, se volvió a realizar la detección del estro comenzando el día 13 posterior al primer estro, por lo que la duración del ciclo estral se consideró como el tiempo transcurrido entre los dos estros consecutivos.

El desarrollo folicular se controló diariamente durante 34 días consecutivos, o por un periodo interestral en aquellas ovejas que presentaron estro. El examen se realizó por vía rectal con la oveja en posición decúbito dorsal, sobre una camilla.¹⁶ Se utilizó un equipo de ultrasonido de tiempo real* con un transductor lineal de 7.5 MHz utilizado para el examen de próstata en humanos. Se registró el número y diámetro de todos los folículos con diámetro ≥ 2 mm presentes en ambos ovarios y se clasificaron

*Aloka-500. Aloka Co., Ltd. Tokio, Japón.

The variables evaluated were: proportion of ewes in estrus, estrus length, length of estrous cycle length, number of follicles per category (during the cycle), number of follicles that reached a size of ≥ 4 mm, maximum follicular diameter (at estrus day) and ovulation rate.

The study had a 2×2 factorial arrangement, considering two levels of body condition (high and low) and two seasons of the year: high reproductive activity (August-November) and low reproductive activity (February-May). The results were normalized by transforming to square root, and analyzed by a analysis of variance (ANOVA), with PROC GLM from SAS.¹⁸ The percentage of ewes in estrus and ovulated ewes were analyzed by chi-square test.¹⁹

The follicular populations were analyzed between groups, per period. With the aim to determine the effect of time on follicular populations, an analysis of variance was performed with repeated measures using SAS pack. When the effect of time was found ($P < 0.05$) a graphic was done to review the behavior of follicle number. Then, a Student's *t* test, for each selected day, was performed.

Results

At the end of the high reproduction activity period evaluation, the body condition of group HBC was 3.2 ± 0.3 and weight of 34.1 ± 4.2 kg, and in group LBC body condition was 2.1 ± 0.3 and weight of 27.0 ± 3.0 kg. In the period of low reproductive activity, groups HBC and LBC had final body condition of 3.3 ± 0.5 and 1.8 ± 0.4 points and weight of 35.1 ± 3.9 and 30.1 ± 3.2 kg, respectively.

Estrus and estrous cycle

In the period of high reproductive activity (August-November) all ewes showed estrous activity, while this significantly decreased ($P < 0.05$) in the period of low reproductive activity (February-May) (Table 1). No significant interaction was found between the factors for none of the variables studied (Table 2). The ewes with high body condition had longer estrus than the ones with low body condition ($P < 0.05$), while the estrous cycle length was similar between groups ($P > 0.05$).

Follicular development

Great individual variation in different follicular populations (small, medium and large) was found; whereas, there were no important effects. Only period and body condition effect ($P < 0.05$) was observed on the follicular number ≥ 4 mm, being this greater during

en tres categorías: pequeños (2.0 – 2.9 mm), medianos (3.0 – 3.9 mm) y grandes (≥ 4 mm).¹⁷ Con el fin de homogeneizar los datos y considerando la variación en la duración del ciclo estral entre ovejas, se analizaron las poblaciones foliculares presentes del día del estro (día 0) hasta el día 8, y del sexto día previo (-6) hasta la presentación del siguiente estro. El número de cuerpos lúteos se determinó mediante ultrasonografía nueve días después de observado el estro, y se confirmó por laparoscopia.* La tasa ovulatoria se estimó al dividir el número de cuerpos lúteos observados entre el número total de ovejas que ovularon.

Las variables evaluadas fueron: proporción de ovejas en estro, duración del estro, duración del ciclo estral, número de folículos por categoría (durante el ciclo), número de folículos que alcanzaron una talla ≥ 4 mm, diámetro follicular máximo (al día del estro) y tasa ovulatoria.

