

EFFECTO DE L-ARGININA Y ACEITE DE PESCADO EN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS DE PELO SINCRONIZADAS CON UN PROGESTÁGENO

EFFECT OF L-ARGININE AND FISH OIL ON THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF HAIR SHEEP SYNCHRONIZATION WITH A PROGESTAGEN

Gerónimo Bulbarena-García¹, Arturo Pro-Martínez¹, C. Miguel Becerril-Pérez¹, Pablo Díaz-Rivera², Adalberto Rosendo-Ponce², Jaime Gallegos-Sánchez^{1*}

¹Ciencia Animal. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. ²Ciencia Animal. Campus Veracruz. Km 36.5. (gallegos@colpos.mx)

RESUMEN

L-arginina es el sustrato de la enzima óxido nítrico sintetasa para la producción de óxido nítrico (NO), el cual influye en la fisiología reproductiva, mientras que el aceite de pescado inhibe la producción de NO. Por tanto, se estudiaron los efectos de un suplemento (por 3 d) de L-arginina (A) y aceite de pescado (AC) en el inicio del estro (E), porcentaje de estros (PE), tasa ovulatoria (TO), porcentaje de gestación (PG) y prolificidad (PR) en ovejas de pelo tratadas (12 d) con 40 mg de acetato de fluorogestona (AFG) impregnada en esponja de poliuretano vía intravaginal. Los tratamientos fueron: P=sólo progesterona oleosa (n=7); AFG+eCG=40 mg acetato de fluorogestona (12 d) + 400 UI gonadotropina coriónica equina (eCG; n=8); AFG+A=AFG + 300 mg kg⁻¹ A (n=10); AFG+AC = AFG + 6 % AC (n=11); AFG+A+AC (n=8). El E fue diferente ($p \leq 0.05$) en las ovejas del AFG+eCG con 33.20 ± 3.90 h. El PE no fue diferente entre las ovejas de AFG+eCG, AFG+A y AFG+AC, pero diferente ($p \leq 0.05$) con respecto a AFG+A+AC y P. La TO entre las ovejas fue diferente ($p \leq 0.05$) para AFG+A (1.70 ± 0.13), AFG+A+AC (1.80 ± 0.13), AFG+AC (1.60 ± 0.16) de cuerpos lúteos por oveja vs AFG+eCG (1.50 ± 0.19) y P (1.40 ± 0.25). El PG fue diferente ($p \leq 0.05$) en AFG+eCG 100 % (8/8) y AFG+AC 90.9 % (10/11) vs AFG+A 70.0 % (7/10) y AFG+A+AC 87.5 % (7/8) y P con 28.6 % (2/7). La PR fue diferente ($p \leq 0.05$): el mayor número de corderos por oveja se obtuvo con AFG+A (1.7 ± 0.18) y el menor número con AFG+A+AC (1.1 ± 0.14), no hubo diferencia en PR entre las ovejas de P (1.5 ± 0.50), AFG+eCG (1.4 ± 0.18) y AFG+AC (1.4 ± 0.16). Las ovejas tratadas con AFG+A y AFG+AC presentaron características reproductivas similares a aquellas de AFG+eCG y mejor que con P. Hubo una interacción negativa en la PR con el suplemento de A+AC. Aparentemente A influye en el comportamiento reproductivo de la oveja de pelo.

Palabras clave: Aceite de pescado, acetato de fluorogestona, L-arginina, prolificidad, tasa ovulatoria.

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: Noviembre, 2007. Aprobado: Abril, 2009.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 43: 371-377. 2009.

ABSTRACT

L-arginine is a substrate of the enzyme nitric oxide synthase for production of nitric oxide (NO), which has an influence in reproductive physiology, while fish oil inhibits the production of NO. Therefore, an study was performed about the effects of a supplement (for 3 d) of L-arginine (A) (for 3 d) and fish oil (AC) on the onset of estrus (E), percentage of estrus (PE), ovulatory rate (TO), percentage gestation (PG) and prolificity (PR) in hair sheep ewes treated (12 d) with 40 mg of fluorogestone acetate (AFG) using an impregnated polyurethane sponge inserted into the vagina. The treatments were the following: P=progesterone oil alone (n=7); AFG+eCG=40 mg fluorogestone acetate (12 d) + 400 IU equine chorionic gonadotropin (eCG; n=8); AFG+A=AFG+300 mg kg⁻¹ A (n=10); AFG+AC=AFG+6 % AC (n=11); AFG+A+AC (n=8). E was different ($p \leq 0.05$) in ewes treated with AFG+eCG with 33.20 ± 3.9 h. PE was not different among ewes treated with AFT+eCG, AFG+A and AFG+AC, but it was different ($p \leq 0.05$) from that of those treated with AFG+A+AC and those treated with P alone. TO among ewes was different ($p \leq 0.05$) for AFG+A (1.70 ± 0.13), AFG+A+AC (1.80 ± 0.13), AFG+AC (1.60 ± 0.16) corpora lutea per ewe vs AFG+ECG (1.50 ± 0.19) and P (1.40 ± 0.25). PG was different ($p \leq 0.05$) in AFG+eCG 100% (8/8) and AFG+AC 90.9 % (10/11) vs AFG+A 70.0 % (7/10) and AFG+A+AC 87.5 % (7/8) and P 28.6 % (2/7). PR was different ($p \leq 0.05$): the largest number of lambs per ewe was obtained with AFG+A (1.7 ± 0.18) and the smallest number with AFG+A+AC (1.1 ± 0.14). There was no difference in PR among the ewes treated with P (1.5 ± 0.50), AFG+eCG (1.4 ± 0.18) and AFG+AC (1.4 ± 0.16). The ewes treated with AFG+A and AFG+AC showed reproductive characteristics similar to those treated with AFG+eCG and better characteristics than those treated with P alone. There was a negative interaction in PR with the supplement A+AC. A apparently influences the reproductive behavior of hair sheep ewes.

