

Influencia de la falla del implante hormonal en la respuesta productiva de toretes en ceba

Rubén Barajas Cruz ^{1*}, Billy Josue Cervantes Pacheco¹, Javier Alonso Romo Rubio¹, Felipe Juárez Barranco¹ y Jorge Aguirre Ortega ².

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

²Cuerpo Académico de Producción y Biotecnología Animal, Universidad Autónoma de Nayarit, México

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la influencia de la falla del implante hormonal en la respuesta productiva de toretes en ceba en el Noroeste de México, fueron seleccionados 94 toretes encastados de Cebú ($335 \pm 4,74$ kg). En un diseño de bloques completos al azar, los toretes, fueron pesados y reimplantados en la oreja izquierda con 120 mg de acetato de trenbolona y 24 mg de estradiol, alojados en 12 corrales y alimentados con una dieta de finalización. Después de 73 días se sacrificaron y las orejas izquierdas fueron removidas para evaluarse la condición del implante. Los criterios fueron: a) Implantes absorbibles (normales, quebrados y amontonados); y b) Implantes no absorbibles (abscesados, encapsulados y no encontrados). La falla de implante ($P < 0,01$), fue del 32,98 %. La ganancia de peso disminuyó ($P < 0,01$), en 12 % por la falla del implante (101,89 vs. 90,94 kg), y la ganancia diaria de peso decreció ($P = 0,02$), en 10,4 % (1,39 vs. 1,26 kg/día). La falla del implante tendió a disminuir ($P = 0,08$), en 2% el peso de la canal (258,4 vs. 253,3 kg), y en 5 % ($P = 0,06$), el grado de marmoleo. El rendimiento en canal y grasa interna no fueron afectados ($P > 0,48$). Se concluye que la ineficiencia del implante durante la estación cálida y lluviosa es superior al 30%, reduciendo la ganancia de peso y el peso de la canal de los toretes en ceba.

Palabras clave: bovinos, desempeño en corral, implante hormonal.

Influence of hormonal implant failure on feedlot performance of fattening bulls

ABSTRACT

Ninety four Brahman crossed bull calves ($335 \pm 4,74$ kg) were used with the objective of determinate the effect of hormonal implant failure on growth performance response of fattening bulls in the Northwest of Mexico. In a complete randomized block design, bulls were weighed and re-implanted in left ear with 120 mg of trenbolone acetate and 24 mg of estradiol, placed in 12 ground pens and feeding a finishing diet. After 73 d they were sacrificed, ear removed and implant condition was evaluated. The criteria were: a) Absorbable implants (normal, broke or stocked); and b) Not absorbable implants (encapsulated, abscessed, or not found). Implant failure was ($P < 0,01$) was 32,98%. Body weight gain diminished ($P < 0,01$) 12% by implant failure (101,89 vs. 90,94 kg), and average daily gain decreased ($P = 0,02$) 10,4% (1,39 vs. 1,26 kg/d). Implant failure tended to decrease ($P = 0,08$) 2% carcass weight (258,4 vs. 253,3 kg) and 5% marbling grade ($P = 0,06$). Carcass dressing and kidney pelvic and heart-fat were not affected ($P > 0,48$). It is concluded, that during hot and raining season implant failure is higher than 30%, and diminish weight gain and carcass weight of finishing bulls.

Keywords: bovines, feedlot performance, hormonal implant.

INTRODUCCIÓN

Los implantes de esteroides anabólicos han sido utilizados por más de 45 años en la engorda intensiva de bovinos, para incrementar la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia (Johnson *et al.*, 1996; Bruns *et al.*, 2005). Sin embargo como su aplicación produce una herida, el riesgo de contaminación y desarrollo microbiano se incrementa con el aumento de la temperatura ambiental, humedad relativa y presencia de lodo, que son condiciones comúnmente encontradas durante la época calurosa y lluviosa en las regiones tropicales, lo que puede ocasionar el desarrollo de un absceso en el sitio de aplicación, el encapsulamiento e incluso la expulsión del implante, a cualquiera de estas tres condiciones se le denomina falla de implante, lo que origina una doble merma al engordador al invertir en un implante y dejar de obtener los beneficios esperados. Aunque existen en la literatura bastantes trabajos orientados a probar el beneficio del uso del implante (Bartle *et al.*, 1992; Samber *et al.*, 1996; Johnson *et al.*, 1998), son escasos los destinados a medir el impacto de la falla del mismo.