El estudio tuvo un arreglo factorial 2×2 , considerando dos niveles de condición corporal (alta y baja) y dos periodos del año: de mayor actividad reproductiva (agosto-noviembre) y de menor actividad reproductiva (febrero-mayo). Los resultados fueron normalizados por transformación a raíz cuadrada, y analizados por un análisis de varianza (ANOVA), con PROC GLM de SAS.¹⁸ Los porcentajes de ovejas en estro y ovejas ovuladas fueron analizados mediante una prueba de Ji cuadrada.¹⁹

Las poblaciones foliculares fueron analizadas entre grupos, por periodo. Con el fin de determinar el efecto del tiempo sobre las poblaciones foliculares, se realizó un análisis de varianza con medidas repetidas utilizando el paquete SAS. Cuando se encontró efecto de tiempo ($P < 0.05$) se elaboró una gráfica para revisar el comportamiento del número de folículos. Se realizó, entonces, una prueba "t", de Student, para cada día seleccionado.

Resultados

Al término de la evaluación del periodo de mayor actividad reproductiva, la condición corporal del grupo CCA fue de 3.2 ± 0.3 y el peso de 34.1 ± 4.2 kg, y en el grupo CCB la condición corporal de 2.1 ± 0.3 y el peso de 27.0 ± 3.0 kg. En el periodo de menor actividad reproductiva, los grupos CCA y CCB tuvieron condición corporal final de 3.3 ± 0.5 y 1.8 ± 0.4 puntos y peso 35.1 ± 3.9 y 30.1 ± 3.2 kg, respectivamente.

Estro y ciclo estral

En el periodo de mayor actividad reproductiva (agosto-noviembre) todas las ovejas mostraron actividad estral,

*Karl Storz de 0.5 mm, Alemania.

the August-November period in ewes of high body condition (Table 2). There was no body condition ($P > 0.05$) or maximum follicular diameter period effect. There was no body condition or period effect ($P > 0.05$) on maximum follicular diameter.

Ovulation rate

Ovulation rate showed period and body condition effect ($P < 0.05$). Greater number of ovulations was recorded on August-November, and in ewes of high body condition (Table 2).

Discussion

Estrus and estrous cycle

In the present study there was high estrous activity between August and November, whereas during February to May such activity decreased in near half of the animals, independently of ewes' body condition. These results coincide with previous works, where an estrous activity decrease is indicated in ewes during some months of the year, which is independent from the nutritional state,^{1,5} in that sort of works there was a decrease in the presentation of estrus, between January and April, in Pelibuey ewes.

In this same sense, Heredia *et al.*⁵ found that in Pelibuey ewes maintained under controlled feeding through three consecutive years, estrous activity decrease was obtained from the end of January to the end of May, period where estrus manifestation reached its lower point (15%), whereas during August to December the estrous activity reached its higher value (90%). Those authors confirm that sexual activity in Pelibuey ewes significantly decreases during spring, independently of the nutritional level, weight or body condition. In a certain way, those results are similar to the ones of the present study, with the difference that inactivity in ewes was not so marked, since the lowest value was 40% for the period of low reproductive activity (February-May), whereas in the one of high reproductive activity (August-November), 100% of the ewes presented estrus.

The results of the present study are similar to the ones recorded by Gonzalez *et al.*² and Martinez *et al.*²⁰ who found that Pelibuey ewes decrease their reproductive activity during spring, independently of their body condition. Gonzalez *et al.*² consider that the decrease in the manifestation of estrus from February to April, may be attributed to temperature and humidity. The aforementioned supports the idea of nutrition not being the main factor that influences on the decrease of reproductive activity during spring in hair Pelibuey ewes in the tropic, and that other

mientras que ésta se redujo significativamente ($P < 0.05$) en el periodo de menor actividad reproductiva (febrero-mayo) (Cuadro 1). No se encontró interacción significativa entre los factores para ninguna de las variables estudiadas (Cuadro 2). Las ovejas de condición corporal alta tuvieron estros más largos que las de condición corporal baja ($P < 0.05$), mientras que la duración del ciclo estral fue similar entre grupos ($P > 0.05$).

Desarrollo folicular

Se encontró mucha variación individual en las diferentes poblaciones foliculares (folículos pequeños, medianos y grandes) por lo que no se encontraron efectos importantes. Sólo se observó efecto de periodo y de condición corporal ($P < 0.05$), sobre el número de folículos ≥ 4 mm, siendo éste mayor en el periodo agosto-noviembre y en las ovejas de condición corporal alta (Cuadro 2). No se encontró efecto ($P > 0.05$) de condición corporal ni de periodo sobre el diámetro folicular máximo.

Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria mostró efecto de periodo y de condición corporal ($P < 0.05$). Se presentó mayor número de ovulaciones en agosto-noviembre, y en las ovejas de condición corporal alta (Cuadro 2).

Discusión

Estro y ciclo estral

En el presente trabajo se encontró mayor actividad estral entre agosto y noviembre, mientras que durante febrero a mayo dicha actividad disminuyó en cerca de la mitad de los animales, sin importar la condición corporal de las ovejas. Estos resultados concuerdan con trabajos previos, en los que se indica disminución de la actividad estral en las ovejas durante algunos meses del año, que es independiente del estado nutricional,^{1,5} en ese tipo de trabajos se observó disminución en la presentación de estros, entre enero y abril, en ovejas Pelibuey.

En el mismo sentido, Heredia *et al.*⁵ encontraron que en ovejas Pelibuey mantenidas con alimentación controlada a lo largo de tres años consecutivos, se produjo disminución de la actividad estral desde finales de enero hasta finales de mayo, periodo durante el cual la manifestación del estro alcanzó su punto más bajo (15%), mientras que durante agosto a diciembre la actividad estral llegó a su valor más alto (90%). Esos autores confirmaron que la actividad sexual en la oveja Pelibuey disminuye significativamente durante la primavera, independientemente del nivel

Cuadro 1

PROPORCIÓN DE OVEJAS EN ESTRO Y QUE OVULARON (%) EN DOS PERIODOS DEL AÑO Y DE DIFERENTE CONDICIÓN CORPORAL*

PROPORTION OF EWES IN ESTRUS AND THAT OVULATED (%) IN TWO PERIODS OF THE YEAR AND OF DIFFERENT BODY CONDITION*

	<i>Aug-Nov</i>		<i>Feb-May</i>	
	HBC (n = 9)	LBC (n = 9)	HBC (n = 10)	LBC (n = 10)
Ewes in estrus	100	100	50 ^a	40 ^b
Ewes who ovulated	100	100	70 ^a	50 ^b

^{a,b}Different letter in the same column indicates significant difference ($P < 0.05$).

*HBC= High body condition, LBC = Low body condition.

Cuadro 2

EFFECTO DE LA ÉPOCA Y LA CONDICIÓN CORPORAL, SOBRE LA ACTIVIDAD ESTRAL Y OVÁRICA EN OVEJAS PELIBUEY*

EFFECT OF THE SEASON AND BODY CONDITION ON ESTROUS AND OVARY ACTIVITY IN PELIBUEY EWES*

<i>Variable</i>	<i>Season</i>		<i>Body condition**</i>	
	<i>Aug-Nov</i>	<i>Feb-May</i>	<i>HBC</i>	<i>LBC</i>
Estrus length	25.1 ± 2.0 ^a	24.7 ± 2.8 ^a	29.6 ± 2.3 ^a	20.2 ± 2.5 ^b
Estrous cycle length	17.4 ± 0.4 ^a	18.5 ± 0.6 ^a	17.3 ± 0.5 ^a	18.5 ± 0.5 ^a
Follicle average ≥ 4 mm	2.0 ± 0.06 ^a	1.4 ± 0.07 ^b	2.0 ± 0.16 ^a	1.4 ± 0.19 ^b
Maximum follicular diameter (cm)	0.57 ± 0.02 ^a	0.59 ± 0.03 ^a	0.59 ± 0.02 ^a	0.58 ± 0.02 ^a
Ovulation rate	1.8 ± 0.13 ^a	1.3 ± 0.16 ^b	1.8 ± 0.14 ^a	1.3 ± 0.15 ^b

*As no significant interaction exists between simple effects, squared minimum mediums are reported for main effects.

