

ANÁLISIS DE VARIABLES REPRODUCTIVAS EN OVEJAS DE LANA AL INICIO DE LA ÉPOCA REPRODUCTIVA CON SUPLEMENTACIÓN DE SELENIO Y GLUTAMINA

E. Santillán Gómez¹; J. Gallegos Sánchez²

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del glutamato (Gl) y selenio (Se) en el porcentaje de estro, retorno a estro, gestación, fecundidad y prolificidad, se utilizaron 36 ovejas multíparas de razas lanares, se les sincronizó el estro mediante dispositivos intravaginales impregnados con progesterona (CIDR, P₄: 0.62 g) durante nueve días, se aplicaron 400 UI de eCG y 7.5 mg de PGF_{2α} dos días previos a la inseminación, se les asignó tres días antes de retirar los dispositivos de forma aleatoria a uno de cuatro tratamientos: tratamiento 1 (T1; n=9): CIDR + eCG + PGF_{2α}; tratamiento 2 (T2; n=9): CIDR + eCG + PGF_{2α} + Gl (3% del total de la dieta); tratamiento 3 (T3; n=9): CIDR + eCG + PGF_{2α} + Se (5 mg de Se por cada 50 kg de peso vivo); tratamiento 4 (T4; n=9): CIDR + eCG + PGF_{2α} + Gl (3% del total de la dieta) + Se (5 mg de Se por cada 50 kg de peso vivo). En las variables incidencia de estro, fecundidad y prolificidad, no se encontraron diferencias (p>0.05). El menor porcentaje de retorno al estro y el mayor porcentaje de gestación se presentó en las ovejas del T4 (p<0.05). Por lo cual se concluye que la suplementación de Se más Gl tres días previos al retiro del CIDR en ovejas productoras de lana, mejora la tasa de gestación y disminuye el porcentaje de hembras que retornan al estro.

Palabras clave: sincronización, aminoácidos excitadores, antioxidantes, flushing.

¹Autor de la Tesis Profesional para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo

²Profesor Investigador. Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. Colegio de Postgraduados. Carr. México-Texcoco km 36.5. Montecillo Texcoco, Edo. De Méx. Tel 01 (595) 95 20 200

ANALYSIS OF REPRODUCTIVE VARIABLES IN WOOL EWES AT THE BEGINNING OF THE BREEDING SEASON WITH SELENIUM AND GLUTAMINE SUPPLEMENTATION

E. Santillán Gómez¹; J. Gallegos Sánchez²

SUMMARY

With the objective to evaluate the Glutamate and Selenium effect in the gestation, fecundity and prolificacy, 36 multiparous wool ewes breed was used, their estrous were synchronize by intravaginal devices impregnated with progesterone (CIDR, P₄: 0.62g) during 9 days, applied 400 UI of eCG and 7.5 mg of PGF₂ was two days prior to the insemination, assigned three days before the removed of devices was in a random way to one of the four treatments, treatment 1 (T1; n=9): CIDR + eCG + PGF₂α; treatment 2 (T2; n=9): CIDR + eCG + PGF₂α + Gl (3% of the total diet), treatment 3 (T3; n=9): CIDR + eCG + PGF₂α + Se (5 mg of Se for each 50 kg of live weight), treatment 4 (T4; n=9): CIDR + eCG + PGF₂α + Gl (3% of the total diet) + Se (5mg of Se for each 50kg of live weight). In the variable, estrus and fecundity incidences, we didn't find differences (p>0.05), the less percentage of return to estrus and the high percentage of gestation was presented in the ewes with T4 (p<0.05), because of that we concluded that the supplementation of Se plus Gl three days before the insemination in wool ewes, improves rate gestation and decreases the percentage of sheep that get new estrus.

Key words: Synchronization, excitors amino acids, antioxidants, flushing.

¹Autor de la Tesis Profesional para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo

²Profesor Investigador. Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. Colegio de Postgraduados. Carr. México-Texcoco km 36.5. Montecillo Texcoco, Edo. De Méx. Tel 01 (595) 95 20 200

INTRODUCCIÓN

En México la producción pecuaria y particularmente la ovinocultura no satisface las demandas de la población, por lo que se han tenido que implementar diferentes técnicas y métodos de manejo que favorezcan y aumenten la producción. El mayor problema en la producción de corderos es una inadecuada nutrición de las ovejas. La reproducción es una actividad demandante de altas cantidades de nutrientes y de no proporcionar una dieta balanceada acorde a las necesidades se pueden afectar los procesos reproductivos (McDonald *et al.*, 2006).