Key words: Fish oil, fluorogestone acetate, L-arginine, prolificity, ovulatory rate.

INTRODUCCIÓN

El aminoácido L-arginina fue aislado en 1886 de semillas de *Lupinus* sp. (Wu y Morris, 1998) y la alimentación con grano de lupino tiene efectos positivos en el comportamiento reproductivo (Blache *et al.*, 2000). Este aminoácido es usado para la síntesis de proteína, óxido nítrico (NO), urea, poliaminas, prolina, glutamato, creatinina y agmatina. El NO estimula la enzima intracitoplasmática guanilato ciclasa soluble, responsable de la síntesis de guanósín monofosfato cíclico (cGMP) que participa en la regulación de la presión sanguínea, la respuesta inmune, la detección de olores, la agregación de plaquetas, la neurotransmisión, la función ovárica, el desarrollo folicular y la ovulación (Dhandapani y Brann, 2000; Alderton *et al.*, 2001; Squires, 2001).

L-arginina, convertida a ornitina, puede estimular la producción de GH y la secreción de LH (Recabarren *et al.*, 1996a; Recabarren *et al.*, 1996b). Hamra *et al.* (2003) reportaron diferencias en la edad a la pubertad de ovejas con un suplemento de L-arginina comparadas con las sin suplemento.

Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAS) se han usado para enriquecer el contenido de omega 3 y 6 de la leche bovina y ovina (Kitessa *et al.*, 2003). El aceite de pescado es rico en ácido eicosapentanoico (EPA) y docosahexanoico (DHA) que mejoran la supervivencia embrionaria (Robinson *et al.*, 2006) e intervienen en la función ovárica y uterina afectando la tasa de preñez (Mattos *et al.*, (2000). Los ácidos linolénico y linoleico reducen los niveles de progesterona en la fase lútea temprana (Robinson *et al.*, 2002) y el aceite vegetal aumenta la actividad ovárica postparto (Marín *et al.*, 2007).

En la reproducción de la oveja influyen la fertilidad, prolificidad y supervivencia de corderos. La prolificidad la determina la tasa ovulatoria que se puede aumentar mediante el manejo nutricional (Scaramuzzi, 1988), debido a que la energía, proteína y aminoácidos, participan en la producción de hormonas e intervienen en el metabolismo del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (Robinson *et al.*, 2006). Tsukahara *et al.* (1998) observaron *in vitro* que el NO estimula e inhibe al glutamato en el proceso de secreción de GnRH con participación de los estrógenos y la enzima óxido nítrico sintetasa (NOS), la cual utiliza L-arginina.

Además, el desarrollo folicular y la ovulación involucran la integración de señales de diversos órganos (Rajkovic *et al.*, 2006). Los neurotransmisores glutamato y NO influyen en el pico preovulatorio de LH, porque el glutamato activa la producción del neurotransmisor gaseoso NO (Dhandapani y Brann, 2000). Por tanto, los objetivos del presente trabajo

INTRODUCTION

The amino acid L-arginine was isolated in 1886 from *Lupinus* sp seeds (Wu and Morris, 1998), and feeding with lupine grain has positive effects on reproductive behavior (Blache *et al.*, 2000). This amino acid is used to synthesize protein, nitric oxide (NO), urea, polyamines, proline, glutamate, creatinine and agmatine. NO stimulates the soluble intracytoplasmatic enzyme guanylate cyclase, responsible for the synthesis of cyclic guanosine monophosphate (cGMP) that participates in regulating blood pressure, immune response, odor detection, platelet aggregation, neurotransmission, ovarian function, follicle development, and ovulation (Dhandapani and Brann, 2000; Alderton *et al.*, 2001; Squires, 2001).

