

Efecto de la potencia de los implantes con zeranol o trembolona + estradiol en la respuesta productiva de ovinos de pelo en engorda intensiva en clima caluroso

Effect of the potency of zeranol or trembolone + estradiol implants on performance of feedlot hair lambs under hot weather condition

Briceida Ortiz¹, Alejandro Camacho¹, Nahúm E. Villalba², Leopoldo R. Flores¹, Javier A. Romo¹, Jorge Aguirre³, Danny E. García⁴ y Rubén Barajas^{1*}

¹Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Culiacán, Sinaloa, México. *Correo electrónico: rubar@uas.edu.mx.

²Agrícola y Ganadera Mojolo, S.A. de C.V., Mojolo, Culiacán, Sinaloa, México.

³Universidad Autónoma de Nayarit. Cuerpo Académico de Producción y Biotecnología Animal. México.

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Trujillo estado Trujillo, Venezuela.

RESUMEN

Treinta y seis corderos $\frac{3}{4}$ Katahdin x $\frac{1}{4}$ Pelibuey (24,23 \pm DE 2,18 kg) fueron utilizados en una prueba durante 28 días para explorar la influencia de la potencia del implante en la respuesta productiva de ovinos Katahdin x Pelibuey bajo engorda intensiva en clima caluroso. Los corderos se alojaron en jaulas elevadas (0,6 m) y según un diseño de bloques completos al azar y se asignaron aleatoriamente a los siguientes tratamientos: 1) Corderos sin implante (Testigo); 2) Corderos con un implante estrogénico de potencia mediana a los que se les aplicaron 12 mg de zeranol (Zeranol) y 3) Corderos con implante mixto (andrógeno + estrogénico) de potencia elevada, los cuales recibieron 40 mg de trembolona y 8 mg de estradiol (TE+E). El peso final se incrementó linealmente ($P<0,02$) a medida que aumentó la potencia del implante. Los animales que recibieron el implante de potencia elevada tuvieron una ganancia diaria de peso superior en 27,8% ($P<0,03$) a los corderos no fueron implantados. La ganancia diaria de peso de los corderos aumento linealmente ($P<0,03$) a medida que se incrementó la potencia del implante que les fue aplicado. El consumo de la materia seca tendió a incrementar ($P<0,10$) con la potencia del implante. La conversión alimenticia (consumo/ganancia) fue promovida de manera lineal ($P<0,02$) en la medida que se incrementó la potencia del implante. Se determinó, que los de implantes de potencia elevada con Trembolona-estradiol son los recomendables para incrementar la respuesta productiva de ovinos de pelo en engorda intensiva en clima caluroso.

Palabras clave: ovinos de pelo, Zeranol, Trembolona, engorde intensivo, clima caluroso.

ABSTRACT

Thirty six lambs $\frac{3}{4}$ Katahdin x $\frac{1}{4}$ Pelibuey (24,23 \pm SD 2,18 kg) were used in a 28 days trial to explore the influence of the potency of the implant on feedlot performance of Katahdin x Pelibuey lambs under hot weather condition. The lambs were placed in elevated crates (0,6 m) following a complete randomized block design they were randomly assigned to treatments follows: 1) no implanted lambs (control), 2) lambs with an estrogenic middle potency-implant, those 12 mg of zeranol were applied (Zeranol); and 3) lambs with an mixed (androgenic + estrogenic) high potency-implant, which received 40 mg of trembolone and 8 mg of estradiol (TE). The final weight was increased linearly ($P<0,02$) as the implant potency was increased. The animals that received implant with high potency had 27,8% higher dairy weight gain ($P<0,03$) compared with lambs that no received implant. The daily gain of lambs increased linearly ($P<0,03$) as the potency of implant that they received was increased. The dry matter intake tended to be increased ($P<0,10$) jointly with implant-potency increment. Feed conversion (Intake/gain) was promoted in a linear manner ($P<0,02$) as implant potency was increased. It is concluded that high potency Trembolone-estradiol implants, are recommendable to increase feedlot performance of intensively raised hair sheep under hot weather condition.