Una alimentación deficiente causa que el animal tenga una ineficiente comunicación endocrina hipotálamo-hipofisaria-gónadas, provocando problemas reproductivos, esta comunicación puede favorecerse con elementos que actúen como neurotransmisores, por ejemplo, los aminoácidos excitadores tales como el glutamato.

La deficiencia de selenio (Se) produce una reducción en la fertilidad y pérdidas embrionarias. Se ha demostrado que la suplementación de Se en ovejas deficientes en este micro elemento antes del empadre, mejora los parámetros reproductivos (Church, 2006). Por lo anterior se planteó el siguiente objetivo, estudiar el efecto de la suplementación con selenio y glutamina en las variables que determinan la eficiencia reproductiva en las ovejas de lana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) del Colegio de Posgraduados, ubicada en el Km 36.5 de la Carretera Federal México-Texcoco en Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de

México (19° 29´ N y 98° 53´ O). El clima predominante de la región se encuentra clasificado como C (Wo) (w) b (i´) g, que corresponde a un clima templado subhúmedo, con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 15.2 °C y precipitación anual de 636.5 mm (García, 1988).

El experimento inició en agosto de 2010 y finalizó en marzo de 2011. Durante el experimento se emplearon 36 ovejas multíparas de razas productoras de lana (Suffolk, Ille Fressean y Hampshire) de 3±0.5 años de edad con un peso en promedio de 70±17 kg. Antes de empezar la fase experimental, las ovejas se despezuñaron, desparasitaron y vitaminaron con Bagomectina® AD3E FORTE (1 g Ivermectina, vitamina A 150.000 UI/mL, vitamina D3 22.500 UI mL⁻¹ y vitamina E 15 mg mL⁻¹; laboratorios Biogénesis-Bagó S.A.).

Las ovejas se alimentaron de forraje en pastoreo diurno, por 6 h (9:00 a 15:00 h) en praderas de asociación alfalfa (*Medicago sativa*) y pasto Orchard (*Orchard grass*) y al término del pastoreo se llevaban a un encierro nocturno en donde se les ofrecía 2.5 kg de dieta; mientras que los sábados y domingos las ovejas se mantenían en completa estabulación ofreciéndoles 2.5 Kg de dieta más 0.8 kg de paja borrega⁻¹ dia⁻¹(Cuadro 1).

Cuadro 1. Dieta ofrecida a las ovejas del módulo del Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa).

Ingrediente	Dieta sin Glutamato	Dieta con Glutamato
Concentrado comercial*	53.73	53.73
Paja de avena	25.49	25.49
Melaza	3.92	3.92
Salvado de Trigo	5.88	5.88
Minerales**	1.96	1.96
CaC03	1.18	1.18
Cascarilla de soya	7.84	7.84

Glutamato***	-	3.00
Total	100	103
Contenido Nutricional		
Energía Metabolizable, Mcal kg ⁻¹	2.65	2.75
Proteína cruda, %	12.57	14.37
Fibra cruda, %	16.27	165.27

*Proteína Cruda min.=15.0%, grasa cruda=3.0%, fibra cruda=10.0%, cenizas=7.0%, humedad =12.0% y E.L.N. no menos de 53.0%.

** 14.0% de Ca; 22.50% de Cl; 8.0% de P; 2.0% de Mg; 0.50% de K; 14.50% de Na; 0.50% de S; 5 000 mg de Zn; 100 mg de Co; 100 mg de Cu; 5 000 mg de Fe; 30 mg de Se; 4 000 mg de Mn; 100 UI de I; 500 000 UI de Vit. A; 150 000 UI de Vit. D; 1 000 UI de Vit. E; 15 mg de Vit. K; 500 mg de Ac. Fólico (B9); 250 mg de Ac. Pantoténico (B5); 200 mg de Biotina (B7); 400 mg de Cobalamina (B12); 1 000 mg de Colina; 400 mg de Riboflavina (B2); 100 mg de Piridoxina (B6) y 0.05% de antioxidante.

