

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**



TESIS

**EFFECTO DEL TIEMPO CONSUMIENDO EXTRACTO DE TANINOS SOBRE EL
NITRÓGENO UREICO EN PLASMA, RESPUESTA PRODUCTIVA Y
CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE TORETES
EN ENGORDA INTENSIVA**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

PRESENTA

SERGIO CANDELARIO ARÉCHIGA CASTILLO

DIRECTOR DE TESIS:

DR. RUBÉN BARAJAS CRUZ

CO-DIRECTOR:

DR. JAVIER ALONSO ROMO RUBIO

ASESORES:

DR. LEOPOLDO RAÚL FLORES AGUIRRE

DRA. IDALIA ENRÍQUEZ VERDUGO

DRA. SOILA MARIBEL GAXIOLA CAMACHO

CULIACAN, SINALOA, AGOSTO DE 2013

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR SERGIO CANDELARIO ARÉCHIGA CASTILLO, BAJO LA DIRECCION DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA; Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR DE TESIS


DR. RUBÉN BARAJAS CRUZ

CO-DIRECTOR DE TESIS


DR. JAVIER ALONSO ROMO RUBIO

ASESOR


DR. LEOPOLDO RAÚL FLORES AGUIRRE

ASESOR


DRA. IDALIA ENRIQUEZ VERDUGO

ASESOR


DRA. SOILA MARIBEL GAXIOLA CAMACHO

CULIACAN, SINALOA, AGOSTO DE 2013

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme cumplir otra de mis metas y agradecerle por todo lo que me ha dado.

A mi Familia, mi esposa Jannel y mi hija Jannelita por todo su amor, apoyo y estar conmigo en este y otros proyectos importantes, teniendo en ellas una razón para salir adelante y superarme día a día.

A mi madre Susana por su amor, la educación que me dio y los valores que me inculco para poder salir adelante en la vida

A mi director de tesis el Dr. Rubén Barajas por su tiempo, conocimientos y la amistad que ha brindado a lo largo de los años

Al Ing. Regulo Terrazas por prestarnos las instalaciones de Ganadera los Migueles y a su personal, para poder llevar a cabo el presente trabajo.

A mis amigos el MVZ Billy Cervantes, MC Marco Espino y MC Alejandro Camacho, por todo el apoyo que me durante la realización del experimento.

A todos mis maestros y asesores que dedicaron horas de su tiempo para darme clases y atenderme en las dudas que me surgieron en el proceso de aprendizaje.

Al CONACYT por la ayuda brindada y oportunidad que formar parte de la Maestría en Ciencias Agropecuarias generación 2010 – 2012.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
2.1 Los taninos	2
2.1.1. Generalidades.....	2
2.1.1.1. Los taninos hidrolizables.....	2
2.1.1.2. Los taninos condensados	2
2.1.2. Los taninos en la alimentación de los rumiantes.....	3
2.1.2.1. Los taninos en el rumen	4
2.1.2.2. Niveles moderados de taninos en la respuesta productiva de bovinos.....	5
2.1.2.3. Taninos en dosis baja en la respuesta productiva en bovinos.....	5
III. HIPÓTESIS	7
IV. OBJETIVOS	8
V. MATERIAL Y MÉTODOS	9
5.1. Ubicación del área experimental.....	9
5.2. Animales experimentales.....	9
5.3. Tratamientos.....	9
5.4. Procedimiento experimental	11
5.4.1. Sangre.....	11
5.4.2. Respuesta productiva.....	12
5.4.3. Características de la canal.....	13
5.5. Análisis estadístico.....	14
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
VII. CONCLUSIONES	19
VIII. LITERATURA CITADA.....	22

INDICE DE CUADROS

CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
1	Composición en base seca de la dieta utilizada en el experimento de respuesta productiva de bovinos en engorda en finalización.....	12
2	Efecto de la duración del consumo de extracto de taninos en la respuesta productiva de toretes en engorda en etapa de finalización.....	20
3	Efecto del consumo de extracto de taninos en las características de la canal de toretes en engorda en etapa de finalización.....	21

RESUMEN

Efecto del tiempo consumiendo extracto de taninos sobre el nitrógeno ureico en plasma, respuesta productiva y características de la canal de toretes en engorda intensiva

MVZ Sergio Candelario Aréchiga Castillo

Sesenta toretes (360 ± 10 kg DE), fueron utilizados para determinar el efecto del tiempo consumiendo extracto de taninos sobre el nitrógeno ureico en plasma, respuesta productiva y características de la canal de bovinos en engorda intensiva. Los animales fueron bloqueados por peso inicial y en grupos de cinco alojados en corrales de 6 x 12 m. Con base en un diseño de bloques completos al azar fueron asignados a uno de tres tratamientos: 1) Dieta con 12.6% de PC y 2.05 Mcal de ENm/kg sin extracto de taninos (Testigo); 2) Similar al testigo adicionada con 0.3% de extracto de taninos (ET) durante el 68% de la duración de la engorda (T68); y 3) Similar al testigo con 0.3% de ET durante toda la engorda (T100). Los resultados fueron analizados por análisis de varianza para un diseño en bloques completos al azar. Cada corral fue la unidad experimental. La relación lineal o cuadrática entre el aumento en el tiempo consumiendo taninos y las variables de respuesta se probó con el uso de polinomios. El consumo de ET disminuyó en 13.4% ($P < 0.05$) el nitrógeno ureico en plasma. A medida que aumentó el tiempo consumiendo ET, se incrementaron linealmente el peso final ($P < 0.01$), la ganancia diaria de peso ($P = 0.02$), la eficiencia alimenticia ($P < 0.01$) y el peso de la canal caliente ($P = 0.02$). El consumo prolongado de ET disminuyó linealmente el espesor de la grasa dorsal ($P = 0.05$) y tendió a decrecer la grasa alrededor de riñón, corazón y pelvis ($P = 0.06$).

