

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE SINCRONIZACIÓN CON PROGESTERONA EN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS CRIOLLAS

Influence of the Application of Synchronization with Progesterone on the Reproductive Performance of Creole Ewes

*Raymundo Rangel-Santos, Raymundo Rodríguez-De Lara, José Artemio Cadena-Meneses,
Christian García-Ramírez, Pedro Arturo Martínez-Hernández y Ema Maldonado-Simán**

*Posgrado en Producción Animal. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera
México-Texcoco. Chapingo. México. 56230. *maldonadoema@yahoo.com.mx. Tel. (+52) 595 952 1683, Fax (+52) 595 952 1689.*

RESUMEN

El objetivo fue determinar la dinámica folicular, la incidencia de celos, fertilidad y prolificidad de ovejas criollas mexicanas. Se utilizaron 57 ovejas distribuidas al azar a uno de tres tratamientos: T1) Aplicación i.m. de 25 mg de P₄ 48 horas (h), antes de la remoción de esponja intravaginal (n=19); T2) Aplicación i.m. de 25 mg de P₄, 24 h, antes de remover la esponja (n =20) y T3) Sin aplicación de P₄ o grupo testigo (n=18). Las esponjas contenían 20 mg de acetato de fluorogestona (FGA) y permanecieron en las ovejas por 12 días (d). El diseño experimental fue completamente al azar y la unidad experimental fue la oveja. Se determinó con ultrasonido el número de folículos ≥ 2 mm de diámetro a la hora cero (considerada el día en que se aplicó P₄ en los tratamientos, y en el grupo testigo 48 h, antes de remover la esponja), y a las 24 y 48 h después. La inseminación fue por laparoscopia y la gestación diagnosticada con ultrasonografía. Hubo aumento ($P \leq 0,05$) del número de folículos en los tratamientos, excepto en el testigo de la hora cero a las 24 h. El diámetro del folículo más grande se redujo ($P \leq 0,05$) a las 24 h después de la hora celo sólo cuando la P₄ se aplicó 48 h solo en el tratamiento P₄ 48 h a las 24 h después de la hora cero. El inicio del celo fue más tardío en el tratamiento P₄ 24 h ($P \leq 0,05$; $167,1 \pm 11,0$) comparado con los demás tratamientos. El porcentaje de gestación en el tratamiento P₄ 24 h fue superior ($P \leq 0,05$) al del testigo (70,0 vs 33,3). La aparición del celo se retrasó cuando se aplicó P₄, 24 h, antes de la remoción de la esponja y mejoró la fertilidad de ovejas criollas mexicanas.

Palabras clave: Incidencia de celos, dinámica folicular, fertilidad, prolificidad.

ABSTRACT

The objective was to determine the follicular dynamics, the incidence of estrus, fertility and prolificacy of Mexican Creole ewes. Fifty-seven Creole multiparous ewes were randomly distributed to one of three treatments: T1) Application i.m. of 25 mg of P₄ 48 hours (h), before the removal of the intravaginal sponge (n=19); T2) Application i.m. of 25 mg of P₄ 24 h, before the removal of the sponge (n=20) and T3) Without the application of P₄ or control group (n=18). The intravaginal sponges contained 20 mg of fluorogestone acetate (FGA) and remain in the ewes for 12 days (d). The experimental design was completely at random and the experimental unit was the ewe. The number of follicles ≥ 2 mm in diameter was determined with an ultrasound at zero hour (considered as the day when P₄ was applied to the treatments, and in the control group 48 h, before sponge removal), and 24 and 48 h after. The ewes were inseminated by laparoscopy and pregnancy was detected by ultrasound. There was an increase ($P \leq 0.05$) in the number of follicles in the treatments, except for the control group from the zero hour to 24 h. The largest follicular diameter was reduced ($P \leq 0.05$) at 24 h after estrus time only when P₄ was applied 48 h only in the treatments P₄ 48 h at 24 h after the zero hour. The onset of estrus was delayed in treatment P₄ 24 h ($P \leq 0.05$; $167,1 \pm 11,0$) compared with the other treatments. The pregnancy rate in treatment P₄ 24 h was higher ($P \leq 0.05$) than in the control group (70,0 vs 33,3). The onset of estrus was delayed when P₄ was applied 24 h, before sponge removal and improved fertility of native Mexican sheep.

Key words: Incidence of estrus, follicular dynamics, fertility, prolificacy.