Key words: Hair sheep, zeranol, trembolone, intensively raised, hot weather

INTRODUCCIÓN

La aplicación de implantes anabólicos a los bovinos en engorda intensiva es una práctica común en Norteamérica, los implantes se utilizan para mejorar la ganancia de peso y la conversión alimenticia (Cooper, 1983; Fisher *et al.*, 1986). Los implantes hormonales también son empleados durante el proceso de engorda intensiva de los ovinos, tanto en México como Estados Unidos, aunque su uso es menos generalizado que en los bovinos (Salysbury *et al.*, 2007), a pesar de que una parte de la investigación para el desarrollo de los implantes se ha realizado en ovinos para luego extrapolar sus resultados a los bovinos en engorda (Lough *et al.*, 1993; Johnson *et al.*, 1998; McClure *et al.*, 2000).

Los implantes actualmente utilizados se caracterizan por contener principios activos fácilmente metabolizados en el hígado minimizando el riesgo de la presencia de metabolitos residuales en la carne que pudieran afectar a los consumidores, los que contienen la sustancia estrógena Zeranol, que han probado su efectividad en la engorda de ovinos (Wilson *et al.*, 1972; Husfstedler *et al.*, 1996; Salysbury *et al.*, 2007); y los denominados mixtos que combinan en su fórmula el principio activo con actividad estrogénica 17 β estradiol y acetato de trenbolona con otro de actividad androgénica (Kellermeier *et al.*, 2009). A éste tipo de implantes se les considera de mayor potencia anabólica y han probado su efectividad en ovinos castrados de las razas Targee, Hampshire y France (Grandadam *et al.*, 1975; Johnson *et al.*, 1998; McClure *et al.*, 2000).

La mayor parte de la investigación en el uso de implantes se ha conducido en Estados Unidos con razas de ovinos propias de clima templado; en tanto que en México la mayoría de los corderos destinados a la engorda a los que les aplican estos mismos tipos de implantes son de razas de pelo adaptadas a las condiciones tropicales. A pesar del uso en la práctica de los implantes hormonales en la engorda de corderos de razas tropicales, es escasa la información precisa, obtenida con base a una metodología experimental adecuada en relación a la información de la influencia de los implantes en la respuesta productiva de ovinos de razas tropicales de pelo. Por lo que esta investigación se condujo con el objetivo de explorar el efecto de la potencia de los implantes con zeranol o trembolona + estradiol en la respuesta productiva de ovinos Katahdin x Pelibuey en engorda intensiva en clima caluroso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica

La investigación se llevó a cabo durante los meses de agosto y septiembre de 2010 en la unidad de Investigación para ovinos "Mojolo- CAUAS210", ubicado en las instalaciones de Agrícola y Ganadera Mojolo, S.A. de C.V. en el poblado de Mojolo, Culiacán, Sinaloa en el Noroeste de México. La zona se caracteriza por tener un clima BS1 (h') w(w)€, el cual se define como clima semiseco, muy cálido, extremoso con lluvias en verano (García, 1988); se localiza a 24° 53' 16" de latitud Norte y a 107° 25' 03" longitud Oeste a 46 msnm; la temperatura promedio anual es de 25,9°C con máxima de 30,4°C en junio y julio, y mínima de 20,6°C en enero; la humedad relativa promedio es de 68%, con máxima de 81% en septiembre y mínima de 51% en abril; la precipitación anual promedio es de 688,5 mm (CIAPAN, 2002).

Animales y alojamiento

Se utilizaron 36 corderos machos de pelo $\frac{3}{4}$ Katahdin x $\frac{1}{4}$ Pelibuey con (PV 24,23 \pm DE 2,18 kg) DE XXX los que fueron incluidos en una prueba de respuesta productiva en corral de engorda con duración de 28 días. Los animales se agruparon con base en el peso inicial en dos bloques, cada bloque de 18 corderos (Ligeros 20,82 \pm DE 2,70 kg; y pesados 27,63 \pm DE 3.30 kg); dentro de cada bloque de peso, los corderos se alojaron grupos de tres en uno de seis corrales de 0,9 x 1,9 m con piso de plástico elevado a 0.6 m equipados con 0,3m de comedero lineal y un bebedero automático.

Diseño experimental y tratamientos

De acuerdo a un diseño de bloques completos al azar (Hicks, 1973), los corrales fueron asignados de manera aleatoria a uno de tres tratamientos: 1) Corderos sin implante (Testigo), 2) Corderos con un implante estrogénico de potencia mediana a los que se les aplicaron 12 mg de zeranol (Zeranol) y 3) Corderos con implante mixto (andrógeno + estrogénico) de potencia elevada, los cuales recibieron 40 mg de trembolona y 8 mg de estradiol (TE+E).