L-arginine, converted to ornithine, can stimulate the production of GH and the secretion of LH (Recabarren *et al.*, 1996a; Recabarren *et al.*, 1996b). Hamra *et al.* (2003) reported differences in ewe age at puberty when fed with a supplement of L-arginine compared with ewes fed without the supplement.

Polyunsaturated fatty acids (PUFAS) have been used to enrich the content of omega 3 and 6 of cow and sheep milk (Kitessa *et al.*, 2003). Fish oil is rich in eicosapentanoic acid (EPA) and docosahexanoic acid (DHA), which improves embryo survival (Robinson *et al.*, 2006) and intervenes in ovarian and uterine function, affecting pregnancy rate (Mattos *et al.*, 2000). Linolenic and linoleic acids reduce progesterone levels in the early luteal phase (Robinson *et al.*, 2002) and vegetable oil increases postpartum ovarian activity (Marín *et al.*, 2007).

In ewe reproduction, fertility, prolificity and lamb survival have an influence. Prolificity is determined by the ovulatory rate that can be increased by nutritional management (Scaramuzzi, 1988) since energy, proteins and amino acids participate in the production of hormones and intervene in metabolism of the hypothalamus-hypophysis-gonadal axis (Robinson *et al.*, 2006). Tsukahara *et al.* (1998) observed *in vitro* that NO stimulates and inhibits glutamate in the process of GnRH secretion, with participation of estrogens and the enzyme nitric oxide synthetase (NOS), which uses L-arginine.

Also, follicle development and ovulation involve the integration of signals from diverse organs (Rajkovic *et al.*, 2006). The neurotransmitters glutamate and NO affect the preovulatory LH peak because glutamate activates the production of the gaseous neurotransmitter NO (Dhandapani and Brann, 2000). Therefore, the objectives of this study were to evaluate the effect of L-arginine and fish oil on the reproductive behavior of

fueron evaluar el efecto de L-arginina y aceite de pescado en el comportamiento reproductivo de la oveja y disminuir el uso de gonadotropina coriónica equina, así como determinar si el efecto del grano de lupino se debe a su alto contenido de L-arginina.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental se realizó en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos del Colegio de Postgraduados, ubicado a 98° 53' O y 19° 29' N y 2240 m de altitud. Se usaron 44 ovejas de pelo con al menos un parto y peso promedio de 44.49±8.51 kg.

Las ovejas pastorearon de 08.00 a 15.00 h en praderas de alfalfa (*Medicago sativa*) y pasto ovillo (*Dactylis glomerata*). Al término del pastoreo recibieron una dieta con heno (1 kg oveja⁻¹ d⁻¹) y concentrado comercial con 15 % de proteína (500 g oveja⁻¹ d⁻¹).

Los tratamientos fueron asignados aleatoriamente a las ovejas: 1) P=sólo progesterona oleosa (P; n=7); 2) AFG+eCG=40 mg acetato de fluorogestona (AFG) +400 UI gonadotropina coriónica equina (eCG) (AFG+eCG; n=8); 3) AFG+A=AFG+300 mg kg⁻¹ L-arginina (AFG+A; n=10); 4) AFG+6 % aceite de pescado (AC, AFG+AC; n=11); 5) AFG+A+AC (n=8). Todas las ovejas fueron tratadas con 0.286 mg prostaglandinas (PGF_{2α}) vía intramuscular (vi) al colocarlas la esponja intravaginal.

El inicio del experimento (Figura 1) se consideró el día de colocación de las esponjas (Cronolone-Chrono-Gest-Intervet®) por 12 d y sólo las ovejas del tratamiento AFG+eCG recibieron vi 400 IU eCG (Folligon-Intervet®).

Las variables fueron: (E)=horas al estro después de retirar las esponjas, definido como tiempo de respuesta; (PE)=porcentaje de estros, considerando el número de ovejas en estro entre número de ovejas del tratamiento; (TO)=tasa ovulatoria, el total de cuerpos lúteos dividido entre número de ovejas; (PG)= porcentaje de gestación, determinado como el número de ovejas gestantes entre número de ovejas servidas; (PR)=prolificidad, calculada por el número de corderos nacidos entre número de ovejas paridas. El diagnóstico de

the ewe and reduce the use of equine chorionic gonadotropin, as well as to determine whether the effect of lupine grain is due to its high content of L-arginine.

MATERIALS AND METHODS

The experimental phase was conducted at the Laboratory of Sheep and Goat Reproduction of the Colegio de Postgraduados located at 98° 53' W and 19° 29' N at an altitude of 2240 m. Forty-four hair ewes were used with at least one lambing and an average weight of 44.49±8.51 kg.

The ewes grazed pastures of alfalfa (*Medicago sativa*) and orchard grass (*Dactylis glomerata*) between 8.00 and 15.00 h. After grazing they received a diet of hay (1 kg ewe⁻¹ d⁻¹) and commercial concentrate with 15% protein (500 g ewe⁻¹ d⁻¹).