INTRODUCCIÓN

La oveja criolla (*Ovis aries*) es descendiente de las razas Churra, Lacha y Manchega introducidas por los españoles a México durante los siglos XV al XVII [18]. El ovino criollo es una raza ampliamente utilizada en explotaciones ovinas mexicanas. La sincronización de celos en ovinos facilita el manejo eficiente de la monta en época reproductiva y la implementación de técnicas como la inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE). La sincronización se puede realizar utilizando esponjas intravaginales impregnadas con Progesterona (P_4) o progestágenos. En algunos estudios se ha comprobado que, concentraciones subluteales de P_4 promueven el crecimiento y persistencia de un folículo dominante [7, 20], incrementando la edad del folículo y retrasando la ovulación [13], ocasionando finalmente baja fertilidad de la oveja [20]. La suplementación de P_4 al final del tratamiento con esponjas intravaginales aumenta el desempeño reproductivo en ovejas [11]. Además, una elevada concentración de P_4 inducida con dispositivos intravaginales o aplicación de progestágenos indujo atresia en 80-100% de folículos ováricos persistentes y la ovulación de un nuevo folículo [2, 15], lo que podría mejorar la fertilidad. El objetivo del presente estudio fue determinar la dinámica folicular, incidencia de celos y fertilidad de ovejas criollas mexicanas, bajo un protocolo de sincronización de celos P_4 .

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El experimento se realizó de noviembre 2008 a junio 2009 en la Granja Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo localizada en Chapingo, Texcoco, estado de México a $19^{\circ}32'$ N, $98^{\circ}53'$ O y a una altura de 2250 msnm. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual de 15°C y precipitación media anual de 644,5 mm [9].

Animales, tratamientos y diseño experimental

Se utilizaron 57 ovejas criollas múltiparas ($35 \pm 5,6$ kg), en época reproductiva y clínicamente sanas. Las ovejas se distribuyeron completamente al azar a uno de tres tratamientos: T1: Aplicación i.m. de 25 mg de P_4 (Progesterona®, Fort Dodge, Animal Health, México) 48 horas (h), antes de la remoción de esponja intravaginal ($n=19$); T2: Aplicación i.m. de 25 mg de P_4 , 24 h antes de remover la esponja ($n=20$) y T3: Sin aplicación de P_4 o grupo testigo ($n=18$). Las esponjas intravaginales empleadas para sincronizar estro e inducir la ovulación en los tres tratamientos contenían 20 mg de acetato de fluorogestona (FGA) (Chrono Gest®, Intervet, México) y permanecieron en las ovejas por 12 días (d). El diseño experimental fue completamente al azar con número de repeticiones desiguales por tratamientos y la unidad experimental fue la oveja.

Alojamiento y alimentación

Las ovejas fueron alojadas en condiciones de ambiente natural en corrales de 20 m de ancho x 15 m de largo provistas de techos. Las ovejas permanecieron en estabulación y fueron alimentadas de acuerdo a sus necesidades fisiológicas de mantenimiento con heno de avena (*Avena sativa*), un concentrado comercial y una premezcla mineral ofrecida a libre acceso. Los animales tuvieron acceso libre de agua.

Manejo reproductivo

Las esponjas se removieron el día 12 y la incidencia de celos se determinó cada 6 h, iniciando 24 h post remoción utilizando machos marcadores provistos de un mandil para evitar la cópula. Las ovejas se consideraron en celo cuando permanecieron inmóviles al ser montadas por el macho. A 15 ovejas de cada tratamiento se les determinó, vía rectal, el número de folículos ≥ 2 mm de diámetro en ambos ovarios, así como el diámetro del folículo más grande en la hora cero (considerada el día en que se aplicó P_4 en los tratamientos, y 48 h antes de remover la esponja en el grupo testigo) y posteriormente a las 24 y 48 h, utilizando un aparato de ultrasonido (Sonovet 600®, Medison, Corea del Sur) equipado con un transductor lineal de 7,5 MHz. Las ovejas se inseminaron mediante laparoscopia 16 h después de detectado el celo, utilizando 100×10^6 de espermatozoides por dosis como semen fresco contenidos en una pajilla de 0,25 mL, provenientes de machos criollos de fertilidad conocida. El diagnóstico de gestación se realizó 45 d después de la IA utilizando un ultrasonido con un transductor convexo de 3,5 MHz. Al momento del parto se registró la prolificidad y el sexo.