Los resultados del presente experimento indican, que a medida que se incrementa el tiempo en que los toretes consumen extracto de taninos, mejora de la utilización del nitrógeno, ganancia de peso, eficiencia alimenticia y peso de la canal, así como una disminución en la cantidad de grasa depositada en la canal.

Palabras clave: Taninos, Bovinos de engorda, Nitrógeno ureico

ABSTRACT

Effect of tannins extract intake time on plasma urea nitrogen, growth performance, and carcass characteristics of feedlot cattle

MVZ Sergio Candelario Aréchiga Castillo

Sixty bulls (360 ± 10 kg DE), were used to determine the effect of tannins extract intake time on plasma urea nitrogen, growth performance, and carcass characteristics of feedlot cattle. Cattle were blocked by weight and in groups of five placed in 6 x 12 m pens. Based in a completely randomized block design were assigned to one of three treatments: 1) Diet with 12.6% CP and 2.05 Mcal de NEm/kg without tannins extract (CTRL); 2) Similar to CTRL added with 0.3% of tannin extract (TE) during 68% of fattening length (T68); 3) Similar to CTRL added with 0.3% of TE during complete feedlot period (T100). Results were analyzed by ANOVA for a completely randomized block design. Each pen was the experimental unit. The linear or quadratic relationship between time eating TE and response variables was tested by polinomics. TE intake decreased 13.4% ($P < 0.05$) plasma urea nitrogen. As TE intake time was augmented, were linearly increased the final weight ($P < 0.01$), average daily gain ($P = 0.02$), feed efficiency ($P < 0.01$), and hot carcass weight ($P = 0.02$). The long time TE intake linearly diminished back fat thickness ($P = 0.05$), and tended to decreased the kidney, pelvis, hearth fat ($P = 0.06$).

The results of actual experiment indicates, that as increased the time that bulls eaten tannins extract, nitrogen utilization, weight gain, feed efficiency and carcass weight are enhanced, as well diminished the amount of fat depot in carcass.

Key words: Tannins, feedlot cattle, Urea nitrogen

I. Introducción

La producción intensiva de carne de bovino es una actividad de importancia económica en el Estado de Sinaloa, en donde existe una capacidad instalada para 200,000 bovinos en corral de engorda (INEGI, 2008). En los bovinos en engorda, la eficiencia en la utilización del nitrógeno se incrementa cuando el aporte de aminoácidos al duodeno logra cubrir los requerimientos para la formación de tejidos del animal (Devant *et al.*, 2001). Esto se puede lograr con la adición a la dieta de ingredientes con un perfil de aminoácidos limitantes que sean resistentes a la degradación ruminal (Merchen y Tigtmeyer, 1992); o bien que permitan disminuir la degradación ruminal de la proteína de la dieta, lo que se puede obtener con la inclusión de taninos condensados (Driedger y Hatfield, 1972; Frutos *et al.*, 2004; Puchala *et al.*, 2005). Los taninos son compuestos polifenólicos que tienen la habilidad de ligar proteínas (Frutos *et al.*, 2004). Los taninos condensados se ligan a las proteínas formando complejos insolubles en el rango de pH 6 a 7 existente en el rumen, pero que se disocian y liberan a la proteína ligada a valores de pH 3.5 que existe en el abomaso (Min y Hart, 2003). En años recientes con la adición de un extracto de taninos condensados e hidrolizables en proporción cercana al 0.3% de la materia seca, se ha observado una disminución de la concentración de nitrógeno ureico en plasma (Barajas *et al.*, 2010), así como una mejora en la ganancia de peso y en las características de la canal de toretes en engorda intensiva (Barajas *et al.*, 2011; Camacho *et al.*, 2011; Montoya *et al.*, 2013). Sin embargo, no se conoce la influencia del tiempo consumiendo los extractos de taninos en los niveles de nitrógeno ureico en plasma, en la respuesta productiva ni características de la canal en los bovinos en engorda.

El presente trabajo se condujo con el objetivo de determinar el efecto del tiempo consumiendo extracto de taninos sobre el nitrógeno ureico en plasma, en la respuesta productiva y las características de la canal de los bovinos en engorda intensiva.

II. Antecedentes

2.1. Los taninos

2.1.1. Generalidades

El término taninos se refiere a un grupo de sustancias que son sintetizadas por las plantas como parte del metabolismo secundario y que se encuentran en diferentes partes de ellas como las hojas, tallo, tronco, raíces, etc. Está integrado por polímeros fenólicos con capacidad de curtir las pieles, precipitar la gelatina de sus soluciones, entre otras; los taninos poseen un peso molecular de entre 500 a 3000 Dalton, se dividen en taninos hidrosolubles y taninos condensados (Cowan, 1999; Frutos *et al.*, 2004).

2.1.1.1. Los taninos hidrolizables (TH)

Son polímeros de ácidos esterificados como el ácido gálico y ácido elágico, formados con una molécula central de glucosa y grupos fenoles (Reed, 1995; Cowan, 1999; Torres *et al.*, 2008). Este tipo de taninos son más susceptibles a la hidrólisis enzimáticas comparados con los taninos condensados; los taninos hidrosolubles son degradados rápidamente a grupos fenólicos pequeños, incapaces de formar complejos con las proteínas (Reed, 1995; Arévalo, 2008).