The treatments were assigned to ewes at random: 1) P=progesterone oil alone (n=7); 2) AFG+eCG = 40 mg fluorogestone acetate (12 d) + 400 IU equine chorionic gonadotropin (eCG) (AFG + eCG); n=8); 3) AFG+A=AFG+300 mg kg⁻¹ L-arginine (AFG+A; n=10); 4) AFG + 6 % fish oil (AC, AFG+AC; n=11); 5) AFG+A+AC (n=8). All of the ewes were treated with a 0.286 mg of prostaglandins (PGF_{2α}) via intramuscular (vi) when the intravaginal sponge was put in place.

The beginning of the experiment (Figure 1) was considered as the day sponges were inserted. The sponges (Cronolone-Chrono-Gest-Intervet®) were left for 12 d, and only those ewes treated with AFG+eCG received vi 400 IU eCG (Folligon Intervet®).

The variables were (E)=hours to estrus after removing sponges, defined as response time; (PE)= percentage of estrus, dividing the number of ewes in estrus by the number of ewes under treatment; (TO)=ovulatory rate, the total corpora lutea divided by the number of ewes; (PG)=percentage of gestation, determined as the number of pregnant ewes divided by the number of serviced ewes; (PR)=prolificity, calculated by the number of lambs born divided by the number of ewes giving birth. Estrus was detected using a ram covered by an apron. Insemination was done by natural mounting at

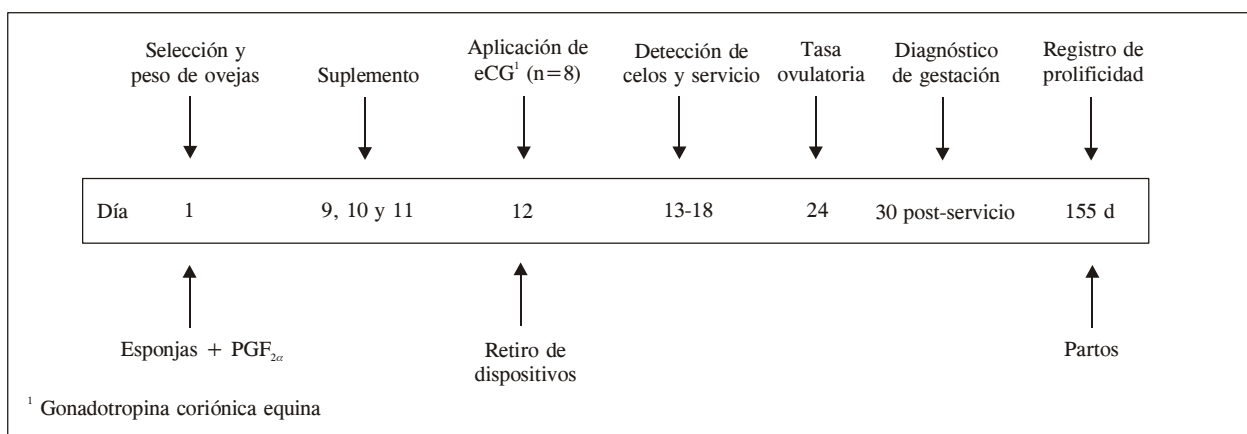


Figura 1. Protocolo de investigación.

Figure 1. Research protocol.

estros se realizó con un carnero provisto de mandil; la inseminación fue por monta natural a estro detectado y la tasa ovulatoria; el porcentaje de gestación por ultrasonido con un equipo Sonovet 600 con sonda de 7.5 mHz vía rectal.

El diseño experimental fue completamente al azar con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots t ; j = 1, 2, 3 \dots r$$

donde, Y_{ij} =variable de respuesta en i -ésimo tratamiento, j -ésima repetición; μ =media general; τ_i =efecto del i -ésimo tratamiento; j_i =efecto de la j -ésima repetición; ε_{ij} =error experimental i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

El análisis de los datos se realizó con los procedimientos GLM para la variable E; CATMOD para las variables PE, TO y PR; LOGISTIC para la variable PG, usando SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El menor E se obtuvo en las ovejas del tratamiento AFG+eCG, no hubo diferencias entre AFG+A, AFG+AC y AFG+A+AC, y el mayor E fue para P ($p \leq 0.05$; Cuadro 1). El efecto de la eCG sobre E fue evidente, aunque en el presente estudio se buscaron alternativas al uso indiscriminado de productos hormonales.

Aún sin usar eCG, los resultados de E con los tratamientos AFG+A, AFG+AC y AFG+A+AC, fueron similares a los obtenidos por Iida *et al.* (2004) al usar tres fuentes de progestágenos más eCG. Sin embargo, Kohno *et al.* (2005) no reportaron diferencias en ovejas tratadas con AFG y 500 UI eCG, 24 h antes

detectado estrus and ovulatory rate, and gestation was ascertained by ultrasound Sonovet 600 equipment with a 7.5 mHz rectal probe.