Variables de respuesta

Para determinar el efecto de la aplicación de P_4 se evaluaron las siguientes variables: incidencia de celos, tiempo al celo, el número de folículos con diámetro ≥ 2 mm, diámetro del folículo más grande, porcentaje de gestación y prolificidad.

Análisis estadístico

Las variables incidencia de celos, porcentaje de gestación y proporción de sexos se analizaron mediante pruebas de Ji-cuadrado. El inicio de celo, el número de folículos con diámetro ≥ 2 mm, diámetro del folículo más grande y prolificidad se analizaron mediante un análisis de varianza con un modelo lineal empleando el procedimiento GLM y la comparación de medias se realizó mediante el enunciado TUKEY de GLM de SAS [17]. A excepción de las variables incidencia de celos, porcentaje de gestación e inicio de celo, la comparación de medias se realizó por tratamientos y dentro de tratamientos. En el análisis preliminar se consideró como covariable el peso de la oveja, sin embargo, no hubo diferencias ($P \geq 0,05$) y se removió del modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia de celos

Los resultados del efecto del tratamiento en la incidencia de celos se muestran en la TABLA I. No se encontraron diferencias ($P \geq 0,05$) entre tratamientos. Sin embargo, la incidencia de celos fue alta en todos los tratamientos. Husein y Ababneh [11] publicaron resultados similares (100%) en ovejas Awassi, cuando utilizaron un dispositivo intravaginal de liberación controlada de progesterona (CIDR) (300 mg de P_4) por 12 d y aplicaron 25 mg i.m. de P_4 el día 11, al igual que al utilizar esponjas intravaginales con acetato de medroxiprogesterona (MAP) y aplicar oralmente 10 mg de MAP 24 h antes de remover la esponja (100% de celos).

TABLA I
EFFECTO^z DEL TRATAMIENTO EN EL PORCENTAJE
E INICIO DEL CELO ($\bar{x} \pm$ ERROR ESTÁNDAR) DE OVEJAS
CRIOLLAS SINCRONIZADAS.

Tratamiento	N	Celos, %	Inicio del celo, h
P_4 48 h	19	89,5 ^a	110,4 \pm 11,3 ^b
P_4 24 h	20	95,0 ^a	167,1 \pm 11,0 ^a
Testigo	18	94,4 ^a	71,8 \pm 11,6 ^b

^zTratamientos con diferente literal dentro de columnas son diferentes ($P \leq 0,05$).

La incidencia de celos fue similar a la reportada por García [10], manifestándose un 85% de ovejas en celo, al utilizar una segunda esponja intravaginal (40 mg de FGA) el día 7 para aumentar la concentración de P_4 . Sin embargo, los resultados obtenidos en este experimento fueron superiores a los publicados por Das y col. [6], quienes utilizaron esponjas intravaginales con 300 ó 350 mg de P_4 por 12 d, en ovejas Merino reportando 42 y 75% de celos. Las diferencias entre estudios se pueden explicar por el tipo y concentración de P_4 aplicada, genotipo y estado fisiológico de las ovejas. Los resultados muestran que la aplicación i.m. de P_4 al final del tratamiento de sincronización no afectó la incidencia de celos.

Inicio del celo

La hora de inicio del celo en general se presentó después de las 48 h del retiro de la esponja para los tratamientos como se puede observar en la TABLA I. No hubo diferencias ($P \geq 0,05$) entre los tratamientos testigo y el tratamiento P_4 48 h. Sin embargo, en el tratamiento P_4 24 h el inicio del celo fue más tardío ($P \leq 0,05$), en comparación con los demás grupos. El inicio del celo de las ovejas del grupo testigo, P_4 48 h y P_4 24 h fue más tardío en comparación con la manifestación del celo en ovejas Awassi, que recibieron oralmente 10 mg de MAP 24 h antes de retirar la esponja que permaneció insertada por 12 d (54,5 \pm 2,9 h) [11]. También el momento de inicio del celo para los tres tratamientos evaluados en este estudio fue más amplio comparativamente con ovejas que recibieron

25 mg i.m. de P_4 24 h antes de retirar el CIDR (45,4 \pm 2,4 h) [11]. Los resultados del grupo testigo son similares a los publicados por Das y col. [6] (75,3 \pm 12,4 h) al utilizar una esponja con 300 mg de P_4 por 12 d.