**HBC = High body condition, LBC = Low body condition.

^{a,b}Different letter in the same row (by main effect) indicates significant difference ($P < 0.05$).

important environmental factors must be studied, such as: photoperiod, temperature and humidity. In tropical conditions near the equator, as the case of Yucatan, February and May are characterized by high temperatures, factor that may influence in estrous activity decrease in ewes. Nevertheless, it has been reported that Pelibuey ewes given birth in spring, that are exposed to inversed artificial photoperiod typical to autumn, accelerate their reinitiating postpartum ovarian activity, compared to the ones that are maintained in their natural photoperiod,²¹ which demonstrates the high sensitivity of the breed to photoperiod, which could be considered that the decrease on ovarian activity observed in ewes during the period of low reproductive activity, independently of body condition, could have been influenced by this environmental factor.

de nutrición, del peso o de la condición corporal. En cierta forma esos resultados son similares a los del presente estudio, con la diferencia de que la inactividad de las ovejas no fue tan marcada, ya que el valor más bajo fue de 40% para el periodo de menor actividad reproductiva (febrero-mayo), mientras que en el de mayor actividad reproductiva (agosto-noviembre) 100% de las ovejas presentaron estro.

Los resultados del presente estudio son similares a los registrados por González *et al.*² y Martínez *et al.*,²⁰ quienes encontraron que las ovejas Pelibuey disminuyen su actividad reproductiva durante la primavera, independientemente de su condición corporal. González *et al.*² consideran que la disminución en la presentación de estros de febrero a abril puede atribuirse a la temperatura y la humedad. Lo anterior apoya la idea de que la nutrición no es

In regard to estrus length, this was affected by body condition in both study periods. Estrus period length in ewes of high body condition coincide with the recorded by De la Isla *et al.*,¹² who observed more prolonged estrus in ewes with high body condition than in those with low body condition. The estrus length that was manifested in both groups and periods, is below the average of 31.2 ± 5.6 h recorded by Castillo *et al.*,²² in non-pregnant Pelibuey ewes, and similar to the 27.2 ± 9.7 hours observed by Segura *et al.*,²³ in ewes of the same breed in good physical condition.

Follicular development

Small, medium and large follicle populations, recorded throughout the estrous cycle, present day-to-day great variations; nevertheless, greater number of follicles ≥ 4 mm in ewes with high body condition and in August-November period were found. These results coincide with the recorded by other authors,^{9,24} that associated the high body condition with a greater number of follicles ≥ 4 mm either in follicular or luteal phase. This implies that in low body condition ewes, a lower proportion of available follicles grow to a superior size of 4 mm, that is more relevant during the follicular phase, when follicles that will ovulate are recruiting.

In regard to the maximum follicular diameter, in this study there was no body condition or period effect observed ($P > 0.05$). These results differ from those of Viñoles *et al.*¹¹ and from De la Isla *et al.*¹² who found greater follicular size in ewes of high body condition than the ones of low body condition. The difference in the results can be due, in part, to the study of Viñoles *et al.*¹¹ that only major follicles present in ewes with simple ovulation were measured, whereas in this study, ewes' follicles with simple or multiple ovulation were considered, it is noted that there is a tendency to find smaller follicular diameter when a greater follicular quantity develops up to a preovulatory stage.¹¹

Ovulation rate

The percentage of animals that ovulated and the ovulation rate in ewes of the present study was lower during the low reproductive activity period. The results, in regard to the rate of ewes that ovulated, differ to what Arroyo *et al.*²⁵ reported, who found a continuous ovulation activity in Pelibuey ewes during the year in 60% of the animals, the study was carried out during two years in the Mexican highland plateau (19° North latitude). In turn, Cruz *et al.*³ report lower significant ovulation rate in April compared to the one reported during October (1.3 *vs* 2.0; $P < 0.05$), which results similar to the found in this study. The ovulation rate decrease during the low reproductive

el principal factor que influye en la disminución de actividad reproductiva durante la primavera en ovejas de pelo en el trópico, y que deben estudiarse otros factores medioambientales importantes, como el fotoperiodo, la temperatura y la humedad. En condiciones de trópico cercanas al Ecuador, como es el caso de Yucatán, febrero a mayo se caracteriza por altas temperaturas, factor que podría influir en la disminución de la actividad estral de las ovejas. Sin embargo, se ha informado que ovejas Pelibuey paridas en primavera, que son expuestas a un fotoperiodo artificial inverso típico del otoño, aceleran el reinicio de su actividad ovárica posparto, comparadas con las que son mantenidas en su fotoperiodo natural,²¹ lo que demuestra la alta sensibilidad de la raza al fotoperiodo, por lo que se podría considerar que la disminución en la actividad ovárica observada en las ovejas durante el periodo de menor actividad reproductiva, independientemente de su condición corporal, pudo estar influida por este factor medioambiental.