La dosis de 12 mg de Zeranol por cordero se obtuvo con la aplicación en la base de la oreja de un comprimido del implante Ralgro® (Lab. IntervetShering-Plough Animal Health), cuya presentación comercial contiene 36 mg de zeranol, distribuidos en tres comprimidos.

La dosis de 40 mg de trembolona y 8 mg de estradiol por cordero se obtuvo con la aplicación en la base de la oreja de dos comprimidos del implante Component

TES/con Tylan® (Elanco Animal Health), cuya presentación comercial contiene 120 mg de acetato de Trembolona y 24 mg de Estradiol distribuidos en seis comprimidos, más 29 mg de tartrato de tylosina en un comprimido adicional.

En cada cordero, además de los dos comprimidos que contienen el implante hormonal, se incluyó un comprimido que contiene la tylosina con el propósito de disminuir el riesgo de falla del implante por el desarrollo de procesos infecciosos.

Procedimiento experimental

Los animales fueron alimentados con una dieta de 95% concentrado formulada con base en maíz entero y pasta de canola, la composición de la dieta se presenta en Cuadro 1. La dieta se proporcionó a libre acceso (105% del consumo del día anterior), la ración se dividió en dos porciones, el 40% se ofreció a las 08:00 horas y el 60% restante a las 16:00 horas. La cantidad de alimento no consumido se recogió diariamente a las 08:00 horas, se pesó y fue secado en estufa de aire forzado (105°C por 24 h; AOAC, 1975) para determinar su contenido de materia seca (MS). El consumo de alimento fue medido y registrado diariamente. Una vez por semana se tomaron cuatro

muestras de 250 g de la dieta ofrecida, las cuales fueron secadas en estufa de aire forzado (105°C por 24 h; AOAC, 1975) para determinar el contenido de materia seca (MS) de la dieta y estimar el consumo de MS de los animales. El consumo de materia seca se calculó como el total del ofrecido semanalmente, menos el residuo no consumida acumulado durante la misma semana.

Los animales se pesaron al inicio del experimento (día 1) y a los 28 días en que finalizó la prueba. La ganancia diaria de peso se calculó como la diferencia entre el peso final y el peso inicial de cada cordero, dividido entre los 28 días que integraron el periodo de prueba. La conversión alimenticia se calculó dividiendo la cantidad de alimento consumido, en base seca (kg MS) del corral, entre la ganancia de peso (kg) del corral respectivo.

Mediciones ambientales

La temperatura del aire y la humedad relativa en los corrales se midieron dos veces diarias a las 10:00 horas y 15:00 horas, con el uso de un termohigrómetro portátil (HI 8314; Hanna Instruments), cuyo bulbo sensor se colocó a una altura de 0.5 m sobre el nivel del piso, considerada como equivalente al centro de

Cuadro 1. Composición en base seca de la dieta utilizada en el experimento.

Ingredientes	Proporción en la materia seca, %
Rastrojo de maíz	5,04
Maíz	73,63
Pasta de Canola	13,62
Melaza de caña	5,04
Premezcla mineral ¹	2,13
Acid-Phos ²	0,53
Total	100%
Análisis calculado (Base seca) ³	
Materia seca, %	89,22
Proteína cruda, %	14,18
Proteína no degradable en rumen,	
Proporción de la MS, %	6,08
Proporción de la PC, %	42,88
Energía metabolizable, Mcal/kg	2,950

¹Ganamin Ovinos engorda (Técnica Mineral Pecuaria, S.A. de C. V.) premezcla de vitaminas, minerales y aditivos, contiene monensina sódica (Rumensin 200; Elanco Animal Health, IN). ²Acid-Phos MR (Técnica Mineral Pecuaria, S.A. de C.V.) Premezcla preventiva para problemas de urolitiasis. ³ Análisis calculado con base en valores publicados NRC (2007).

la masa corporal de los corderos. La medición se efectuó en cada uno de los horarios en dos corrales, un corral perteneciente a cada bloque en un mismo horario y día.

Con los resultados de temperatura y humedad relativa se calcularon los valores del índice de Temperatura y Humedad (THI), con la fórmula: $THI = [0.8 \times \text{temperatura ambiente}] + [(\% \text{ de humedad relativa}/100) \times (\text{temperatura ambiente} - 14.4)] + 46.4$ (Mader *et al.*, 2006). El código de interpretación del THI es: Normal $THI < 74$; Alerta $75 < THI < 78$; Peligro $79 < THI < 83$; y emergencia $THI > 84$.