2.1.1.2. Los taninos condensados (TC)

Son macromoléculas constituidas por flavonoides llamados proantocianidinas como la catequina, epicatequina, galocatequina; presentes en los tallos, hojas y flores de algunas plantas forrajeras (Cowan, 1999; Arévalo, 2008); interactúan formando complejos con la proteínas (tanino-proteína); esta interacción tiene afinidad por cadenas largas y con proteínas ricas en prolina. La facilidad de los taninos para formar complejos con la proteína es determinante en sus efectos nutrimentales y dependerá de su estructura, peso molecular, isoelectricidad y compatibilidad en los sitios de unión del tanino y de la proteína (Reed, 1995; Min *et al.*, 2003).

Los taninos condensados son un grupo de compuestos fenólicos que influyen en el valor nutricional de una amplia variedad de forrajes y plantas consumidas por los rumiantes (Reed, 1995; Frutos *et al.*, 2004). Aunque por mucho tiempo se estudió únicamente el posible efecto detrimental de los taninos, estos también pueden generar algún beneficio en la alimentación de los rumiantes dependiendo del tipo de tanino, estructura, peso molecular, especie animal que los ingiera y cantidad ingerida (Min *et al.*, 2003; Arévalo, 2008). El consumo de cantidades elevadas de taninos reduce la ingestión voluntaria y la digestibilidad de los nutrientes, pero el consumo de cantidades moderadas reduce la degradación ruminal de la proteína y en consecuencia, hay mayor disponibilidad de aminoácidos susceptibles de ser absorbidos en el intestino delgado; estos efectos sobre la nutrición se ven reflejados en la respuesta productiva de los animales (Min *et al.*, 2003; Frutos *et al.*, 2004).

2.1.2. Los taninos en la alimentación de los rumiantes

Se conoce la capacidad de los taninos para ligar proteínas e inhibir la actividad de algunos sistemas enzimáticos entre ellos a la carboximetil celulasa, proteasas y glutamato deshidrogenasa, también se ligan a la adhesina microbiana y forman complejos con la pared celular de las células vegetales (Cowan, 1999; Kumar y Vaithyanathan, 1990); sin embargo, la capacidad de los taninos para formar complejos con las proteínas se considera también como una alternativa para disminuir la degradación ruminal de proteínas a partir de fuentes como pasta de soya y mejorar la utilización del nitrógeno en los rumiantes (Drtedger y Hatfield, 1972). La presencia de taninos en la dieta, disminuye el nitrógeno amoniacal en rumen y el nitrógeno ureico en plasma (Puchala *et al.*, 2005; Theodoridou *et al.*, 2010).

Velázquez *et al.* (2002) establecieron que en el caso de la pasta de soya, la mayor parte de la disminución en la degradación de su proteína en rumen, se debe a la formación de puentes de hidrógeno en el complejo tanino-proteína, y que en una proporción bastante menor intervienen las interacciones hidrofóbicas.

2.1.2.1. Los taninos en el rumen

En estudios de fermentación *in vitro* (Drtedger y Hatfield, 1972), en los que se adicionó ácido tánico a pasta de soya, con la inclusión de 5% de ácido tánico se disminuyó en 55% la producción de N amoniacal.

La concentración de amoniaco en rumen artificial producido por la fermentación de pasta de soya, fue disminuida en 19% por la adición de 8% de extracto de quebracho a la pasta de soya (Velázquez *et al.*, 2002). Estos efectos, se les atribuyen a la capacidad de los taninos para formar complejos con las proteínas en un rango de pH de ligeramente ácido a neutro como el prevaleciente en el rumen, en tanto que a pH ácido cercano a 3.5 como el que existe en el abomaso e inicio del duodeno, son disociados los puentes de hidrógeno entre los taninos y las proteínas, entonces, se asume que la proteína es liberada y puede ser digerida y absorbida por el rumiante (Frutos *et al.*, 2004; Arévalo, 2008).

En un estudio de digestibilidad *in vitro* (González *et al.*, 2002), trataron pasta de soya con tres tipos de extractos semipurificados de taninos: condensados de acacia, condensados de quebracho y solubles de castaño, los tres tipos de taninos disminuyeron la concentración de N-amoniacal.

En novillos Angus alimentados con dietas basadas en forraje de trigo de invierno para pastoreo, Min *et al.* (2005), encontraron que a partir de la concentración de 15 mg/kg los taninos disminuyeron la producción de gas y la emisión de metano.

La adición de 1 y 2% de taninos condensados de quebracho de la materia seca del forraje de trigo para pastoreo, redujo linealmente la producción de gas metano *in vitro* a medida que aumentó la concentración de taninos (Min *et al.*, 2006).

Barajas *et al.* (2010) observaron en los becerros que recibieron taninos adicionales en relación a los animales del grupo testigo, el N ureico en plasma fue 19% más bajo en los toretes que recibieron taninos en relación a los testigos (7.9 vs. 6.4 mg/dL).

En la engorda completa con 226 días de duración (Barajas *et al.*, 2011), a los 161 días de la engorda el N ureico en plasma fue 15% menor en los toretes que recibieron taninos en relación a los testigos (10.9 vs. 12.8 mg/dL).

2.1.2.2. Niveles moderados de taninos en la respuesta productiva de bovinos

Una concentración de taninos por debajo del 4% de la materia seca puede promover la utilización de la proteína sin afectar el consumo de alimento (Getachew *et al.*, 2006). La adición de hasta 2% de taninos condensados de quebracho, no afectó el consumo de alimento de vaquillas alimentadas con dietas conteniendo 70% de forraje (Beauchemin *et al.*, 2007). Con la inclusión en la dieta de 1.49% tanto de taninos condensados como de taninos solubles Krueger *et al.* (2010), no observaron efecto en el consumo de alimento de novillos en finalización.