The experimental design was completely random with the following statistical model:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots t ; j = 1, 2, 3 \dots r$$

where Y_{ij} = response variable in the i^{th} treatment, j^{th} replication; m =general mean; τ_i =effect of the i^{th} treatment; j_i =effect of the j^{th} replication; ε_{ij} =experimental error of the i^{th} treatment in the j^{th} replication.

Analysis of the data was performed in SAS (1999) with the GLM procedures for the E variable, CATMOD for the PE, TO and PR variables, and LOGISTIC for the PG variable.

RESULTS AND DISCUSSION

The lowest E was obtained in ewes treated with AFG+eCG; there were no differences among AFG+A, AFG+AC and AFG+A+AC. The highest E was found for P ($p \leq 0.05$; Table 1). The effect of eCG on E was evident, although the present study aimed to find alternatives to indiscriminate use of hormonal products.

Even without the use of eCG, the results of E with the treatments AFG+A, AFG+AC, and AFG+A+AC were similar to those obtained by Iida *et al.* (2004), who used three sources of progestagens plus eCG. However, Kohno *et al.* (2005) reported that there were no differences in ewes treated with AFG and 500 IU eCG 24 h before withdrawing the sponges. Barbas *et al.* (2002) obtained similar results with 30 mg AFG plus 250 IU eCG compared with AFG plus 500 IU eCG, when sponges were removed.

Cuadro 1. Comportamiento reproductivo en ovejas de pelo según tratamiento.
Table 1. Reproductive behavior of hair sheep ewes by treatment.

Variable	P	AFG+eCG	AFG+A	AFG+AC	AFG+A+AC
Número de ovejas	7	8	10	11	8
E h	87.0 ± 11.0 c	33.2 ± 3.9 a	59.7 ± 4.8 b	57.8 ± 6.5 b	62.4 ± 4.8 b
(n)	(2)	(8)	(10)	(10)	(7)
PE %	28.6 ± 18.4 a	100.0 ± 0.0 c	100.0 ± 0.0 c	90.9 ± 9.0 c	87.5 ± 12.5 b
(n)	(2)	(8)	(10)	(10)	(7)
TO	1.4 ± 0.25 a	1.5 ± 0.19 a	1.7 ± 0.13 c	1.6 ± 0.16 b	1.8 ± 0.13 c
(n)	(5)	(8)	(10)	(11) [†]	(8)
PG %	28.6 ± 18.4 a	100.0 ± 0.0 c	70.0 ± 15.3 b	90.9 ± 9.0 c	87.5 ± 12.5 b
(n)	(2)	(8)	(7)	(10)	(7)
PR	1.5 ± 0.5 b	1.4 ± 0.18 b	1.7 ± 0.18 c	1.4 ± 0.16 b	1.1 ± 0.14 a
(n)	(2)	(8)	(7)	(10)	(7)

Variables en una hilera con distinta literal son diferentes ($p \leq 0.05$).

[†] En AFG+AC una oveja ovuló pero no se diagnóstico en celo.

P=Sólo progesterona oleosa; AFG+eCG=AFG+400 UI eCG; AFG+A=AFG+300 mg⁻¹ arginina; AFG+AC=AFG+6 % aceite de pescado (AC); AFG+A+AC=AFG+A+AC.

E=Inicio de estro después de retirar el progestágeno; PE=porcentaje de estros; TO=tasa ovulatoria; PG=porcentaje de gestación; PR=prolificidad.

de retirar las esponjas. Barbas *et al.* (2002) obtuvieron resultados similares al comparar 30 mg de AFG más 250 UI vs 500 UI de eCG al remover las esponjas.

Al usar sólo progestágenos más suplemento, los E obtenidos en este estudio fueron mayores a los reportados por Kridli *et al.* (2006). Los factores que pueden influir en el tiempo de respuesta a los tratamientos de sincronización son la absorción del progestágeno por el epitelio vaginal, la aplicación de eCG y la respuesta inmune (Rhodes y Nathaniels, 1998; Kohno *et al.*, 2005; Iida *et al.*, 2004). Los E en las ovejas AFG+A, AFG+AC fueron similares a los reportados por Ataman *et al.* (2006) quienes observaron 44.5 ± 1.8 h usando AFG 30 mg por 7 d y 46.3 ± 1.8 h con AFG 30 mg por 12 d y (PGF_{2 α}) al retirar las esponjas, con 100 % de ovejas en estro y una tasa de gestación de 86.6 y 76.9 %.