*** 10% mínimo de L-Glutamina; 10% mínimo de L-Ácido Glutámico; 99.0% mínimo de materia seca; 95.0% mínimo de pureza; 60.0% mínimo de proteína bruta; 3.646 kcal/kg de energía bruta (EB); 3.617 kcal/kg de energía digestible; 3.434 kcal/kg de energía metabolizable y 2.661 kcal/kg de energía neta.

Las ovejas se asignaron aleatoriamente a uno de cuatro tratamientos, como se indica en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos del experimento.

Tratamiento	Concepto	Numero de ovejas
T1	Testigo	9
T2	Glutamina	9
T3	Selenio	9
T4	Selenio + Glutamina	9

El estro de las ovejas se sincronizó, mediante la aplicación de un dispositivo intravaginal con 0.62 g de progesterona activa (CIDR®, laboratorios Pfizer) durante 9 días, dos días antes de retirar el CIDR se aplicaron 400 UI de eCG (Folligon®, laboratorios Intervet) y 7.5 mg de PGF_{2α} (Lutalyse® laboratorios Pfizer), con la finalidad de homogenizar el estado fisiológico de las hembras.

Tres días previos a la inseminación, las ovejas de los tratamientos dos y cuatro se suplementaron con L-Glutamine + L-Glutamit Acided (Ajinomoto Animal Nutrition) el cual se proporcionó por medio de la dieta $0.075 \text{ kg borrega}^{-1} \text{ día}^{-1}$. Mientras que a las borregas de los tratamientos tres y cuatro se les aplicó dos días antes de la inseminación selenio (MuSe®, Laboratorios Schering Plough) vía intramuscular a una dosis de 10.95 mg de selenito de sodio equivalente a 5 mg de selenio por cada 50 kg de peso vivo oveja⁻¹.

La detección del estro se realizó a cada una de las ovejas 12 h después de retirado el CIDR, cada dos horas hasta la presentación del estro, para esto se utilizaron carneros enteros los cuales se introdujeron uno a la vez a cada uno de los corrales en donde se ubicaban las ovejas, con precaución de usar un mandil para evitar la cópula. Las ovejas que manifestaron signos de estro fueron privadas de cualquier alimento y agua durante 12 h con el fin de disminuir el contenido ruminal y facilitar la inseminación intrauterina.

Durante el proceso de preparación pre-inseminación las ovejas fueron rasuradas en la zona del vientre, se desinfectó la zona con cloruro de benzalkonio al 1%, se les aplicó 1 mL de Xilocaina al 2 % ® ASTRA (como anestésico local) vía subcutánea y 1 mL/10 kg de peso vivo de Emicina LA ® (Tetraciclina, laboratorios Pfizer) vía intramuscular. Enseguida de la anestesia local se introdujo en la parte de la cavidad peritoneal de la oveja aire con el propósito de que al momento de introducir el trocar no se lesionen las vísceras, el trocar, la cánula y el telescopio que se utilizaron durante la inseminación se sumergieron, en una solución antiséptica de Cloruro de benzalkonio al 1%. El trocar y el explorador se insertaron en la zona en donde se aplicó la anestesia local anteriormente, posteriormente se procedió a localizar los cuernos uterinos mediante el endoscopio,

una vez localizados los cuernos se introdujo la pistola de inseminación previamente cargada con la dosis a usar de semen fresco. El semen que se utilizó fue en pajillas de 0.25 mL de semen fresco con una concentración de 57.5×10^6 espermatozoides por pajilla, aplicando media dosis en el cuerno izquierdo y la otra mitad en el cuerno derecho. Previo a este procedimiento el semen fue colectado de los carneros a utilizar por medio de una vagina artificial, posteriormente a la colecta el semen fue sometido a prueba de motilidad, concentración y porcentaje de células vivas y muertas. Una vez finalizada la inseminación y retirados el endoscopio y la pistola de inseminación se aplicó un cicatrizante (Topazone ®. Furazolidona, laboratorios PiSA) en las perforaciones ocasionadas por la inseminación.