En relación con la duración del estro, ésta se vio afectada por la condición corporal en ambos periodos de estudio. La duración del estro en las ovejas de condición corporal alta concuerda con lo registrado por De la Isla *et al.*,¹² quienes observaron estros más largos en ovejas de condición corporal alta que en las de condición baja. La duración del estro que se presentó en ambos grupos y periodos, se encuentra por debajo del promedio de 31.2 ± 5.6 h registrado por Castillo *et al.*,²² en ovejas Pelibuey vacías, y similar a las 27.2 ± 9.7 horas observadas por Segura *et al.*,²³ en ovejas de la misma raza de buena condición física.

Desarrollo folicular

Las poblaciones de folículos pequeños, medianos y grandes, registradas a lo largo del ciclo estral, presentan grandes variaciones día con día; sin embargo, se encontró mayor número de folículos ≥ 4 mm en las ovejas de condición corporal alta y en el periodo agosto-noviembre. Estos resultados concuerdan con lo registrado por otros autores,^{9,24} que asociaron la condición corporal alta con un mayor número de folículos ≥ 4 mm presentes tanto en la fase folicular como en la luteal. Esto implica que en las ovejas de condición corporal baja, una menor proporción de los folículos disponibles crece a una talla superior a los 4 mm, ello es más relevante en la fase folicular, cuando se reclutan los folículos que ovularán.

Respecto al diámetro folicular máximo, en este estudio no se observaron efectos de condición corporal ni de periodo ($P > 0.05$). Estos resultados difieren de los de Viñoles *et al.*¹¹ y de De la Isla *et al.*,¹² quienes encontraron mayor talla folicular en ovejas de condición corporal alta que en las de condición

activity is probably due to two or more factors. Several studies have demonstrated that high temperatures may affect directly or indirectly the reproductive behavior through a decrease in consumption and efficiency in the use of nutrients;²⁶ in this sense, it may also be due to the photoperiod; it must be pointed out that Pelibuey ewe is capable to demonstrate sensitivity to tropic photoperiod.²¹

Likewise, there was high ovulation rate in ewes of high body condition and during the high reproductive activity period. These results coincide with other studies where it has been demonstrated a positive relation between body condition and ovulation rate.^{9,10,27,28} It has been suggested that there is a very narrow association between growth follicle population and the ovulation rate,²⁹ which coincides with the observed in the present study by period and body condition, since the number of follicles that reach a size ≥ 4 mm is similar to the ovulation rate.

It is concluded that Pelibuey ewes show low estrous activity during the February-May period, independently of the body condition. Estrus has lower length in animals with low body condition during the period of low reproductive activity. The length of the estrous cycle is not affected neither by period nor body condition. There is no season effect or body condition on the maximum follicular diameter, but there is on follicular average that grows in a rate of ≥ 4 mm. The period and body condition showed an effect on ovulation rate.

Referencias

1. VALENCIA ZM, HEREDIA AM, GONZÁLEZ PE. Estacionalidad reproductiva en hembras Pelibuey. Memorias de la VIII Asociación Latinoamericana de Producción Animal; 1981 octubre 4-10; Santo Domingo (República Dominicana) República Dominicana. Santo Domingo (República Dominicana) República Dominicana: Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 1981. F48.
2. GONZALEZ A, MURPHY BD, FOOTE WC, ORTEGA E. Circannual estrous variations and ovulation rate in Pelibuey ewes. *Small Rumin Res* 1992; 8:225-232.
3. CRUZ LC, FERNÁNDEZ-BACA S, ÁLVAREZ LJ, PÉREZ RH. Variaciones estacionales en presentación de ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet Méx* 1994;25:23-27.
4. HEREDIA AM. Determinación de la época de menor actividad estral de la oveja Pelibuey en el trópico (tesis de maestría). Cuautitlán (Estado de México) México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1994.
5. HEREDIA A, VELÁZQUEZ MA, QUINTAL FJ, MEX RJ, ARAGÓN GA. Efecto de dos fuentes de alimentación sobre la estación reproductiva de la oveja Pelibuey. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación

corporal baja. La diferencia en los resultados puede deberse, en parte, a que en el estudio de Viñoles *et al.*¹¹ únicamente fueron medidos los folículos mayores presentes en ovejas con ovulación sencilla, mientras que aquí se consideraron los folículos de ovejas con ovulación sencilla y múltiple, se notifica que hay tendencia a encontrar menor diámetro folicular cuando una mayor cantidad de folículos se desarrollan hasta una etapa preovulatoria.¹¹