Con la inclusión de taninos condensados de quebracho en proporción equivalente a 1 y 2% de la materia seca de novillos en pastoreo (390 kg de PV), Min *et al.* (2006), observaron un incremento en la ganancia diaria de peso en promedio 17.8% superior al de los animales que no recibieron taninos adicionales. En tanto que con niveles similares de taninos condensados de quebracho agregados a la dieta (1 y 2% de la MS), Beauchemin *et al.* (2007) no encontraron diferencia con la adición de taninos en la ganancia de peso de novillos Angus (238 kg de PV) alimentados con dietas constituidas con 70% de forraje y 30% concentrado. Con la inclusión de 14.9 g de taninos condensado o taninos hidrolizables/kg de alimento (1.5%) a una dieta alta en grano, Krueger *et al.* (2010), no observaron diferencia de los taninos adicionales en la ganancia de peso de novillos (414 kg de PV) en finalización.

2.1.2.3. Taninos en dosis baja en la respuesta productiva en bovinos

Con la inclusión de 0.3% de un extracto de taninos condensados de quebracho con taninos hidrosolubles de castaño, en dietas con 70% de concentrado ofrecidas durante los primeros 84 días en corral de engorda a becerros de 184 kg de peso inicial, Barajas *et al.* (2010) observaron un incremento del 14.8% en la ganancia diaria de peso de los becerros que recibieron taninos adicionales en relación a los animales del grupo testigo, en tanto que el consumo de materia seca no fue afectado por la inclusión de taninos y el N ureico en plasma fue 19% más bajo en los toretes que recibieron taninos en relación a los testigos (7.9 vs. 6.4 mg/dL).

En la engorda completa con 226 días de duración (Barajas *et al.*, 2011), la inclusión de extracto de taninos en proporción equivalente al 0.3% de la dieta, aumentó en 6.5% el consumo de materia seca, 7.5% el peso final (492 vs. 529 kg) y en 11.8% la ganancia de peso de los toretes en comparación con los que no recibieron taninos adicionales, a los 161 días de la engorda el N ureico en plasma fue 15% menor en los toretes que recibieron taninos en relación a los testigos (10.9 vs. 12.8 mg/dL). Recientemente, Montoya *et al* (2013) con la adición de cerca de 0.3% de extracto de taninos a dietas basadas en maíz hojueado al vapor, las que se ofrecieron a toretes en engorda durante 92 días, produjeron un incremento del 8.4% en la ganancia de peso en los animales que recibieron los taninos comparados con sus respectivos testigos.

III. HIPÓTESIS

Al aumentar el tiempo consumiendo extracto de taninos disminuyen los valores de nitrógeno ureico en plasma, y se mejora la respuesta productiva y las características de la canal de los toretes en engorda intensiva

IV. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del tiempo de consumo de extracto de taninos en la concentración de nitrógeno ureico en plasma, en la respuesta productiva y las características de la canal de los bovinos en engorda intensiva.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 4.2.1. Valorar la influencia de la adición de 0.3% de extracto de taninos a la dieta en la concentración plasmática de nitrógeno ureico de toretes en engorda intensiva.
- 4.2.2 Cuantificar el impacto del tiempo de consumo de extracto de taninos en la ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, peso de la canal caliente y rendimiento en canal de toretes en engorda intensiva.
- 4.2.3. Medir la influencia del tiempo de consumo de extracto de taninos en el espesor de la grasa dorsal, grasa alrededor de riñón, pelvis y corazón; grado de marmoleo, área del ojo de costilla y pH del músculo en las canales de toretes en engorda intensiva

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Ubicación del área experimental

El trabajo se llevó a cabo en la "Unidad Experimental para Bovinos de Engorda en Trópico Seco" de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada en los terrenos de Ganadera Los Migueles, ubicado en el km 4 de la carretera federal N° 15, tramo Culiacán – Los Mochis, en Culiacán, Sinaloa, con la siguiente localización geográfica: 24.50° de latitud Norte, 107.26° de longitud Oeste, 37 msnm, temperatura media anual de 24.8 °C, temperatura máxima 33.3 °C, mínima 16.3 °C; máxima extrema 44.5 °C y mínima extrema 1.5 °C, precipitación pluvial media anual de 665.6 mm, predominando el clima tropical seco (García, 1981).

5.2 Animales experimentales

Se utilizaron sesenta toretes (carga génica aproximada de 50% *Bos indicus* y el resto de razas Simmental, Pardo Suizo, Charolais y Angus en proporción variable), con un peso promedio inicial de 360 ± 10 kg (DE), en una prueba de respuesta productiva en corral de engorda. Los animales seleccionados fueron pesados, identificados con arete numerado, vacunados para prevenir infección por *Mannheimia haemolytica* (One Shot; Pfizer Ltd.), implantados (Component ES con Tylan; ELANCO Animal Health), vacunados contra *Clostridium* e *Histophilus somnus* (Ultrabac 7-Somubac; Pfizer), desparasitados (Albendaphorte PLUS; Lab. Salud y Bienestar), e inyectados con Vitaminas A, D y E (Vitafluid, Lab Virbac).

5.3 Tratamientos

Los toretes fueron pesados individualmente en báscula digital y de acuerdo a su peso inicial, los animales se agruparon en dos bloques (livianos y pesados), en grupos de cinco, los becerros se alojaron en corraletas con piso de tierra (6 x 12 m) provistas con 2.4 m de comedero lineal de concreto y 0.60 m de bebedero controlado con flotador. Con base en un diseño de bloques completos al azar (Hicks, 1973); dentro de cada uno de los bloques, las corraletas (que constituyeron la unidad

experimental) fueron asignadas de manera aleatoria a recibir uno de los siguientes tratamientos:

- 1.- Dieta de finalización con 12.6% de PC y 2.05 Mcal de EN_m/kg sin extracto de taninos (Testigo).
- 2.- Dieta similar al testigo adicionada con 0.3% de extracto de taninos durante el 68% de la duración de la engorda (T68).
- 3.- Dieta similar al testigo con 0.3% de extracto de taninos durante toda la engorda (T100).