Análisis estadístico

A los valores de consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, se les aplicó análisis de varianza para un diseño en bloques completos al azar (Hicks, 1973) y se consideró a cada corral con tres corderos como la unidad experimental y la separación de medias se realizó con la prueba de diferencia mínima significativa. El efecto del implante con relación a los animales que no lo recibieron (testigo) se comparó con contrastes ortogonales (Hicks, 1973), el contraste utilizado fue: testigo vs [(Zeranól) + (Trembolona-estradiól)].

La relación lineal entre la respuesta productiva y el aumento en la potencia del implante utilizado se probó con el procedimiento de polinomios ortogonales (Hicks, 1973). Para efectos del cálculo se le asignaron a los tratamientos los siguientes valores numéricos: Testigo = 0; Zeranól (implante de potencia mediana) = 1; y Trembolona-estradiól (implante de potencia elevada) = 2. Todos los procedimientos

matemáticos se desarrollaron con la versión 9 del paquete computacional Statistix® (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de los indicadores de las condiciones medioambientales prevalecientes en los corrales durante el experimento se presentan en el Cuadro 2. Los datos de temperatura sugieren que en promedio los ovinos se encontraron dentro de su zona de termoneutralidad cuyo umbral se ubica en los 32°C para esta especie (Odongo *et al.*, 2006), aunque durante la tarde el límite fue rebasado alcanzando un valor promedio cercano a los 34°C; de acuerdo con el código de interpretación del THI, los animales se encontraron durante la mayor parte de la prueba sometidos a una situación considerada como de Peligro ($79 < THI < 83$), lo cual indica que los ovinos utilizados en este experimento estuvieron en condiciones medioambientales típicas de los animales explotados en climas cálidos durante el verano.

Los resultados de influencia del tipo de implante en la respuesta productiva de corderos de pelo en engorda intensiva se muestran en el Cuadro 3. En conjunto, los animales que recibieron los dos tipos de implantes tendieron ($P < 0.06$) a presentar un peso final 5,7% superior al del grupo testigo que no recibió ningún tipo de implante. El implante de potencia elevada, mostró claramente su efecto en el peso final y los animales que lo recibieron fueron 8,5% más pesados ($P < 0.02$) que los del grupo testigo al concluir la prueba. El peso final mostró un incremento lineal ($P < 0.02$) a medida que aumentó la potencia del implante utilizado. La ganancia diaria de peso de los

Cuadro 2. Indicadores de las condiciones ambientales prevalecientes en los corrales durante el experimento.

Variable	Horario de mediciones			
	Mañana, 10 horas		Tarde 15 horas	
	Media	EEM ¹	Media	EEM ¹
Temperatura del aire, °C	27,78	± 0,24	33,68	± 0,24
Humedad relativa, %	77,56	± 1,05	49,15	± 2,18
Índice de temperatura y humedad, THI ²	79,07	± 0,46	82,72	± 0,41
Condición de acuerdo a THI ³	Peligro		Peligro	

¹ Error estándar de la media

² El Índice de Temperatura y Humedad (THI) fue calculado con la fórmula: $THI = [0.8 \times \text{temperatura ambiente}] + [(\% \text{ de humedad relativa}/100) \times (\text{temperatura ambiente} - 14.4)] + 46.4$ (Mader *et al.*, 2006).

³ El código de interpretación del THI es: Normal $THI < 74$; Alerta $75 < THI < 78$; Peligro $79 < THI < 83$; y emergencia $THI > 84$ (Mader *et al.*, 2006).

Cuadro 3. Influencia del tipo de implante en la respuesta productiva de corderos en engorda intensiva.

Variables	Tratamientos			EEM ¹	Valor de <i>P</i>	Testigo vs. Implante	Respuesta lineal
	Testigo	Zeranol	Trembolona-Estradiol				
Corderos, n	12	12	12				
Corraletas, n	4	4	4				
Días en prueba	28	28	28				
Peso inicial, kg	23,919	24,212	24,554	0,63	0,78	0,20	0,13
Peso final, kg	31,045 ^b	31,923 ^{ab}	33,687 ^a	0,63	0,02	0,06	0,02
GDP, kg/día	0,255 ^b	0,275 ^{ab}	0,326 ^a	0,02	0,03	0,08	0,03
Consumo MS, kg/día	0,963 ^b	1,019 ^{ab}	1,079 ^a	0,05	0,10	0,15	0,10
Consumo/ganancia, kg/kg	3,802 ^a	3,700 ^a	3,316 ^b	0,12	0,05	0,07	0,02