VARIABLES ESTUDIADAS

Incidencia de estro: Porcentaje de ovejas que presentaron estro en cada tratamiento.

$$\% \text{ Estro} = \frac{\text{número de ovejas que presentaron estro}}{\text{número total de ovejas sincronizadas}} \times 100$$

Porcentaje de retorno al estro: número de ovejas que presentaron signos de estro después de la aplicación del tratamiento correspondiente, al siguiente ciclo estral (17 días posteriores a la inseminación).

$$\% \text{ Retorno a estro} = \frac{\text{número de ovejas que presentaron un segundo estro}}{\text{número total de ovejas sincronizadas}} \times 100$$

Porcentaje de Gestación: número de ovejas diagnosticadas como gestantes después de la inseminación entre el total de ovejas inseminadas.

$$\% \text{ Gestación} = \frac{\text{número de ovejas gestantes}}{\text{número de ovejas inseminadas}} \times 100$$

Fecundidad: número total de crías nacidas con respecto al número total de ovejas inseminadas en cada uno de los tratamientos.

$$\% \text{ Fecundidad} = \frac{\text{número de corderos nacidos}}{\text{número de ovejas inseminadas}} \times 100$$

Prolificidad: número total de crías con respecto al número de ovejas que parieron en cada uno de los tratamientos.

$$\% \text{ Prolificidad} = \frac{\text{número de corderos nacidos}}{\text{número de ovejas paridas}} \times 100$$

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables Incidencia de Estro (IE), Retorno al Estro (RE) y Gestación se utilizó un modelo de regresión logística y para investigar el efecto de los tratamientos en las variables de Fecundidad y Prolificidad, se utilizó el modelo estadístico de regresión Poisson utilizando el procedimiento de GENMOD del paquete computacional SAS (SAS, 2002) en ambos casos. Además se utilizó el método de Bonferroni para realizar la comparación entre los tratamientos.

Modelo de regresión Logística:

$$P (\text{IE ó RE ó gestación} / \text{tratamiento}) = \frac{e^{(\beta_0 + \beta \text{ Trat})}}{1 + e^{(\beta_0 + \beta \text{ Trat})}}$$

Dónde:

P = La probabilidad de gestación o retorno al estro.

e = Base de los logaritmos naturales.

β_0 = Ordenada del origen.

$\beta \text{ Trat}$ = Pendiente del tratamiento.

Modelo de regresión logística Poisson:

$$E(x/\text{Trat}) = e^{(\beta_0 + \beta_1 \text{ Trat})}$$

Dónde:

E (X/Trat) = el promedio de las crías en los tratamientos.

e = Base de los logaritmos naturales.

β_0 = Ordenada del origen.

β Trat = Pendiente del tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de ovejas que entraron en estro después de realizada la sincronización fue de 100% para todos los tratamientos por lo que no se observaron diferencias ($p > 0.05$; Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto del tratamiento en las variables reproductivas de ovejas.

Tratamiento	N	Estro %	RE %	Gestación %	Fecundidad (corderos/tratamiento)	Prolificidad (corderos/oveja)
T1	9	100 (9/9) ^a	55.56 (5/9) ^a	44.44 (4/9) ^a	0.44 (4/9) ^a	1.17 (7/6) ^a
T2	9	100 (9/9) ^a	22.22 (2/9) ^a	77.78 (7/9) ^a	0.78 (7/9) ^a	1.40 (7/5) ^a
T3	9	100 (9/9) ^a	22.22 (2/9) ^a	77.78 (7/9) ^a	0.78 (7/9) ^a	1.14 (8/7) ^a
T4	9	100 (9/9) ^a	11.11 (1/9) ^b	88.89 (8/9) ^b	1.00 (9/9) ^a	1.38(11/8) ^a

RE= Retorno al Estro

^{a,b} Valores con distinta literal dentro de cada columna indican diferencias ($P < 0.05$)

T1= testigo, T2= glutamina, T3= selenio, T4= glutamina + selenio.