Se eligió la concentración de 0.3% de extracto de taninos en la materia seca de la dieta como la dosis a ofrecer, con base en los resultados de experimentos previos en los que esta concentración de extracto de taninos promovió una mejora en la respuesta productiva y características de canal de bovinos en engorda intensiva (Barajas *et al.*, 2011; Camacho *et al.*, 2011; Montoya *et al.*, 2013).

En los tratamientos correspondientes, los taninos se proporcionaron en forma de un extracto de taninos Bypro® (SILVATEAM-INDUNOR, S.A.; Buenos Aires, Argentina), con un contenido garantizado de 70% de una mezcla de taninos condensados de corteza de quebracho (*Schinopsis balansae*) y taninos hidrolizables de castaño (*Castanea sativa*).

La dosis diaria de extracto de taninos se calculó a partir del consumo de alimento esperado por parte de los animales estimado con la fórmula propuesta por NRC (2000), y la dosis se ajustó para que correspondiera aproximadamente al 0.3% de la materia seca de la dieta.

La cantidad de extracto de taninos que se proporcionó en cada una de las corraletas asignadas a ese tratamiento fue calculada para ser cercana al 0.3% del consumo esperado de materia seca. El consumo de materia seca esperada fue calculado a partir del peso de los toretes en cada corraleta y en contenido de EN_m de la dieta. El consumo diario de materia seca fue calculado con base en estimar el

consumo diario de EN_m dividido entre el contenido de EN_m de las dietas que se les ofrecieron. EL consumo diario de EN_m fue calculado con la fórmula propuesta por NRC (2000):

$$\text{Consumo de } EN_m \text{ (Mcal/día)} = (0.2435 * EN_m - 0.0466 * EN_m^2 - 0.1128) * PVD^{0.75}$$

Donde: PVD = Peso vivo dietado, y EN_m = al contenido de EN_m de la dieta en Mcal/kg de MS. El peso vivo dietado fue considerado como el peso del animal en la báscula menos un 4% como estimado del contenido del tracto digestivo (NRC, 1984).

La dosis diaria de extracto de taninos por cada corraleta, se dispersó en 1 kg de maíz molido y se mezcló manualmente, la mezcla maíz-extracto de taninos se adicionó a los comederos inmediatamente después de haber ofrecido la ración correspondiente y se mezcló manualmente con el tercio superior del alimento ofrecido de acuerdo con la técnica "top dress". En los corrales asignados a la dieta testigo, se proporcionó 1 kg de maíz molido para homogenizar el aporte de energía y el manejo alimenticio en todos los tratamientos.

5.4. Procedimiento experimental

5.4.1. Sangre

Medición del Nitrógeno Ureico en Plasma

Se utilizaron los mismos 60 becerros que participaron en la prueba de respuesta productiva. El día 21 del experimento, se tomaron muestras de sangre por punción yugular en tubos con succión por vacío (Vacutainer 6431; Becton Dickinson, Rutherford, NJ). Los tubos se colocaron en una gradilla inclinada para facilitar la separación del suero, la gradilla se colocó sobre una bolsa de hielo y así fue transportada al laboratorio; en el laboratorio el suero se obtuvo por centrifugación y se determinó la concentración de nitrógeno ureico (PUN) por métodos colorimétricos (Abbott Laboratories, Abbott Park, IL).

Cuadro 1. Composición en base seca de la dieta utilizada en el experimento de respuesta productiva de bovinos en engorda en finalización.

Ingredientes	Proporción en la MS de la dieta
Paja de maíz	14.01
Maíz molido	64.54
DDG	12.28
Melaza de caña	4.17
Sebo	2.20
Ganamin Total ¹	2.78
Microplex ²	0.02
Total	100%
Análisis Calculado (en Base seca) ³	
PC, %	12.57
EMm, Mcal/kg	2.052
ENg, Mcal/kg	1.387
Ca, %	0.85
P, %	0.35

¹ Ganamin Total[®] (Vitaminas y premezcla mineral conteniendo 25 g de monensina de sodio procedente de Rumensin 200[®]).

² Microplex[®] (Zinpro, Corporation, Eden Prairie, MN). Premezcla contiene 0.1% de Cromo en forma de metionina de cromo

³ Calculado con base a valores publicados (NRC, 2000).

5.4.2. Respuesta productiva

Los animales se alimentaron en condiciones de libre acceso (105% del consumo del día anterior), la ración se sirvió una vez al día (1600 h).

Se midió el alimento ofrecido diariamente; el alimento rechazado se removió y se pesó diariamente previo a la servida de alimento nuevo. El consumo de materia

seca fue considerado como el alimento ofrecido menos el rechazo semanal acumulado, dividido entre los días del periodo respectivo. Los animales se pesaron los días 1, 21 y al final del experimento. La ganancia diaria de peso se calculó como la diferencia de peso en un periodo determinado dividido entre los días de duración del mismo. La eficiencia alimenticia se calculó como la relación entre la ganancia de peso y el consumo de materia seca (kg/kg).

5.4.3. Características de la canal

Una vez concluido el periodo de 102 días en engorda, se seleccionaron los toretes correspondientes al bloque de animales pesados ($n = 30$), para realizar en ellos las mediciones relacionadas con las características de la canal.