Este experimento fue conducido con el objetivo de determinar la influencia de la falla del implante hormonal en la respuesta productiva de toretes en ceba en el Noroeste de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación

Este experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad Experimental para bovinos en engorda intensiva en trópico seco de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en Culiacán, Sinaloa. Localizada en el Noroeste de México a 24° 50' de latitud Norte, 107° 26' de longitud Oeste, a 37 msnm; con temperatura media anual de 24,8 °C, temperatura máxima promedio 33,3 °C, y temperatura mínima promedio 16,3 °C; y una precipitación pluvial media anual de 665,6 mm, con lluvias en verano, predominando el clima tropical seco (García, 1981).

Evaluación de la respuesta productiva

Se utilizaron 94 toretes encastados de Cebú (335 ± 4,74 kg), provenientes de un mismo lote de 96 animales en engorda, que habían sido implantados

con trenbolona y estradiol (Revalor®; Intervet) a su llegada al corral, los cuales fueron alimentados con dietas de crecimiento durante los 91 días, previos al inicio del experimento. A los toretes se les revisó la condición del primer implante por palpación en la oreja, en dos de ellos se detectó la presencia de implante no absorbido, por lo que no fueron incluidos en la prueba de reimplante.

Los 94 animales seleccionados, fueron pesados y reimplantados en la oreja izquierda con 120 mg de acetato de trenbolona y 24 mg de estradiol (Revalor®; Intervet), aplicando procedimientos de limpieza y desinfección durante el implante. La temperatura y humedad relativa promedio a las 14:00 horas durante los 30 días previos al reimplante fueron de 33,5 °C y 60,41%, respectivamente, y la precipitación acumulada fue de 252 mm.

Así mismo, los toretes se agruparon por peso corporal en 10 grupos de 8 y 2 de 7 animales, siendo alojados en 12 corrales (6 x 12 m) y alimentados con una dieta de finalización (13,4 % de PC, 2,03 Mcal de ENm/kg de MS (Cuadro 1), ofrecida una vez al día (16:00 h) en la condición de libre acceso (105 % del consumo voluntario de la semana anterior). Semanalmente fueron tomadas muestras (4 kg) del alimento, directamente del carro mezclador y secadas en horno a (105 °C por 48 h), para determinar la materia seca. El consumo del alimento por corral fue estimado como el ofrecido, menos el rechazo semanal acumulado; a los toretes en las diferentes condiciones de implante, se les asignó el promedio del consumo de alimento de los corrales en que estuvieron respectivamente alojados.

Los animales fueron pesados los días 1, 21, 49 y 73 del experimento. La ganancia diaria de peso (GDP; kg/día), se dedujo dividiendo el peso obtenido durante el período de prueba entre los días de la medición. La conversión alimenticia fue estimada por la relación directa del consumo diario de materia seca entre la ganancia diaria de peso, expresada como el promedio del torete por día.

Cabe destacar que, para calcular la energía neta, se descontó el 4 % del peso corporal, como un estimado del contenido del tracto digestivo (NRC, 1984). La energía retenida (ER; mega calorías) fue emanada de la medición del peso corporal (PC, kg) y el promedio de la GDP, kg/día, de acuerdo con la ecuación: $ER = (0,0562 PV^{0,75}) GDP^{1,097}$ (NRC, 1984).

Cuadro 1. Composición en base seca de las dietas utilizadas en el experimento.	
Ingredientes	% en la MS de la dieta
Paja de maíz	13,05
Maíz molido	64,5
Pasta de Soya	6,55
Harina de carne y hueso de cerdo	2,0
Melaza de caña	7,2
Grasa de bovino	3,9
Ganamin Total ¹	2,8
Total	100 %
Análisis calculado (BS) ²	
Proteína Cruda, %	13,40
PC degradable en rumen, %	8,41
PC no degradable en rumen, %	4,99
ENm, Mcal/kg	2,034
ENg, Mcal/kg	1,373

¹Ganamin Total ® (Técnica Mineral Pecuaria, S.A. de C.V. Guadalajara, Jal., México). Premezcla de Vitaminas y minerales contienen 25 g de monensina de sodio a partir de Rumensin 200 ® (ElancoAnimal Health),

²Calculado a partir de valores publicados (NRC, 2000).