El mayor PE ($p \leq 0.05$) se presentó en las ovejas con los tratamientos AFG+eCG, AFG+A y AFG+AC; el porcentaje fue menor en AFG+A+AC pero fue más alto que en P. La TO para las ovejas de los tratamientos AFG+A y AFG+A+AC fue mayor ($p \leq 0.05$) con respecto a P, AFG+eCG y AFG+AC. La TO obtenida en las ovejas con suplemento A y AC fue similar a la reportada por Kosior-Korzecka y Bobowiec (2003) para ovejas con un suplemento de lupino (1.69 ± 0.46) comparadas con las que sólo recibieron heno (1.29 ± 0.45). Sin embargo, los bajos niveles nutricionales en ovejas 6 meses antes de la monta reduce el número de folículos ovulatorios (Robinson *et al.*, 2006).

La TO puede usarse para inferir la prolificidad de las ovejas y como indicador general de la prolificidad del rebaño (Viñoles *et al.*, 2005). El uso de eCG beneficia el crecimiento folicular y aumenta la tasa ovulatoria, fertilidad y la sincronización de la ovulación en ovejas ciclando y en anestro (Maurel *et al.*, 2003).

En el presente estudio más ovejas resultaron gestantes en los tratamientos AFG+eCG y AFG+AC, menos con AFG+A y AFG+A+AC y menor en P ($p \leq 0.05$). El PG refleja la fertilidad general del rebaño y la eficiencia del manejo reproductivo, el cual involucra un diagnóstico de gestación temprano para reducir el intervalo entre partos y favorece el manejo por lotes (López-Sebastián *et al.*, 2005).

Los PG en las ovejas de los tratamientos AFG+eCG y AFG+AC fueron similares a los reportados por Dogan y Nur (2006), quienes usaron medroxiprogesterona impregnada en un dispositivo siliconado intravaginal por 12 d y 500 UI eCG más 125 mg PGF_{2 α} al retirar los dispositivos. Sin embargo, fueron inferiores a los observados por Ataman *et al.* (2006) para AFG impregnada en poliuretano (30 mg por 12 y 7 d) más 0.294 mg PGF_{2 α} o 400 UI eCG, al remover las esponjas.

When only progestagens plus supplement were used, the E values obtained in the present study were higher than those reported by Kridli *et al.* (2006). The factors that can affect response time to synchronization treatments are absorption of progestagen by the vaginal epithelium, application of eCG, and immune response (Rhodes and Nathaniels, 1998; Kohno *et al.*, 2005; Iida *et al.*, 2004). E values in AFG+A and AFG+AC ewes are similar to those reported by Ataman *et al.* (2006) who observed 44.5 ± 1.8 h using 30 mg AFG for 7 d and 46.3 ± 1.8 h with 30 mg AFG for 12 d and (PGF_{2 α}) when sponges were removed, with 100 % ewes in estrus and a gestation rate of 86.6 and 76.9 %.

The highest PE ($p \leq 0.05$) was found for ewes with the treatments AFG+eCG, AFG+A and AFG+AC; the percentage was lower for those with AFG+A+AC but higher than with P. TO for ewes with the treatments AFG+A and AFG+A+AC was higher ($p \leq 0.05$) than those with P, AFG+eCG and AFG+AC. TO obtained in ewes with A and AC supplements was similar to that reported by Kosior-Korzecka and Bobowiec (2003) for ewes with a supplement of lupine (1.69 ± 0.46) compared with those that were fed only hay (1.29 ± 0.45). However, the low nutritional levels in ewes 6 months before mounting reduced the number of ovulatory follicles (Robinson *et al.*, 2006).

TO can be used to infer ewe prolificity and as a general indicator of herd prolificity (Viñoles *et al.*, 2005). The use of eCG favors follicle growth and increases ovulatory rate, fertility and ovulation synchronization in cycling ewes and those in anoestrus (Maurel *et al.*, 2003).

In the present study more ewes in treatments AFG+eCG and AFG+AC became pregnant, less did so with AFG+A and AFG+A+AC, and still less with P ($p \leq 0.05$). PG reflects the herd's general fertility and the efficiency of reproductive management, which involves early diagnosis of gestation to reduce the interval between lambing and favors management by lots (López-Sebastián *et al.*, 2005).

PG values of the ewes treated with AFG+eCG and AFG+AC were similar to those reported by Dogan and Nur (2006), who used an intervaginal silicone device impregnated with medroxiprogesterone for 12 d and 500 IU eCG plus 125 mg PGF_{2 α} when the device was removed. They were, however, lower than those observed by Ataman *et al.* (2006) for polyurethane impregnated with AFG (30 mg for 12 and 7 d) plus 0.294 mg PGF_{2 α} or 400 IU eCG at sponge removal.