Los animales se pesaron individualmente y fueron transportados en camión a un rastro tipo TIF (TIF-99; FAPSA y Asociados, S. A. de C.V. Culiacán, Sinaloa). Los toretes fueron sacrificados y se midió el peso de la canal caliente y se calculó el rendimiento de la canal caliente.

Después de 24 h en cuarto frío (2 °C), en el lado izquierdo de 30 canales se realizó un corte transversal entre la 12^{va} y 13^{va} costilla, se dio tiempo de 15 minutos para que solidificara la grasa expuesta y permitiera su identificación visual. Se midió el espesor de la grasa dorsal con un vernier digital (Vernier Mitutoyo Series 160. Mitutoyo, Industries. Japan) y se expresó en mm; el área del ojo de la costilla se midió con regleta graduada (USDA, 1997), se registró en pulgadas y los valores se transformaron a cm²; el grado de marmoleo se estimó visualmente y se comparó con fotografías de referencia, en las categorías de ligero, pequeño, modesto y moderado (USDA, 1997); para su comparación estadística, los grados de marmoleo fueron expresados numéricamente de acuerdo al código siguiente: ligero= 400, pequeño = 500, modesto = 600 y moderado = 700. La grasa alrededor de riñón, pelvis y corazón (**RPC**), se estimó visualmente y se expresó como porcentaje del peso de la canal (USDA, 1997). El pH de la carne se midió en el músculo *Pectoralis profundus* utilizando un potenciómetro equipado con electrodo de penetración (HI 99163, Hanna Instruments Inc. Woonsocket, USA). Todas las mediciones en la canal se desarrollaron como prueba ciega, las canales se identificaron por el número de orden

de entrada a sacrificio que proporcionó personal del rastro y al momento de las mediciones ninguno de los evaluadores tuvo conocimiento del tratamiento ni de la procedencia de ninguna de las canales.

5.5. Análisis estadístico.

Los datos para la comparación de los valores de nitrógeno ureico en plasma obtenidos el día 21 del experimento, se realizó por medio de contrastes (Steel y Torrie, 1988), partiendo del hecho que al día 21 de la prueba, cuatro corrales estaban asignados al tratamiento Testigo, en tanto que los ocho corrales restantes, estaban en ese momento consumiendo extracto de taninos como parte de sus respectivos tratamientos. La respuesta productiva en corral y características de la canal, fueron analizados por análisis de varianza para un diseño en bloques completos al azar (Hicks, 1973) con cuatro repeticiones por tratamiento; se consideró a cada corraleta con cinco animales como la unidad experimental. La posibilidad de una relación lineal o cuadrática entre el aumento en el tiempo consumiendo taninos y el cambio en respuesta productiva se probó con el uso de polinomios (Steel y Torrie, 1988). En todos los casos se consideró un valor de $\alpha \leq 0.05$ para aceptar diferencia estadística. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo empleando la versión 9 del paquete computacional Statistix (2007).

El modelo matemático que fue el siguiente (Hicks, 1973):

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde: Y_{ijk} = Variable de respuesta

μ = Media general

β_i = Efecto del i-ésimo bloque

τ_j = Efecto del j-ésimo tratamiento

ϵ_{ikl} = Error aleatorio (experimental)

VI. Resultados y Discusión

Los valores de de nitrógeno ureico en plasma (NUP) correspondientes a las muestras que les fueron tomadas a los toretes el día 21 del experimento fueron 13.4% ($P < 0.05$) menores en los animales que consumieron extracto de taninos, ($n = 40$) en comparación con los del grupo testigo ($n = 20$), con valores promedio de 6.06 y $5.25 \pm EE 0.21$ mg/dL. Una disminución en los valores de NUP se interpreta como un aumento en la proteína no degradada en rumen y un incremento en la cantidad de aminoácidos disponibles para la digestión y absorción en intestino delgado (Dabiri y Thonney, 2004). Los resultados del presente experimento sugieren que la adición de extracto de taninos en la dieta disminuye el desperdicio de nitrógeno, considerando que niveles de NUP mayores de entre 5 a 8 mg/dL indican una ingesta excesiva de nitrógeno (Vasconcelos *et al.*, 2006); también se sabe que existe una fuerte correlación entre la concentración del NUP y la tasa de excreción del N en una serie de especies de animales domésticos entre las que se incluyen bovinos, ovinos, cabras, caballos y cerdos (Kohn *et al.*, 2005). La disminución de 0.81 mg/dL en los valores de NUP ($P < 0.05$) observada en el presente experimento, indica que los taninos contenidos en el extracto fueron capaces de ligar a una parte de proteína de la dieta y evitar su degradación por parte de la microbiota ruminal (Driedger y Hatfield, 1972), sin que en el presente experimento se pueda determinar la cantidad de proteína que fue protegida de la degradación en rumen, dado que la metodología experimental no fue orientada a este fin; se puede inferir que cerca del 1% de la PC de la dieta fue protegida de la proteólisis microbiana en el rumen, considerando que cada incremento de 2% en el contenido de PC en la dieta se refleja en un cambio de 1 a 3 mg de NUP/dL (Vasconcelos *et al.*, 2006).

Los resultados del efecto de la duración del consumo de extracto de taninos en la respuesta productiva de toretes en engorda en etapa de finalización, se presentan en el Cuadro 2. El consumo de extracto de taninos en los animales que fueron asignados a recibirlos como parte de sus respectivos tratamientos fue de 30 gramos al día, que fue el equivalente al 0.32% de la materia seca de la dieta, valor

cercano al 0.3% de la MS que fue la dosis teórica considerada como tratamiento en la planeación del experimento; por lo que se asume que los tratamientos con base en el consumo de extracto de taninos fueron aplicados de manera adecuada.