El contenido de energía neta de la dieta para mantenimiento y la ganancia de peso, fueron determinados, asumiendo una producción constante del incremento calórico (MQ) de 0,077PV,⁷⁵ Mcal/día (Lofgreen y Garrett, 1968). A partir de la estimación de ER y MQ, los valores de la ENm y de la ENg de la dieta, fueron obtenidos por un proceso iterativo (Zinn, 1987), fijando la relación ENg = (877 ENm) - 41 (Lofgreen y Garrett, 1968). Los valores de EN obtenidos fueron divididos por los valores esperados de la EN, para estimar la eficiencia del uso de la energía en la dieta por el ganado.

Condición de implante y características de la canal

Una vez completado el tiempo de 73 días en corral, los toretes fueron sacrificados en la sala de matanza del municipio de Culiacán, Sinaloa. La oreja

izquierda fue cortada, se retiró la piel y la condición del implante fue evaluada. Los criterios de condición de implante fueron: a) Implantes absorbibles (normal, quebrado y amontonado); o b) Implantes no absorbibles (encapsulados, abscesados y no encontrados).

El peso de la canal caliente se obtuvo, calculándose el rendimiento en canal como % del peso vivo. Después de 24 horas en cuarto frío a 2 °C y en el lado izquierdo de la canal, se realizó un corte transversal en el músculo *longissimus dorsi* entre la 12^{va} y 13^{va} costilla, después de 15 minutos de exposición al frío, se midió el espesor de la grasa dorsal (cm), el área del ojo de la costilla (AOC), fue medido por lectura directa con gradilla oficial (Manual United States Standards for Grades of Slaughter Cattle, USDA, 1996); el grado de marmoleo se calificó en ligero, pequeño o modesto por comparación visual con las

fotografías de referencia de el manual (USDA, 1996). La cantidad de grasa fue alrededor del riñón, corazón y pelvis (RPC), se estimó visualmente, y de acuerdo a su longitud y grosor se expresó como porcentaje del peso de la canal siguiendo los procesos descritos en el manual (USDA, 1996).

Análisis Estadístico

Los resultados fueron analizados como un experimento completamente al azar (Hicks, 1973), considerándose a cada animal como la unidad experimental. Para el cálculo del peso de la canal y el rendimiento en canal, se utilizó el peso inicial como co-variable, empleando el módulo de ANOVA/COV del procedimiento GLM del programa Statistix 8 (2003); en todos los casos se fijó un valor de $\alpha \leq 0,05$ para aceptar diferencia estadística y los valores de $\alpha \leq 0,10$ se consideraron como tendencia estadística. La correlación entre la condición de implante con la ganancia diaria de peso se estableció con la prueba de Pearson (Hicks, 1973), los procedimientos estadísticos se efectuaron utilizando la versión 8 del programa Statistix 8 (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El impacto de la falla del reimplante en la respuesta productiva de los toretes en finalización se presenta en el Cuadro 2. Durante los primeros 21 días posteriores a manejar los animales con implantes absorbibles, la GDP fue superior en 25,6% ($P < 0,01$), con relación a los toretes en los que falló el implante. El incremento en la GDP en los animales con implantes funcionales es comparable a el 20 % encontrado, como el promedio de la mejora en varios trabajos con novillos que recibieron implantes, conteniendo trenbolona y estradiol, el período corresponde con el que muestra la máxima actividad de la trenbolona (Bartle *et al.*, 1992; Johnson *et al.*, 1998).

El impulso en la ganancia de peso como consecuencia del uso de implantes conteniendo trenbolona y estradiol, se atribuye a un aumento en el número de células satélites activamente proliferativas en el músculo (Johnson *et al.*, 1998), estimuladas por un aumento en las concentraciones hepáticas y plasmáticas del factor de crecimiento-I parecido a la insulina (FCI-I), así como de un incremento en la concentración en el músculo del ARNm que codifica para el FCI-I, sin modificar el *status* de la hormona de crecimiento, ni de la miostatina (Johnson *et al.*, 1996;

White *et al.*, 2003); lo que produce un aumento en el diámetro de las fibras musculares (Kellermeier *et al.*, 2009), atribuido al incremento en el diámetro de las fibras las cadenas de miosina pesada tipo I (Gonzalez *et al.*, 2007) y a una reducción en el colágeno muscular (Kellermeier *et al.*, 2009).