Prolificity was higher for ewes with the AFG+A treatment, followed by those with the treatments P, AFG+eCG, AFG+AC, while the lowest was found in ewes treated with AFG+A+AC ($p \leq 0.05$). The prolificity observed in the present study was similar to

La prolificidad fue mayor para las ovejas del tratamiento AFG+A, luego para los tratamientos P, AFG+eCG, AFG+AC, y la menor fue para las ovejas AFG+A+AC ($p \leq 0.05$). La prolificidad observada en el presente estudio fue similar a la reportada para ovejas Pelibuey, 1.3 y 1.4 (González-Reyna *et al.*, 1991), con un promedio de 1.4 (Galina *et al.*, 1992) y en clima cálido húmedo 1.46 (Galina *et al.*, 1996). Además, Kridli *et al.* (2006) reportaron 1.4 ± 0.3 , mientras que Barbas *et al.* (2002) encontraron 1.44 al usar 40 mg AFG más 250 o 500 UI eCG. Sin embargo, hay diferencias con los resultados obtenidos por Ataman *et al.* (2006) en la estación reproductiva (1.7-1.8) y la época de anestro (1.5).

CONCLUSIONES

Se encontraron efectos positivos en el comportamiento reproductivo de ovejas de pelo que recibieron un suplemento con L-arginina, el cual mejoró la presentación de estros, la tasa ovulatoria y la prolificidad.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). El proyecto fue financiado parcialmente por el Colegio de Postgraduados a través de la línea de investigación Sistemas de Producción Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola y Pesquero (SPAPFAyP; Línea 11).

LITERATURA CITADA

Alderton, K. W., E. C. Cooper, and G. R. Knowles. 2001. Nitric oxide synthases: structure, function and inhibition. *Biochem. J.* 357: 593-615.

Ataman, M. B., M. Aköz, and O. Akman. 2006. Induction of synchronized oestrus in Akkaraman cross-bred ewes during breeding and anestrus seasons: the use of short-term and long-term progesterone treatments. *Revue Med. Vet.* 157: 257-260.

Barbas, J., C. Baptista, R. Mascarenhas, and A. E. M. Horta. 2002. Effect of two doses of eCG on fertility, prolificacy and fecundity in Serra da Estrela ewes subjected to double artificial insemination. *Ver. Portuguesa de Zootec.* 2: 13-26.

Blache, D., M. L. Chagas, M. A. Blackberry, P. E. Vercoe, and G. B. Martin. 2000. Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. *J. Reprod. Fertil.* 12: 1-11.

Dhandapani, K. M., and D. W. Brann. 2000. The role of glutamate and nitric oxide in the reproductive neuroendocrine system. (Abstract) *Biochem. Cell Biol.* 78: 165-79.

Dogan, I., and Z. Nur. 2006. Different estrous induction methods during the non-breeding season in Kirviricik ewes. *Veterinari Med.* 51: 133-138.

Galina, M. A., E. Silva, M. Guerrero, y A. Aguilar, 1992. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco y Blackbelly bajo pastoreo diurno en el trópico seco mexicano en Colima. *Av. Inv. Agropec.* 15: 118-129.

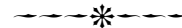
Galina, M. A., R. Morales, E. Silva, and B. López. 1996. Reproductive performance of hair sheep Pelibuey and Blackbelly

that reported for Pelibuey ewes, 1.3 and 1.4 (González-Reyna *et al.*, 1991), with an average of 1.4 (Galina *et al.*, 1992) and in hot humid climate 1.46 (Galina *et al.*, 1996). Also, Kridli *et al.* (2006) reported 1.4 ± 0.3 , while Barbas *et al.* (2002) reported 1.44 using 40 mg AFG plus 250 or 500 IU eCG. However, there are differences between the results of this study and those obtained by Ataman *et al.* (2006) during the reproductive season (1.7-1.8) and the period of anoestrus (1.5).

CONCLUSIONS

Positive effects were found in reproductive behavior of hair sheep ewes that received a supplement of L-arginine, which improved estrus onset, ovulatory rate and prolificity.

End of the English version—



under Mexican tropical management. *Small Rumin. Res.* 22: 31-38.

Gonzales-Reyna, A., M. J. Valencia, W. C. Foote, and B. D. Murphy. 1991. Hair sheep in México. *Reproduction in the Pelibuey sheep. Anim. Breed. Abstr.* 59: 509-521.

Hamra, A., F. M. A. Al-Dabas, and F. T. Awawdeh. 2003. Effect of arginine supplementation on puberty and some reproductive traits in female Awassi sheep. *J. Agric. Investment* 20: 82-85.

Iida, K., N. Kobayashi, H. Kohno, A. Miyamoto, and Y. Fukui. 2004. A comparative study of induction of estrus and ovulation by three different intravaginal devices in ewes during the non-breeding season. *The J. Reprod. Dev.* 50: 63-69.

Kitessa S. M, D. Peaje, R. Bencina, and A. J. Williams. 2003. Fish oil metabolism in ruminants III. Transfer of n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) from tuna oil into sheep's milk. *Anim. Feed Sci. Technol.* 108: 1-14.