El peso final de los toretes aumentó de manera lineal ($P < 0.01$) a medida que se incrementó el tiempo que estuvieron consumiendo el extracto de taninos, con un aumento equivalente al 3% entre los toretes que consumieron ET durante toda la engorda en relación a los testigos que no consumieron ET (512.6 vs. 497.7 kg para ET100 y Testigo, respectivamente). La ganancia diaria de peso, se incrementó en forma lineal ($P = 0.02$) en la medida que aumento el tiempo que los toretes estuvieron consumiendo el extracto de taninos, el aumento en el ritmo de ganancia de peso fue proporcionalmente mayor en un 11.5% en los toretes que consumieron ET durante toda la prueba en comparación con los del grupo testigo (1.50 vs. 1.35 kg/día para ET100 y Testigo, respectivamente).

El aumento lineal en la ganancia de peso y en consecuencia en el peso final de los toretes observado en el presente experimento, sugieren que la actividad del extracto de tanino fue más o menos continua a lo largo de toda la finalización. El incremento en el peso de los animales como resultado del consumo de taninos, es atribuible a que la disminución en la proteólisis ruminal (Driedger y Hatfield, 1972), que permitió el arribo al abomaso de una mayor cantidad de proteína preformada, la que eventualmente al ser digerida en el intestino permitiría una mayor cantidad de aminoácidos disponibles para su absorción y su ulterior utilización en la construcción de tejido, de acuerdo a lo planteado por (Frutos *et al.*, 2004; Arévalo., 2008). El incremento de 11.5% observado en la ganancia de peso de los toretes que recibieron extracto de taninos a lo largo de la prueba en el presente experimento, corresponde con incrementos proporcionalmente similares (11.6 y 11.9%) observados en otras investigaciones (Barajas *et al.*, 2011; Barajas *et al.*, 2013) en que los bovinos fueron alimentados con ET durante toda la prueba y al final recibieron clorhidrato de zilpaterol tal como en el presente experimento.

El consumo de materia seca no fue afectado por los tratamientos ($P = 0.52$); en varios experimentos en que se ha proporcionado extracto de taninos en niveles bajos tampoco se ha observado efecto alguno de los taninos en el consumo de alimento (Montoya *et al.*, 2013).

En la medida que se incrementó el tiempo consumiendo el extracto de taninos, se mejoró linealmente la eficiencia alimenticia ($P < 0.01$), la proporción de la mejora fue de 10% entre los toretes que consumieron ET durante toda la engorda en relación a los testigos que no consumieron ET (0.160 vs. 0.145 kg de GDP/kg de CMS para TE100 y Testigo, respectivamente); este resultado indica que la mayor disponibilidad de aminoácidos para la síntesis de proteína (Frutos *et al.*, 2004; Arévalo, 2008) se reflejó en una mejor utilización del alimento para la construcción de masa corporal; mejoras entre el 6 y el 11% en la eficiencia alimenticia han sido observados previamente en animales alimentados con taninos en relación con sus respectivos Testigos (Barajas *et al.*, 2011; Barajas *et al.*, 2012).

El peso de la canal caliente aumento linealmente ($P = 0.02$) a medida aumentaron los días consumiendo extracto de taninos, las canales de los animales que consumieron ET durante toda la engorda fueron proporcionalmente 3.3% más pesadas que las de los animales de grupo Testigo (309.91 vs. 320.05 kg para TE100 y Testigo, respectivamente). El mayor peso de la canal de los animales que consumieron ET durante toda la engorda en comparación con el grupo Testigo son explicados con base a lo comentado previamente en relación a la ganancia de peso, esta respuesta a la adición de ET en la dieta ha sido observada por otros autores (Camacho *et al.*, 2011; Montoya *et al.*, 2013).

Los resultados del efecto de la adición de extracto de taninos en las características de la canal se presentan en el Cuadro 3. El espesor de la grasa dorsal disminuyó linealmente ($P = 0.05$) a medida que incrementó el tiempo que los toretes consumieron extracto de taninos; También la grasa de riñonada tendió a disminuir linealmente ($P = 0.06$) a medida que aumento el tiempo de consumo de taninos. El grado de marmoleo no fue afectados por los tratamientos ($P > 0.20$). El área del ojo

de la costilla tendió ($P = 0.14$) a aumentar en forma lineal en la medida que el tiempo de consumo de extracto de taninos fue aumentando. El pH de la carne no mostró cambios relacionados con la duración del consumo de extracto de taninos ($P > 0.20$).

La disminución en 14% los valores tanto de la grasa de cobertura (Grasa dorsal) como de 22% en la grasa interna (RPC), indican una mejor utilización de los nutrimentos de la dieta al ser depositados en el cuerpo del animal, una mayor deposición de grasa usualmente se interpreta como una insuficiente cantidad de amino ácidos para construir masas musculares en proporción a la energía disponible; por lo que una menor cantidad de grasa depositada en la canal de los toretes que recibieron los taninos en conjunto con el mayor peso de la canal y el aumento en la ganancia diaria de peso, indican que existió una mayor cantidad de amino ácidos en condición de ser utilizados para la formación de tejidos distintos al adiposo (Frutos *et al.*, 2004; Arévalo, 2008).

VII. Conclusiones

Los resultados del presente experimento indican, que a medida que se incrementa el tiempo en que los toretes consumen extracto de taninos, se expresa más claramente su actividad en la mejora de la utilización del nitrógeno, ganancia de peso, eficiencia alimenticia y peso de la canal, así como una disminución en la cantidad de grasa depositada en la canal.

Cuadro 2. Efecto de la duración del consumo de extracto de taninos en la respuesta productiva de toretes en engorda en etapa de finalización.