Los protocolos comúnmente usados para sincronizar celos en ovejas usando dispositivos conteniendo P_4 o progestágenos ocasionan la formación de folículos persistentes y mantienen concentraciones altas de 17- β estradiol por largos periodos de tiempo [13]. La aplicación de P_4 en vacas (*Bos taurus*) induce la regresión de folículos persistentes [2, 15]. Al remover el dispositivo de sincronización, la concentración de P_4 disminuye y nuevos folículos saludables con posibilidad de ovular, crecen y producen 17- β estradiol [13]. Altas concentraciones de 17- β estradiol han sido asociadas positivamente con la frecuencia de pulsos, amplitud y concentración media de LH [15], finalmente se manifiesta el pico preovulatorio de LH y la ovulación de un ovocito viable [13].

Las ovejas del tratamiento P_4 24 h retrasaron la aparición del celo de forma marcada comparadas con los otros dos, lo cual pudiera explicarse debido a una concentración alta de P_4 en ese tratamiento, al recibir la P_4 exógena más cerca del retiro de la esponja. En el presente estudio no se determinó la concentración de P_4 , sin embargo, Husein y Ababneh [11] en ovejas tratadas con 20 mg de P_4 un día antes de su remoción reportaron concentraciones superiores de P_4 al remover la esponja y un retraso en el momento del pico preovulatorio de LH. Lo cual podría sugerir que las ovejas del tratamiento P_4 24 h requirieron más tiempo para el reclutamiento y maduración de los folículos ovulatorios.

Dinámica folicular

El número de folículos ≥ 2 mm de diámetro en la hora cero, a las 24 y 48 h se muestran en la TABLA II. El número de folículos en la hora cero no fue diferente ($P \geq 0,05$) entre tratamientos. Sin embargo, a las 24 y 48 h, el número de folículos fue inferior ($P \leq 0,05$) en el grupo testigo comparado con los otros tratamientos. No se observaron diferencias en el número de folículos entre los tratamientos P_4 48 h y P_4 24 h a las 24 y 48 h. En el grupo testigo no se encontraron diferencias ($P \geq 0,05$) en el número de folículos en la hora cero, a las 24 y 48 h. En los tratamientos P_4 48 h y P_4 24 h se encontraron diferencias ($P \leq 0,05$) en el número de folículos en la hora cero comparativamente con el número de folículos a las 24 y 48 h, incrementando el número de folículos de la hora cero a las 24 h, pero no se encontraron diferencias ($P \geq 0,05$) al comparar el número de folículos entre las 24 y 48 h en los tratamientos P_4 48 h y P_4 24 h. La menor población de folículos ≥ 2 mm en el grupo testigo posiblemente está relacionado con la presencia de un folículo dominante persistente [20], el cual ha sido identificado consistentemente al usar protocolos largos de sincronización con P_4 o progestágenos [13, 20] y, interfiere con el desarrollo de una nueva onda folicular [20]. Por lo que es conveniente evitar la formación de folículos dominantes persistentes [19], lo cual ha sido logrado con la aplica-

TABLA II
MEDIAS^Z (± ERROR ESTÁNDAR) PARA EL NÚMERO DE FOLÍCULOS ≥ 2 MM DE DIÁMETRO EN LA HORA CERO, 24 Y 48 H DESPUÉS, DE OVEJAS CRIOLLAS SINCRONIZADAS.

Tratamiento	N	Número de folículos		
		Hora cero ^y	24 h después	48 h después
P ₄ 48 h	15	2,1 ± 0,2 ^{ac}	3,3 ± 0,3 ^{bd}	3,5 ± 0,2 ^{bd}
P ₄ 24 h	15	2,0 ± 0,2 ^{ac}	3,4 ± 0,3 ^{bd}	3,6 ± 0,2 ^{bd}
Testigo	15	2,0 ± 0,2 ^{ac}	2,2 ± 0,3 ^{ac}	2,1 ± 0,2 ^{ac}

^ZMedias sin una letra en común, dentro de columnas^{a,b} y filas^{c,d}, son diferentes (P≤0,05). ^y Día en que se aplicó P₄ en los tratamientos.

ción de dosis altas de P₄ [2, 20], al reducir principalmente la frecuencia de pulsos de LH, pero también su amplitud y concentración total [2, 14]. Por otro lado, el incremento en la población de folículos a las 24 y 48h después de la aplicación de P₄, posiblemente está asociada a un disminución en la frecuencia de pulsos de LH al inducirse un cambio de una baja a una alta concentración de P₄ [2, 3], estimulando el desarrollo de una nueva onda folicular ovárica.