Ahora bien, la ausencia de efecto ($P > 0,18$) de la condición del implante en la ganancia diaria de peso durante los últimos 52 días en la engorda, corresponden con lo observado en novillos por Bruns *et al.* (2005), en los que no se encontró beneficio por el uso de implante en los últimos 28 a 84 días en engorda, después de haberlos observado en los primeros 56 días después del implante.

En los 73 días de la prueba completa, la GDP en los animales con implantes absorbibles fue 10,4% mayor ($P = 0,02$), que en los no absorbibles, se apreció una correlación entre la condición del implante y la ganancia de peso ($r = 0,32$; $P = 0,012$), el peso adquirido durante los 73 días fue 12% superior ($P < 0,01$) en los toretes con implante absorbido.

Otros autores han encontrado el beneficio en la ganancia de peso en novillos que oscila entre el 14 y el 20 % (Bartle *et al.*, 1992; Johnson *et al.*, 1996; Samber *et al.*, 1996; Scheffler *et al.*, 2003), la diferencia puede estar influida porque en el presente estudio se consideró como absorbibles a los implantes que permitieran algún nivel de absorción, aunque aquellos quebrados o amontonados potencialmente pueden liberar más ágilmente sus principios activos, y tal vez su eficacia fue menor hacia el final de la prueba.

Otra condición de tomarse en cuenta, es que todos los implantes disponibles para machos, fueron diseñados y probados en novillos (Bartle *et al.*, 1992; Rumsey *et al.*, 1992); en tanto que su efecto en machos intactos no está bien documentado, se puede asumir que tal vez el efecto del andrógeno como es acetato de trenbolona, tenga un menor impacto en bovinos enteros por la presencia natural de testosterona circulante.

De este modo, el consumo de materia seca no fue modificado ($P = 0,98$) por la condición del implante, resultados similares han sido encontrados con frecuencia en novillos (Johnson *et al.*, 1996; Samber *et al.*, 1996).

Cuadro 2. Efecto de la falla del implante hormonal en la respuesta productiva de toretes en finalización.

Variable	Condición del Implante ¹		EEM ²	Valor de P
	Absorbible	No Absorbible		
Toretos, n	63	31		
Días en prueba	73	73		
Condición de implante, %	67,02	32,98	6,94	< 0,01
Peso inicial, kg	325,13	345,16	1,14	0,41
Peso final, kg	427,92	434,65	5,00	0,42
Ganancia diaria de peso, kg/día				
Días 1- 21	1,339	1,067	0,05	< 0,01
Días 22-49	1,612	1,502	0,04	0,24
Días 49-73	1,075	1,158	0,09	0,18
Días 1- 73	1,391	1,260	0,03	0,02
Peso ganado, kg	101,89	90,94	2,90	< 0,01
Consumo de MS, kg/día	8,385	8,873	0,73	0,38
Ganancia/consumo, kg/kg	0,165	0,142	0,01	0,03
Energía neta de la dieta, Mcal/kg				
EN mantenimiento	1,954	1,854	0,02	0,01
EN ganancia	1,304	1,216	0,02	0,01
Energía neta, observada/esperada				
EN mantenimiento	0,96	0,91	0,01	0,01
EN ganancia	0,95	0,88	0,01	0,01

¹Absorbible = Implantes normales, quebrados o amontonados; No Absorbible = Implantes encapsulados, abscesados o no encontrados.

²Error estándar de la media.

La eficiencia alimenticia fue 16 % mayor ($P = 0,04$) en los toretes con implante absorbible, el beneficio del implante en esta importante variable es consistente y el valor encontrado en la presente investigación está en concordancia con un rango de mejora de entre 10,3 y 19 % observado en otros experimentos (Samber *et al.*, 1996; Johnson *et al.*, 1998; Scheffler *et al.*, 2003). La falla del implante causó una disminución ($P < 0,01$) de 5% en la energía neta de mantenimiento y de 7 % en la energía neta para ganancia retenida de la dieta.

Por consiguiente, el impacto económico derivado de las modificaciones en la respuesta productiva de los animales, aunque es evidente, el monto puede variar por la modificación de los precios en una región o por la diferencia de los mismos entre regiones; sin embargo, es posible calcularlo a partir de la información vertida.