Los resultados de esta variable son similares a los encontrados por Mendoza (2008) que obtuvo el 96.5% de ovejas que presentaron estro con la suplementación de selenio y vitamina E, de igual manera Fraire (2010) tampoco encontró diferencias al

suplementar selenio, ya que, el 99% de las ovejas utilizadas para ese estudio presentaron signos de estro. En contraste, Rodríguez (2012) en un estudio realizado con ovejas Pelibuey suplementadas con 3% de L-glutamina en el total de la dieta, obtuvo mejora al momento en el que se presentaron las manifestaciones de estro. Se mencionó en dicho estudio, que aplicar selenio vía intramuscular u oral y/o ofrecer en la dieta glutamina no repercute en la no manifestación de estros.

El menor porcentaje de ovejas que retornaron al estro 17 días posteriores a la inseminación se observaron en el tratamiento de la interacción entre glutamina y selenio, retornando a un nuevo celo el 11.11% de las ovejas en dicho tratamiento, mostrando diferencias en comparación con los demás tratamientos ($p < 0.05$; Cuadro 3).

En estudios realizados por Butler (2000) y Lozano (2003) coincidieron que al ofrecer una dieta con bajos niveles energéticos durante la fase de desarrollo embrionario, aumenta la secreción de $PG2\alpha$ y baja la producción de progesterona provocando una luteólisis y trae como consecuencia, muertes embrionarias y retorno de las ovejas a nuevos ciclos estrales, también ocasiona un retraso en la ovulación y afecta el desarrollo folicular, disminuyendo el potencial de los ovocitos para desarrollar embriones viables. Por otra parte, Dhandapani y Brann (2000) indicaron que el glutamato se encuentra ampliamente relacionado con el proceso de la pubertad, la secreción pulsátil de GnRH y comportamiento sexual, los cuales se promueven mediante la activación de la enzima guanilato ciclasa y posteriormente la liberación del neurotransmisor óxido nítrico el cual estimula la secreción de GnRH. Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que la inclusión de glutamina (alto en energía) y selenio (antioxidante) mejora el porcentaje de no retorno al estro, lo cual

puede deberse a que el nivel energético de la dieta no era el adecuado, provocando fallas en la ovulación, fecundación o problemas de mortalidad embrionaria

El mayor porcentaje de ovejas que se diagnosticaron gestantes se encontraron en el tratamiento de glutamina más selenio, encontrándose diferencias ($p < 0.05$) al compararse con los otros tratamientos (testigo, glutamina y selenio; Cuadro 3).

Buchanan- Smith *et al.* (1969) concluyeron que en ovejas suplementadas con Vitamina E y Selenio se incrementaron los porcentajes de preñez, además de que se redujeron considerablemente los índices de mortalidad embrionaria. Chihuailaf *et al.* (2002) mencionaron que el uso de estos antioxidantes evitan la oxidación de macromoléculas como los lípidos, favoreciendo que no se oxiden por medio de la lipoperoxidación, las hormonas esteroidales como P_4 tienen su origen en los lípidos, por consiguiente si no existe tal oxidación se mantiene una función reproductiva eficiente. En contraste con lo mencionado por Rodríguez (2012) en su estudio realizado con ovejas de raza Pelibuey sometidas a una dieta con el 3% de L- glutamina durante 20 días previos a la inseminación y 5 días después, no obtuvo diferencias significativas en comparación con las ovejas que no recibieron dicha suplementación.

En lo que respecta a fecundidad, aunque el tratamiento con glutamina más selenio obtuvo una fecundidad de 1.0 corderos oveja⁻¹ en comparación con el tratamiento testigo que solo obtuvo 0.44 corderos oveja⁻¹, no se observaron diferencias ($p > 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 3). Estos resultados son similares a los obtenidos por Rodríguez (2012), en el cual no obtuvo diferencias significativas con la suplementación del 3% de la dieta ofrecida como suplemento a ovejas Pelibuey. Sin embargo, Meza

Herrera *et al.* (2008) mencionaron que el suministro de 7 mg kg^{-1} de peso vivo de glutamato exógeno (aminoácido excitador) en cabras adultas, bajo fotoperiodos crecientes incrementa la actividad ovárica total. También mencionaron que se puede tener un efecto directo en los diferentes componentes celulares del ovario, cuyas señales autocrinas logran activar un mayor reclutamiento y selección folicular, relacionado a una posible reducción en el nivel de atresia folicular en las cabras suplementadas con este aminoácido.