En la TABLA III se muestran los resultados del diámetro del folículo más grande. No existieron diferencias (P≥0,05) entre tratamientos a la hora cero. A las 24 h se encontraron diferencias (P≤0,05) entre el grupo testigo y el tratamiento P₄ 48 h. Sin embargo, el grupo T3 fue similar (P≥0,05) al tratamiento T2 y T1 fue similar (P≥0,05) al tratamiento P₄ 24 h. No se encontraron diferencias (P≥0,05) en el diámetro del folículo más grande entre tratamientos a las 48 h. No hubo diferencias (P≥0,05) en el grupo testigo manteniéndose constante el diámetro del folículo más grande a la hora cero, a las 24 y 48 h. En el T1 hubo diferencias (P≤0,05) en el diámetro del folículo más grande entre la hora cero y a las 24 h, pero fue similar (P≥0,05) entre la hora cero y a las 48 h.

TABLA III
MEDIAS^Z (± ERROR ESTÁNDAR) PARA EL DIÁMETRO DEL FOLÍCULO MÁS GRANDE EN LA HORA CERO, 24 Y 48 H DESPUÉS, DE OVEJAS CRIOLLAS SINCRONIZADAS.

Tratamiento	N	Diámetro del folículo más grande, mm		
		Hora cero ^y	24 h después	48 h después
P ₄ 48 h	15	3,4 ± 0,2 ^{ac}	2,5 ± 0,2 ^{bd}	3,1 ± 0,1 ^{ac}
P ₄ 24 h	15	3,2 ± 0,2 ^{ac}	2,8 ± 0,2 ^{abc}	2,8 ± 0,1 ^{ac}
Testigo	15	3,2 ± 0,2 ^{ac}	3,2 ± 0,2 ^{ac}	3,2 ± 0,1 ^{ac}

^ZMedias sin una letra en común, dentro de columnas^{a,b} y filas^{c,d}, son diferentes (P≤0,05). ^y Día en que se aplicó P₄ en los tratamientos.

El grupo testigo, el cual no recibió P₄ exógena, no presentó cambio en el número de folículos a la hora cero (48 h antes de la remoción de la esponja), a las 24 y 48 h en comparación con los demás tratamientos. Bajas concentraciones de P₄ al final de los

protocolos de sincronización usando dispositivos conteniendo P₄ o progestágenos han sido consistentemente reportados [1, 11, 12], permitiendo el desarrollo de folículos persistentes [11, 13], lo cual pudo haber ocurrido en el grupo Testigo. Se observó un aumento (P≤0,05) del número de folículos en los tratamientos P₄ 48 h y P₄ 24 h, posiblemente debido a que la P₄ indujo la regresión de folículos ováricos persistentes [2, 15], y el desarrollo de una nueva onda folicular.

El diámetro del folículo más grande a la hora cero fue similar al diámetro del folículo dominante en ovejas criollas reportado por Cruz [5], a los 10 d del periodo de sincronización, observando 3,0 ± 0,0 y 3,3 ± 0,5 mm en ovejas que recibieron una o dos esponjas por 12 d. También es similar al encontrado por Román y col. [16], quienes publicaron 3,4 mm de diámetro del folículo preovulatorio en ovejas criollas. En general, los resultados demostraron que no existe variación significativa en el diámetro de folículo más grande entre ovejas criollas. En el grupo testigo se mantuvo constante el diámetro del folículo dominante, resultado similar al encontrado por Flynn y col. [8] al utilizar una esponja intravaginal con 60 mg de MAP, causando la ovulación de un folículo dominante persistente en ovejas Suffolk y Texel.

El diámetro del folículo más grande en el tratamiento P₄ 48 h tuvo una regresión a las 24 h después de la aplicación de P₄, indicando posiblemente el inicio del proceso de atresia. Así mismo, el diámetro folicular de los tratamientos P₄ 48 h y P₄ 24 h se redujo a las 24 h después de la hora cero, en comparación con el grupo testigo, el cual mantuvo su diámetro constante.