En este experimento con los costos actuales del 2009 en la región que se condujo la prueba, la pérdida económica atribuible a la falla del implante fue equivalente a \$ 15,1 US dólar por animal, utilizando como referencia el valor equivalente en dólares americanos para facilitar la conversión en distintas regiones, considerando el precio de \$1,77 USD/kg de animal en pie y de \$ 2,75 USD el costo del implante, la pérdida correspondió a 5.5 veces el valor del implante ($\$ 15,1 / \$ 2,75 = 5,5$).

La influencia de la falla del reimplante en las características de la canal se presenta en el Cuadro 3. La falla de implante tendió a disminuir ($P = 0,08$), en 2% el peso de la canal; este es un resultado esperable, considerando que es común que los animales que no reciben implante, produzcan canales entre 3,8 a 10% más livianos en relación a los que recibieron implantes con trenbolona y estradiol (Scheffler *et al.*, 2003; Bruns *et al.*, 2005; Boles *et al.*, 2009).

Cuadro 3. Efecto de la falla del implante hormonal en las características de la canal de toretes en finalización.

Variable	Condición del Implante ¹		EEM ³	Valor de P
	Absorbible	No Absorbible		
Toretos, n	63	31		
Peso canal caliente, kg ⁴	258,37	253,25	2,27	0,08
Rendimiento en canal, % ⁴	61,76	59,78	1,38	0,36
Grasa dorsal, cm	0,51	0,67	0,03	0,72
Área de ojo de costilla, cm ²	64,71	65,01	0,34	0,24
Marmoleo ⁵	420	400	0,05	0,06
Grasa interna, % ⁶	1,87	1,94	0,05	0,48
Canal rojo cereza oscuro, %	3,17	3,23	0,03	0,84

¹Absorbible = Implantes normales, quebrados o amontonados; No Absorbible = Implantes encapsulados, abscesados o no encontrados.

³Error estándar de la media.

⁴Medias de mínimos cuadrados.

⁵Escala: ligero 400, pequeño 500, etc.

⁶Grasa en pelvis y riñonada.

El rendimiento en canal como porcentaje del peso vivo no fue afectado ($P = 0,36$), por la condición de implante, en la mayoría de los experimentos no se ha observado mejoría en esta variable por efecto del implante (Bartle *et al.*, 1992; Rumsey *et al.*, 1992; Scheffler *et al.*, 2003). El área del ojo de la costilla y el espesor de grasa dorsal no fueron modificadas ($P > 0,20$), lo que coincide con lo encontrado en la mayoría de experimentos con novillos (Samber *et al.*, 1996; Johnson *et al.*, 1998; Schneider *et al.*, 2007).

El marmoleo fue menor ($P = 0,06$), en los animales con falla de implante, efecto no esperado, ya que usualmente los implantes que contienen trenbolona disminuyen el grado de marmoleo en novillos (Bruns *et al.*, 2005; Boles *et al.*, 2009).

La grasa alrededor de riñón, pelvis y corazón no fue modificada ($P = 0,48$) por la falla del implante en este experimento, aunque es común que la aplicación de implante disminuya la grasa interna en novillos (Bartle *et al.*, 1992; Rumsey *et al.*, 1992).

La proporción de canales con coloración oscura no fue alterada ($P = 0,84$) por la falla del implante, en las cuales no se encontró alguna que pudiera tipificarse como canal oscura (color negruzco y

consistencia pegajosa al tacto), las que se observaron fueron solamente de color rojo oscurecido, que no correspondieron al rojo cereza brillante que es el color deseado, aunque el reimplantar novillos con trenbolona y estradiol incrementa el riesgo de la presencia de canales con color oscuro; sin embargo el manejo durante la matanza, las temperaturas elevadas y la oscilación diaria de temperatura parecen influir en mayor medida (Kreikenmeier *et al.*, 1998; Scanga *et al.*, 1998).

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación indican que el riesgo de falla del implante hormonal rebasar al 30 % de los bovinos implantados, afectando negativamente la ganancia de peso y el peso de la canal de los bovinos en ceba; el costo económico de la disminución en la respuesta productiva de los toretes puede ser cercano a siete veces el valor del implante; por lo que es de importancia el manejo cuidadoso del proceso aplicación de implantes y la búsqueda de nuevas estrategias que permitan reducir el riesgo de la falla del implante hormonal en los bovinos destinados a la producción de carne.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ing. Regulo Terraza Romero y a Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V. por el apoyo para el desarrollo del trabajo.