La prolificidad no fue afectada por los tratamientos ($p>0.05$; Cuadro 3). Fraire (2010) reportó en ovejas Pelibuey con 8 meses de edad tratadas con selenio y vitamina E (MuSE®) durante época de anestro estacional, una prolificidad de 1.71 ± 0.18 en el tratamiento de progesterona más selenio y vitamina E, para el tratamiento de progesterona, selenio y vitamina E y eCG obtuvo una prolificidad de 1.75 ± 0.16 . Comparado con los tratamientos del presente estudio, es menor reportando una prolificidad de 1.0 corderos oveja⁻¹ en el tratamiento de glutamina mas selenio que es donde se obtuvo una prolificidad mayor , esto se puede deber a la raza, ya que las razas de pelo siempre han presentado mayor prolificidad que las razas lanares, también se puede deber a que el selenio sólo protege a nivel de la membrana los ovocitos y no tanto a la liberación de más óvulos. Downing y Scaramuzzi (1991) mencionaron que el uso de nutrimentos energéticos en la dieta aumenta la tasa ovulatoria, teniendo un mayor número de óvulos disponibles y en caso de ser fecundados, se tiene como resultado un mayor número de corderos por parto por oveja, lo cual no se vio reflejado en el presente estudio.

CONCLUSIONES

La suplementación de selenio más glutamina tres días antes del retiro de CIDR en ovejas productoras de lana, mejora la tasa de gestación y disminuye el porcentaje de retorno a estro. La suplementación de Selenio y Glutamina por separado no tuvieron efecto en el retorno a estro, la gestación, la fecundidad y la prolificidad de las ovejas productoras de lana en época reproductiva.

ARADECIMIENTOS

Al **Colegio de Postgraduados** por el financiamiento otorgado para realizar de la presente investigación a través del **fideicomiso N° 167304/2010**, a la **línea Prioritaria de investigación-5 (LPI-5)** y al **Laboratorio de Reproducción de ovinos y Caprinos (LaROCa)**.

LITERATURA CITADA

Buchanan-Smith, J. G., E. C. Nelson, B. I. Osburn, M. E. Wells and A. D. Tillman. 1969. Effects of vitamin E and selenium deficiencies in sheep fed a purified diet during growth and reproduction. *J. Anim. Sci.* 29: 808-815.

Butler, W. R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 449-457.

Chihuailaf, R., P. A. Contreras. y F. G. Wittwer. 2002. Patogénesis del estrés oxidativo: consecuencias y evaluación en salud animal. *Institutos de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.*

Church, D. C. 2006. *El Rumiante Fisiología Digestiva y Nutrición.* Acribia España. 561 p

Dhandapani, K. M. and Brann, D. W. 2000. The role of glutamate and nitric oxide in the reproductive neuroendocrine system. *Biochem. Cell. Biol.* 78: 165-179.2.

Downing, J. A., and J. R. Sacaramuzzi. 1991. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophin and metabolic hormones in sheep. *J. Reprod. Fertil.* 43 (suppl): 209-227.

Fraire, C. 2010. Selenio y Vitamina E en la fertilidad de ovejas Pelibuey sincronizadas con progesterona. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados campus Montecillos. 82 p.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª edición. Editorial FOCET. 246 p.

Lozano, J. M., P. Lonergan, M. P., Buland, and D. O'Callaghan. 2003. Influence of nutrition on the effectiveness of superovulation programmes in ewes: Effect on oocyte quality and post-fertilization development. *Reprod.* 125: 543-553

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J.F.D., y Morgan, C.A. 2006. *Nutrición Animal*. 6ª Edición. Acribia España. pp. 331-336.

Mendoza, A. 2008. Suplementación de selenio y vitamina E en borregas primerizas y sus efectos en variables reproductivas en periodo de anestro estacional. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados campus Montecillos. 78 p.

Rodríguez, M. 2012. L- glutamina y su efecto en la reproducción de ovejas Pelibuey. Tesis profesional, Ingeniero Agrónomo especialista en Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México. pp 31-37.

SAS. Institute Inc. 2002. SAS User Guide Statics. version 9.0 Edition. SAS Institute Inc.,
Cary, N.Y.