Tasa ovulatoria

El porcentaje de animales que ovularon y la tasa ovulatoria en las ovejas del presente estudio fue menor durante el periodo de menor actividad reproductiva. Los resultados en cuanto a la proporción de ovejas que ovularon difiere a lo que informan Arroyo *et al.*,²⁵ quienes encontraron en ovejas Pelibuey una actividad ovulatoria continua durante el año en 60% de los animales, el estudio se realizó durante dos años en el altiplano mexicano (19° latitud Norte). Por su parte, Cruz *et al.*³ señalan una tasa ovulatoria significativamente menor en abril comparada con la que se informó durante octubre (1.3 *vs* 2.0; $P < 0.05$), lo cual resulta similar a lo encontrado en el presente trabajo. La disminución de la tasa ovulatoria en el periodo de menor actividad reproductiva probablemente se deba a influencia de dos o más factores. Diversos estudios han demostrado que las altas temperaturas pueden afectar el comportamiento reproductivo directa o indirectamente a través de una disminución en el consumo y la eficiencia en la utilización de los alimentos;²⁶ en este contexto, también puede deberse al fotoperiodo, pues la oveja Pelibuey es capaz de mostrar sensibilidad al fotoperiodo en el trópico.²¹

Asimismo, se encontró mayor tasa ovulatoria en ovejas de condición corporal alta y durante el tiempo de mayor actividad reproductiva. Estos resultados concuerdan con los de otros estudios en los que se ha demostrado una relación positiva entre la condición corporal y la tasa ovulatoria.^{9,10,27,28} Se ha sugerido que existe una asociación muy estrecha entre la población de folículos en crecimiento y la tasa ovulatoria,²⁹ lo que coincide con lo observado en el presente estudio por periodo y por condición corporal, ya que la cantidad de folículos que alcanzan una talla ≥ 4 mm es muy similar a la tasa ovulatoria.

Se concluye que las ovejas Pelibuey presentan menor actividad estral en el periodo febrero-mayo, independientemente de la condición corporal. El estro tiene menor duración en animales de condición corporal baja durante el periodo de menor actividad reproductiva. La duración del ciclo estral no es afectada por el periodo ni por la condición corporal.