¹ Error estándar de la media

^{a, b} Literales distintas en un mismo renglón indican diferencia estadística al nivel de alfa declarado en la columna del Valor de *P*.

corderos que recibieron los dos tipos de implantes fue 17,7% mayor ($P < 0,05$) en relación al testigo. Los animales que recibieron el implante de potencia elevada (Trembolona-Estradiol) tuvieron una ganancia diaria de peso superior en 27,8% ($P < 0,03$) a los corderos que no recibieron implante. Al igual que ocurrió con el peso final, la ganancia diaria de peso de los corderos aumento linealmente ($P < 0,03$) a medida que se incrementó la potencia del implante que les fue aplicado.

El 27,8% de aumento en la ganancia de peso corporal de los animales que recibieron en éste trabajo el implante con Trembolona-Estradiol, corresponde con la respuesta esperable de acuerdo a los resultados publicados por Johnson *et al.* (1998), quienes en un experimento con 24 días de duración, observaron un aumento 25,5% en la GDP de corderos que recibieron un esquema de implantes similar al del presente experimento (40 mg Trembolona y 8 mg de Estradiol).

El aumento en la ganancia de peso y en el peso final de los corderos implantados en relación a los del grupo testigo, manifiesta el efecto anabólico de los implantes que recibieron, lo cual se atribuye a que el acetato de trembolona en combinación con el estradiol, probablemente, incrementan la concentración de IGF-1 circulante y los niveles de ARNm en músculo (Pampusch *et al.*, 2008), lo que puede causar un incremento en la tasa de proliferación y en el estado de activación de las células satélite del

músculo (Johnson *et al.*, 1988; Weeb *et al.*, 2002), lo cual puede llegar a inducir un aumento en el diámetro de las fibras musculares (Kellermeier *et al.*, 2009); una serie de eventos como los descritos pudo contribuir al incremento en la masa corporal de los animales implantados con la combinación Trembolona-Estradiol en el presente trabajo.

En otros trabajos (Grandadam *et al.*, 1975; McClure *et al.*, 2000) en los que se implantaron corderos con dosis diferentes de Trembolona en combinación con Estradiol a las que se utilizaron en la presente investigación, encontraron incrementos en la ganancia de peso que oscilaron entre un 12 a un 26% por encima de sus respectivos testigos sin implantes. Estos resultados sugieren la ventaja del uso de implantes de potencia elevada en los corderos en engorda intensiva.

El consumo de la materia seca tendió a incrementar ($P < 0,10$) a medida que se aumentó la potencia del implante. La conversión alimenticia expresada en kg de MS de alimento consumido/ kg de ganancia de peso vivo, fue mejorada 8% por el uso de implantes en general. La conversión alimenticia fue promovida de manera lineal ($P < 0,02$) en la medida que se incrementó la potencia del implante. Los corderos que recibieron el implante de potencia elevada (Trembolona-estradiol), requirieron un 12% menos alimento por cada kg de aumento de peso, en relación al testigo ($P < 0,05$). Johnson *et al.* (1998) encontraron una mejora del 16% en la conversión alimenticia de

corderos que recibieron implantes con Trembolona-estradiol en dosis similares a la del presente estudio y establecen que el aumento en la ganancia de peso y en la eficiencia del uso del alimento son evidencia de la eficacia del uso de implantes con Trembolona-estradiol en los ovinos.

El incremento en forma lineal de la ganancia de peso y conversión alimenticia, a medida que la potencia del implante fue en aumento, sugieren que el uso de implantes de potencia elevada con Trembolona-estradiol son recomendables para incrementar la respuesta productiva de ovinos de pelo en engorda intensiva.