Porcentaje de gestación y prolificidad

El porcentaje de gestación del grupo testigo fue inferior (P≤0,05) sólo al del T2. (TABLA IV). El porcentaje de gestación del tratamiento P₄ 48 h fue similar al encontrado por Das y col. [6], reportando porcentajes de 60 y 57 al utilizar esponjas con 300 ó 350 mg de P₄ por 12 d. Los resultados difieren con Husein y Ababneh [11], quienes encontraron 100% de gestación al aplicar 25 mg de P₄ i.m. el día 11 en un protocolo de sincronización de 12 d con CIDR, también al proporcionar 10 mg de MAP vía oral un día antes de remover las esponjas intravaginales conteniendo MAP. También es diferente al 94,1% reportado por García [10], al utilizar una segunda esponja conteniendo 40 mg de FGA el día 7 de un protocolo de sincronización de 12 d. El porcentaje de gestación del tratamiento P₄ 24 h fue superior al testigo (P≤0,05), lo cual confirmó que la aplicación de 25 mg de P₄ i.m. un día antes de retirar la esponja mejora la fertilidad, posiblemente al inducir la regresión de algún folículo dominante, seguido de la emergencia y ovulación de un nuevo folículo [2, 11, 15].

No se encontraron diferencias (P≥0,05) en la prolificidad entre tratamientos, asimismo, la proporción de sexos de los corderos fue similar (P≥0,05) entre tratamientos (TABLA IV). La prolificidad de todos los grupos fue similar a la observada por Husein y Ababneh [11] en ovejas que recibieron vía oral 10 mg de MAP o 25 mg de P₄ i.m. 24 h antes de reti-

TABLA IV
EFFECTO² DEL TRATAMIENTO EN EL PORCENTAJE DE
GESTACIÓN, PROLIFICIDAD ($\bar{x} \pm$ ERROR ESTÁNDAR) Y
SEXO DE LAS CRÍAS DE OVEJAS CRIOLLAS
SINCRONIZADAS.

Tratamiento	N	Gestación, %	Prolificidad	Sexo, %	
				Machos	Hembras
P ₄ 48 h	19	47,4 ^{ab}	1,2 ± 0,2 ^a	60 ^{ac}	40 ^{ac}
P ₄ 24 h	20	70,0 ^b	1,0 ± 0,2 ^a	63 ^{ac}	37 ^{ac}
Testigo	18	33,3 ^a	1,0 ± 0,2 ^a	50 ^{ac}	50 ^{ac}

²Tratamientos con diferente literal dentro de columnas^{ab} y filas^{cd}, son diferentes (P ≤ 0,05).

rar el dispositivo intravaginal (1,3 ± 0,1 y 1,4 ± 0,1). La baja prolificidad de ovejas criollas en el presente estudio, también ha sido reportada en otras investigaciones [4].

CONCLUSIONES

La aplicación de P₄ 24 ó 48 h antes de retirar la esponja intravaginal incrementó el número de folículos ≥ 2 mm a las 24 y 48 h después de su aplicación. La aparición del celo se retrasó cuando se aplicó P₄ 24 h antes de la remoción de la esponja y mejoró la fertilidad de ovejas criollas mexicanas.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo por proporcionar el material y animales para la realización del presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] AMER, H.A.; HAZZAA, A. M. The effect of different progesterone protocols on the reproductive efficiency of ewes during the non-breeding season. **Vet. Archiv.** 79: 19-30. 2009.

[2] ANDERSON, L.H.; DAY, M.L. Acute progesterone administration regresses persistent dominant follicles and improves fertility of cattle in which estrus was synchronized with melengestrol acetate. **J. Anim. Sci.** 72: 2955-2961. 1994.

[3] BERGFELD, E.G.M.; KOJIMA, F.N.; CUPP, A.S.; WEHRMAN, M.E.; PETERS, K.E.; MARISCAL, V.; SANCHEZ, T.; KINDER, J.E. Changing dose of progesterone results in sudden changes in frequency of LH pulses and secretion of 17b-estradiol in bovine females. **Biol. Reprod.** 54:546-553.1996.

[4] CÓRDOVA, I.A.; RUIZ, L.G.; SALTIJERAL, O.J.; PÉREZ, G.J.F.; DEGEFA, D.T. Inducción y sincronización

de celos en ovejas Criollas anéstricas estacionales con esponjas vaginales impregnadas en FGA y PMSG inyectable. **Arch. de Zoot.** 48: 437-440. 1999.