- Pecuaria; 1991 noviembre 26-29; Cd. Victoria (Tamaulipas) México. México (DF): Universidad Autónoma de Tamaulipas, 1991:96.
6. SANSON DW, WEST TR, TATMAN WR, RILEY ML, JUDKINS MB, MOSS GE. Relationship of Body Composition of Mature Ewes with Condition Score and Body Weight. *J Anim Sci* 1993; 71:1112-1116.
 7. GUNN RG, DONEY JM. The interaction of nutrition and body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in Scottish Blackface ewes. *J Agr Sci Camb* 1975; 85:465-470.
 8. RHIND SM, MCMILLEN S, MCKELVEY WAC, RODRIGUEZ-HERREJON FF, MCNEILLY AS. Effect of the body condition of ewes on the secretion of LH and FSH and the pituitary response to gonadotrophin-releasing hormone. *J Endocr* 1989; 120:497-502.
 9. MCNEILLY AS, JONASSEN JA, RHIND SM. Reduced ovarian follicular development as a consequence of low body condition in ewes. *Acta Endocrinol (Copenh)* 1987; 115:75-83.
 10. ROJAS RO, RODRÍGUEZ RO. Tasa ovulatoria y presencia de folículos después del estro en ovejas Blackbelly. *Téc Pecú Méx* 1997; 35:32-38.
 11. VIÑOLES C, FORSBERG M, BANCHERO G, RUBIANES E. Ovarian follicular dynamics and endocrine profiles in Polwarth ewes with high and low body condition. *Anim Sci* 2002; 74:539-545.
 12. DE LA ISLA HG, AKÉ LR, CANCINO AG, MAGAÑA MJ. Efecto de la condición corporal sobre el ciclo estral, tasa ovulatoria y función del cuerpo lúteo en ovejas de pelo. *Memorias de la XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; 2004 noviembre 22-26; Mérida (Yucatán) México. Mérida (Yucatán) México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2004:131.*
 13. CAHILL LP, MARIANA JC, MAULEON P. Total follicular populations in ewes of high and low ovulation rates. *J Reprod Fertil* 1979; 55:27-36.
 14. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. Resultados definitivos VII Censo Agrícola-Ganadero. Tomo II. México DF: INEGI, 1994: 625-638.
 15. RUSSELL A. Body condition scoring of sheep. In *Pract* 1984; 5: 91-93.
 16. GONZÁLES DE BULNES LA. Dinámica folicular en el ovario de la oveja durante el ciclo sexual y al superovulación inducida con FSH (tesis doctoral). Madrid (Madrid) España: Universidad Complutense de Madrid, 2000.
 17. CONTRERAS SI, DÍAZ T, LÓPEZ G, CAIGUA A, GARCÍA H, SALVADOR A *et al.* Evaluación de la técnica de ecografía transrectal en la detección de folículos ováricos en ovejas tropicales. *Arch Latinoam Prod Anim* 2007; 15: 10-14.
 18. SAS. SAS's User Guide: Statistics. Cary, North Carolina, USA: SAS Institutes, 1985.
- No hay efecto de época ni de condición corporal sobre el diámetro folicular máximo, pero sí sobre el promedio de folículos que crecen a una talla ≥ 4 mm. El periodo y la condición corporal presentaron efecto sobre la tasa ovulatoria.
-
19. STEEL RGD, TORRIE JH. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 4ª ed. México DF: McGraw-Hill Interamericana, 1997.
 20. MARTÍNEZ RRD, ZARCO QL, CRUZ LC, GUTIÉRREZ RI. La estacionalidad de la actividad ovárica en la oveja Pelibuey es independiente de variaciones en el peso o condición corporal de los animales. *Memorias del VIII Congreso Nacional de Producción Ovina; 1995 mayo 17-20; Chapingo, Estado de México. México (DF): Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura, AC, 1995:131-134.*
 21. CERNA CC, PORRAS AA, ZARCO QLA, VALENCIA MJ. Efecto del fotoperíodo artificial sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en la oveja Pelibuey. *Vet Méx* 2004; 35:179-185.
 22. CASTILLO H, HERNÁNDEZ JJ, BERRUECOS JM, LÓPEZ JJ. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco mantenido en clima tropical. III. Pubertad y duración del estro. *Téc Pec Méx* 1977; 32:32-35.
 23. SEGURA CVM, QUINTAL FJA, SARMIENTO FL. Duración del estro y momento de ovulación en ovejas Pelibuey. *Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; 1991 noviembre 26-29; Cd. Victoria (Tamaulipas) México. México (DF): Universidad Autónoma de Tamaulipas, 1991:94.*
 24. VIÑOLES C, BANCHERO G, RUBIANES E. Follicular wave pattern and progesterone concentrations in cycling ewes with high and low body condition score. *Theriogenology* 1999;51:437 (Abstract).
 25. ARROYO LJ, GALLEGOS-SANCHEZ J, VILLAGODOYO A, VALENCIA MJ. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19 north latitude. *Anim Reprod Sci* 2007; 102:24-30.
 26. MARAIA IFM, EL-DARAWANYA AA, FADIELC A, ABDEL-HAFEZB MAM. Reproductive performance traits as affected by heat stress and its alleviation in sheep. *Trop Subtrop Agroecosystem* 2008; 8:209-234.
 27. GUNN RG, DONEY JM. The interaction of nutrition and body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in Scottish Blackface ewes. *J Agr Sci Camb* 1975; 85:465-470.
 28. FORCADA F, ABECIA JA, SIERRA I. Seasonal changes in oestrus activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. *Small Rumin Res* 1992; 8:313-324.
 29. CAHILL LP. Folliculogenesis in the sheep as influenced by breed, season and oestrous cycle. *J Reprod Fertil Suppl* 1981; 30:135-142.