CONCLUSIÓN

Los implantes de potencia elevada con Trembolona-estradiol, son los recomendables para incrementar la respuesta productiva de ovinos de pelo en engorda intensiva en clima caluroso

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al PROFAPI de la Universidad Autónoma de Sinaloa y a la empresa Agrícola y Ganadera Mojolo, S.A. de C.V. por el apoyo financiero y facilidades para el desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 1975. Official Methods of Analysis 12 th Ed., Washington, DC.
- CIAPAN. 2002. Guía para la asistencia técnica del Valle de Culiacán. INIFAP. Culiacán, Sinaloa, México. 97 p.
- Cooper, A. 1983. The value of growth promoters to the U.K. beef producers and processors. Proceedings of Symposium Rugby, Northamptonshire, Reino Unido. pp. 1-9.
- Fisher, A. V., J. D. Wood and M. V. Tas. 1986. Effects of some anabolic agents on the growth, carcass and tissue composition of barley-fed entire and castrated male Friesian cattle. *Anim. Prod.* 42 (1): 195-201.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios. México, D.F. 217 p.
- Grandadam, J. A., J. P. Scheid, A. Jorbard, H. Dreux and J. M. Boisson. 1975. Results Obtained with

Trembolone Acetate® in Conjunction with Estradiol 17 β in veal Calves, Feedlot Bulls, Lambs and Pigs. *J. AnimSci.* 41 (3): 969-977.

- Hicks, C. R. 1973. Fundamental concepts in the design of experiments. Holt, Rinehart and Winston, New York. 349 p.
- Husfstedler, G. D., P. L. Gillman, G. E. Carstens, L. W. Greene and N. D. Turner. 1996. Physiological and hormonal responses of lamb repeatedly implanted with zeranol and provided two levels of feed intake. *J. Anim Sci.* 74 (10): 2376-2384.
- Johnson, M. E., M. E. White, M. R. Hathaway, C. J. Christians and W. R. Dayton. 1998. Effect of a combined trenbolone acetate and estradiol implant on steady-state IGF-I mRNA concentrations in the liver of wethers and the longissimus muscle of steers. *J Anim. Sci.* 76 (2): 491-497.
- Kellermeier, J. D., A. W. Tittor, J. C. Brooks, M. L. Galyean, D. A. Yates, J. P. Hutchenson, W. T. Nichols, M. N. Streeter, B. J. Johnson and M. F. Miller. 2009. Effects of zilpaterol hydrochloride with or without an estrogen trenbolone acetate terminal implant on carcass traits, retail cutout, tenderness, and muscle fiber diameter in finishing steers. *J Anim. Sci.* 87 (11): 3702-3711.
- Lough, D. S., S. Kahl, M. B. Solomon and T. S. Rumsey. 1993. The effect of trenbolone acetate on performance, plasma lipids, and carcass characteristics of growing ram and ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 71 (10): 2659-2665.
- Mader, T. L., M. S. Davis and T. Brown-Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle *J. Anim. Sci.* 84 (3): 712-719.
- McClure, K. M., M. B. Solomont, and S. C. Loerch. 2000. Body weight and tissue gain in lambs fed an all- concentrate diet and implanted with trenbolone acetate or grazed on alfalfa. *J. Anim. Sci.* 78 (5): 1117-1124.
- NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants. 2007. National Academy Press. Washington, D.C. 362 p.
- Odongo, N. E., O. AlZahal, M. I. Lindinger, T. F. Duffield, E.V. Valdes, S. P. Terrell and B. W. McBride. 2006. Effects of mild heat stress and grain challenge on acid-base balance and rumen tissue histology in lambs. *J. Anim. Sci.* 84: 447-455.

- Pampush, M. S., M. E. White, M. R. Hathaway, T. J. Baxa, K. Y. Chung, S. L. Parr, B. J. Johnson, W. J. Weber and W. R. Dayton. 2008. Effects of implants of trembolona acetate, estradiol, or both, on muscle insulin-like growth factor-I receptor, estrogen receptor- α , and androgen receptor messenger ribonucleic acid levels in feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 86 (12): 3418-3423.
- Salisbury, M. W., B. J. May, S. J. Talley, M. A. Carr and G. R. Engdahl. 2007. Feedlot performance and carcass characteristic of feeder lambs implanted and re-implanted with zeranol. *The Texas Journal of Agriculture and Natural Resources* 20 (1): 1-9.
- Statistix. 2007. *Statistic User's Manual, Release 9.0 Analytical Software*, Tallahassee, FL.
- Weeb, A. S., R. W. Rogers Pas and B. J. Rude. 2002. Androgenic, estrogenic, and combination implants: production and meat quality in beef. *The professional Animal Scientist*. 18 (1): 103-106.
- Wilson, L. L., H. Varela-Alvarez, M. C. Rugh and M. L. Borger. 1972. Growth and carcass characters of rams, cryptorchids, wethers and ewes Subcutaneously Implanted with Zeranol. *J. Anim. Sci.* 34 (2): 336-338.