[5] CRUZ R., R.M. Niveles de progesterona en ovejas Criollas sincronizadas utilizando una y dos esponjas intravaginales. Universidad Autónoma Chapingo, México. Tesis de Grado. Pp: 1-54. 2007.

[6] DAS, G.K.; NAQVI, S.M.K.; GULYANI, R.; PAREEK, S.R.; MITTAL, J.P. Effect of two doses of progesterone on estrus response and fertility in acycling crossbred Bharat Merino ewes in a semi-arid tropical environment. **Small Rum. Res.** 37: 159-163. 2000.

[7] EVANS, A.C.O.; FLYNN, J.D.; QUINN, K.M. ; DUFFY, P.; QUINN, P.; MADGWICK, S.; CROSBY, T.F.; BOLAND, M.P.; BEARD, A.P. Ovulation of aged follicles does not affect embryo quality or fertility after a 14-day progestagen estrus synchronization protocol in ewes. **Theriogenol.** 56: 923-936. 2001.

[8] FLYNN, J.D.; DUFFY, P.; BOLAND, M.P.; EVANS, A.C.O. Progestagen synchronisation in the absence of a corpus luteum results in the ovulation of a persistent follicle in cyclic ewe lambs. **Anim. Reprod. Sci.** 62: 285-296. 2000.

[9] GARCÍA, E. Datos meteorológicos de las estaciones empleados en las cartas de la CETENAL. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 2^a Ed. Indianápolis. México. 75 pp. 1998.

[10] GARCÍA R., C. Comportamiento reproductivo de ovejas Criollas sincronizadas con una y dos esponjas intravaginales. Universidad Autónoma Chapingo, México. Tesis de Grado. Pp: 1-42. 2007.

[11] HUSEIN, M. Q.; ABABNEH, M.M. A new strategy for superior reproductive performance of ewes bred out-of-season utilizing progestagen supplement prior to withdrawal of intravaginal pessaries. **Theriogenol.** 69: 376-383. 2008.

[12] HUSEIN, M.Q.; KRIDL, R.T. Reproductive responses of Awassi ewes treated with either naturally occurring progesterone or synthetic progestagen. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 15: 1257-1262. 2002.

[13] JOHNSON, S.K.; DAILEY, R.A.; INSKEEP, E.K.; LEWIS, P.E. Effect of peripheral concentrations of progesterone on follicular growth and fertility in ewes. **Dom. Anim. Endocr.** 13: 69-79. 1996.

[14] KINDER, J.E.; KOJIMA, F.N.; BERGFELD, E.G.M.; WEHRMAN, M.E.; FIKE, K.E. Progestin and estrogen regulation of pulsatile LH release and development of persistent ovarian follicles in cattle. **J. Anim. Sci.** 74: 1424-1440. 1996.

[15] MCDOWELL, C.M.; ANDERSON, L.H.; KINDER, J.E.; DAY, M.L. Duration of treatment with progesterone and

- regression of persistent ovarian follicles. **J. Anim. Sci.** 76: 850-855. 1998.
- [16] ROMÁN R., E.; SANTOS C., M.R.; RANGEL S., R.; RODRÍGUEZ D.L., R.; AYALA O., J.; APODACA S., C.; SÁNCHEZ D.R., C. Número y tamaño de folículos preovulatorios en ovejas con celo inducido. En: **XVIII Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos**. Mexicali, B.C. 2 al 3 de octubre. México. Pp. 302. 2008.
- [17] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). SAS/STAT User's Guide. Release 9.1. 2004.
- [18] ULLOA-ARVIZU, R.; GAYOSSO-VÁZQUEZ, A.; ALONSO M., R.A. Origen genético del ovino Criollo mexicano (*Ovis aries*) por el análisis del gen citocromo C oxidasa subunidad I. **Téc. Pec. Méx.** 47: 323-328. 2009.
- [19] UNGERFELD, R.; RUBIANES, E. Effectiveness of short-term progestogen primings for the induction of fertile oestrus with eCG in ewes during late seasonal anoestrus. **Anim. Sci.** 68: 349-353. 1999.
- [20] VIÑOLES, C.; MEIKLE, A.; FORSBERG, M.; RUBIANES, E. The effect of subluteal levels of exogenous progesterone on follicular dynamics and endocrine patterns during the early luteal phase of the ewe. **Theriogenol.** 51: 1351-1361. 1999.