LITERATURA CITADA

- Bartle, S. J., R. L. Preston, R. E. Brown, and R. J. Grant. 1992. Trenbolone acetate/estradiol combinations in feedlot steers: dose-response and implant carrier effects. *J. Anim. Sci.* 70 (5):1326-1332.
- Boles, J. A., D. L. Boss, K. J. Neary, K. C. Davis, and M. W. Tess. 2009. Growth implants reduced tenderness of steaks from steers and heifers with different genetic potentials for growth and marbling. *J. Anim. Sci.* 87:269-274.
- Bruns, K. W., R. H. Pritchard, and D. L. Boggs. 2005. The effect of stage of growth and implant exposure on performance and carcass composition in steers. *J. Anim. Sci.* 83 (1):108-116.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3^a ed. México DF. p. 246.
- Gonzalez, J. M., J. N. Carter, D. D. Jonson, S. E. Ouellette, and S. E. Jonson. 2007. Effect of ractopamine-hydrochloride and trenbolone acetate on longissimus muscle fiber area, diameter, and satellite cell numbers in cull beef cows. *J. Anim. Sci.* 85:1893-1901.
- Hicks, C. R. 1973. *Fundamental Concepts in the Design of Experiments*. Holt, Rinehart and Wiston, New York. p. 349.
- Johnson, B. J., N. Halstead, M. E. White, M. R. Hathaway, A. DiConstanzo, and W. R. Dayton. 1998. Activation state of muscle satellite cells isolated from steers implanted with a combined trenbolone acetate and estradiol implant. *J. Anim. Sci.* 76 (11):2779-2789.
- Johnson, B. J., P. T. Anderson, J. C. Meiske, and W. R. Dayton. 1996. Effect of a combined trenbolone acetate and estradiol implant on feedlot performance, carcass characteristics, and carcass composition of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 74 (2):363-371.
- Kellermeier, J.D., A.W. Tittor, J.C. Brooks, M.L. Galyean, D.A. Yates, J.P. Hutcheson, 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.* 87:3702-3711.
- Kreikenmeier, K.K., J. A. Unruh, and T. Eck. 1998. Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits. *J. Anim. Sci.* 76 (2):388-395.
- Lofgreen G. P. and W. N. Garrett. 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27 (3):793-807.
- Manual United States Standards for Grades of Slaughter Cattle, USDA. 1996. United States Standards for Grades of Slaughter Cattle. Agric. Marketing Service, USDA, Washington, D.C. p. 13.
- National Research Council, NRC. 1984. *Nutrient Requirement of Beef Cattle (6th Edition)*. National Academy Press, Washington, D.C. p. 90.
- National Research Council, NRC. 2000. *Nutrient Requirement of Beef Cattle (7th Revised Edition)*. National Academy Press, Washington, D.C. p. 232.
- Rumsey, T.S., A.C. Hammond, and J.P. McMurtry. 1992. Response to reimplanting beef steers with estradiol benzoate and progesterone: performance, implant absorption pattern, and thyroxine status. *J. Anim. Sci.* 70 (4):995-1001.
- Samber, J.A., J.D. Tatum, M.L. Wray, W.T. Nichols, J.B. Morgan, and G.C. Smith. 1996. Implant program effects on performance of steers calves finished for 212 days. *J. Anim. Sci.* 74 (7):1470-1476.
- Scanga, J.A., K.E. Belk, J.D. Tatum, T. Grandin, and G.C. Smith. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J. Anim. Sci.* 76 (8):2040-2047.
- Scheffler, J.M., D.D. Buskirk, S.R. Rust, J.D. Cowley, and M.E. Doumit. 2003. Effect of repeated

- administration of combination trenbolone acetate and estradiol implant on growth, carcass traits, and beef quality on long-fed Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 81:2395-2400.
- Schneider, B.A., J.D. Tatum, T.E. Engle, and T.C. Bryant. 2007. Effects of heifer finishing implants on beef carcass traits and longissimus tenderness. *J. Anim. Sci.* 85:2019-2030.
- Statistix. 2003. Statistix8 User's Manual. Analytical Software. Tallahassee, FL . p396.
- White, M.E., B.J. Johnson, M.R. Hathaway, and W.R. Dayton. 2003. Growth factor messenger RNA levels in muscle and liver of steroid-implanted and nonimplanted steers. *J. Anim. Sci.* 81 (4):965-973.
- Zinn, R.A. 1987. Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked corn versus dry-rolled corn in diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 65 (1):256-266.