Kohno, H., C. Okamoto, K. Iida, T. Takeda, E. Kaneko, C. Kawashima, A. Miyamoto, and Y. Fukui. 2005. Comparison of estrus induction and subsequent fertility with two different intravaginal devices in ewes during the non-breeding season. *The J. Reprod. Dev.* 51: 805-812.

Kosior-Korzecka, U., and R. Bobowiec. 2003. Changes in the level of endogenous leptin, FSH, 17β -Oestradiol and metabolites during lupin-induced increase in ovulation rate in ewes. *J. Vet. Med. Series A (Abstr.)* 50: 343-349. <http://www.blackwell-synergy.com/toc/jva/50/7> (Consultado en Junio, 2007).

Kridli, R. T., M. Q. Husein, H. A. Muhdi, and J. M. Al-Khazaleh. 2006. Reproductive performance of hormonally-treated anestrus Awassi ewes. *Anim. Reprod.* 3: 347-352.

López-Sebastián, A., A. González-Bulnes, M. J. Santiago, L. A. Veiga, F. A. Toledano, e I. Contreras. 2005. Manejo reproductivo en pequeños rumiantes. *In: Memorias del IV Curso Internacional de Reproducción en Rumiantes. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Edo de México.* pp: 83-104.

Marín, A.A.M., M.J.C Tinoco, C. J. Herrera, G.L.G. Sánchez, P.V.M. Sánchez, R.J.L. Solorio, y V. A. García. 2007. Reinicio de la actividad ovárica y nivel de metabolitos de lípidos en vacas lecheras suplementadas con aceite vegetal durante el posparto temprano. *Interciencia* 32: 180-184.

- Mattos, R., R. C. Staples, and W. W. Thatcher. 2000. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *J. Reprod. Fertil. Rev. Reprod.* 5: 38-45.
- Maurel, M. C., F. Roy, V. Herve, J. Bertin, D. Vaiman, E. Crihiu, E. Manfredi, F. Bouvier, I. Lantier, P. Boue, et F. Guillou. 2003. Reponse immunitaire a la eCG utilisee dans le traitement de l'induction d'ovulation chez la chevre et la brebis. *Gynecol. Obstetrique Fertil.* 31: 766-769.
- Rajkovic, A., A. S. Pangas, and M. M. Matzuk. 2006. Follicular development: Mouse, sheep and human models. *In: Knobil and Neils's Physiology of Reproduction.* Elsevier. pp: 383-423.
- Recabarren, S. E., A. Jofre, A. Lobos, P. Orellana, and J. Parilo. 1996a. Effect of arginine and ornitina infusions on luteinizing hormona secretion in prepubertal ewes. *J. Anim. Sci.* 74: 162-166.
- Recabarren, S. E., H. Escobar, A. Lobos, M. P. Recabarren, and J. Parilo. 1996b. Luteinizing hormone pulse frequency is increased by arginine infusion in prepubertal sheep. *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes* 104: 72-77.
- Rhodes, L., and P. W. Nathaniels. 1988. Comparison of a controlled internal drug release device containing progesterone with intravaginal medroxyprogesterone sponges for estrus synchronization in ewes. *Theriogenology* 30 (4): 831-836.
- Robinson, S. R., A. G. P. Pushpakumara, Z. Cheng, R. A. Peters, E.R.D. Abayasekara, and C.D. Wathes. 2002. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. *Reproduction* 124: 119-131.
- Robinson, J. J., J. C. Ashworth, J. A. Rooke, M. L. Mitchell, and G. T. McEvoy. 2006. Nutrition and fertility in ruminant livestock. *Anim. Sci. Technol.* 126: 259-276.
- SAS. 1999. The SAS system for Windows. Version 8. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA. 240-310 p.
- Scaramuzzi, R. J. 1988. Reproduction research in perspective. *Proc. Austr. Soc. Anim. Prod.* 17: 57-73.
- Schild, D., and D. Restrepo. 1998. Transduction mechanisms in vertebrate olfactory receptor cells. *Am. Physiol. Soc. Physiol. Rev.* 78: 2. 429-466.
- Squires, E.J. (2001) *Applied Animal Endocrinology.* CABI Publishing. USA. 234 p.
- Tsukahara, S., H. Tsukamara, and K. Maeda. 1998. Estrogen modulates effects of glutamato on *in vitro* gonadotropin-releasing hormone release by altering nitric oxide action in female rats. *The J. Reprod. Dev.* 44: 399-405.
- Viñoles, C., M. Forsberg, G .B. Martin, C. Cajarville, J. Repetto, and A. Meikle. 2005. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Reproduction* 129: 299-309.
- Wu, G., and M.S. Morris. 1998. Arginine metabolism: Nitric oxide and beyond. *Biochem. J.* 336: 1-17.