Variables	Tiempo de consumo de taninos, % del periodo de finalización			EEM ¹	Polinomios	
	0	68	100		Lineal	Cuadrático
Animales, n	20	20	20			
Corrales, n	4	4	4			
Días en prueba	98	98	98			
Consumo de extracto de taninos:						
Días	0	67	98			
Gramos/día	0	30	30			
Porcentaje de la MS de la dieta	0	0.32	0.32			
Peso inicial, kg	366.50	365.80	366.40	0.39	0.93	0.19
Peso final, kg	497.65	507.10	512.60	3.03	< 0.01	0.61
Ganancia diaria de peso, kg/día	1.334	1.452	1.500	0.04	0.02	0.49
Consumo de Materia Seca, kg/día	9.257	9.499	9.397	0.15	0.51	0.37
Eficiencia alimenticia ganancia/consumo, kg/kg	0.145	0.153	0.160	0.003	< 0.01	0.93
Peso de la canal caliente, Kg	309.19	316.37	320.05	2.52	0.02	0.59
Rendimiento en canal, %	62.13	62.41	62.44	0.35	0.75	0.59

¹ Error estándar de las medias.

² La duración del periodo de alimentación para los dos bloques (Torettes pesados y livianos) fue de 93 y 102 días, respectivamente.

Cuadro 3. Efecto del consumo de extracto de taninos en las características de la canal de toretes en engorda en etapa de finalización.

Variables	Tiempo de consumo de taninos, % del periodo de finalización			EEM ¹	Polinomios	
	0	68	100		Lineal	Cuadrático
Animales, n	10	10	10			
Corrales, n	2	2	2			
Días en prueba,	102	102	102			
Consumo de extracto de taninos:						
Días	0	70	102			
Gramos por cabeza/día	0	30	30			
En % de la dieta BS	0	0.32	0.32			
Espesor de la grasa dorsal, mm	10.73	10.11	9.26	0.31	0.05	0.76
Grasa RPC, %	2.05	1.89	1.60	0.10	0.06	0.60
Marmoleo ²	540	522	500	29.76	0.42	0.85
Área del ojo de la costilla, cm ²	69.68	75.99	75.23	1.96	0.14	0.26
pH del músculo	6.39	6.35	6.45	0.09	0.70	0.63

¹ Error estándar de las medias.

² Código: Trazas⁰⁰ = 300; Ligero⁰⁰ = 400; Pequeño⁰⁰ = 500.

VIII. Literatura Citada

- Arévalo, L.P. 2008. Taninos condensados en especies forrajeras y sus efectos en la productividad animal. *Revista Electrónica Nutri time*. 5:584-591.
- Barajas, R., B. J. Cervantes, A. Camacho, E.A. Velazquez, M.A. Espino, F. Juarez, L.R. Flores, and M. Verdugo. 2010. Condensed tannins supplementation on feedlot performance of growing bulls. *J. Anim. Sci.* Vol. 88 (E-Suppl.2): 711 (Abstract).
- Barajas, R., B. J. Cervantes, M.A. Espino, A. Camacho, M. Verdugo, L.R. Flores, S.C. Aréchiga, J.J. Lomeli, and J.A. Romo. 2012. Influence of tannins extract addition on feedlot-performance of bulls fed sorghum-based diets. *J. Anim. Sci.* Vol. 90 (Suppl. 3):372-373 (abstract).
- Barajas, R., B.J. Cervantes, A. Camacho, M. Verdugo, M.A. Espino, L.R. Flores, J.A. Romo, E.A. Velazquez, and J.J. Lomeli. 2011. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on feedlot-performance of bulls. *J. Anim. Sci.* Vol. 89 (E-Suppl.1): 615 (abstract).
- Barajas, R., B.J. Cervantes, M.A. Espino, A. Camacho, M. Verdugo, L.R. Flores, and J.A. Romo. 2013. Interaction of tannin extract and zilpaterol hydrochloride supplementation on feedlot performance of bulls. *J. Anim. Sci.* Vol. 91 (E-Suppl.2):8 (abstract).
- Beauchemin, R.A., S.M. McGinn, T.F. Martinez, and T.A. McAllister. 2007. Use of condensed tannins extract from quebracho trees to reduce methane emission from cattle. *J. Anim. Sci.* 85:1990-1996.
- Broderick, G.A. 1995. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 73:2760-2773.
- Cowan, M.M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12:564-582.

- Dabiri, N. and M.L. Thonney. 2004. Source and level supplemental protein for growing lambs. *J. Anim. Sci.* 82:3237-3244.
- Devant, M., A. Ferret, S. Calsamiglia, R. R. Casals, and J. Gasa. 2001. Effect of nitrogen source in high-concentrate, low-protein beef cattle diets on microbial fermentation studied in vitro and in vivo. *J. Anim. Sci.* 79:1944-1953.
- Driedger, A. and E.E. Hatfield. 1972. Influence of tannins on the nutritive value of soybean meal for ruminants. *J. Anim. Sci.* 34:465-468.
- Frutos, P., G. Hervas, F.J. Giradles, and A.R. Mantecon. 2004. Review. Tannins and ruminant nutrition. *Spanish Journal of Agricultural Research.* 2:191-202.
- García, E. 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen.* 3^a ed. México DF.
- Gonzalez, S., M.L. Pabon and J. Carulla. 2002. Effects of tannins on in vitro ammonia release and dry mater degradation of soybean meal. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 10:97-101.
- Hicks, C. R. 1973. *Fundamental Concepts in the Design of Experiments.* Holt, Rinehart and Wiston, New York.
- Hiura, T., Y. Hashidoko, Y. Kobayashi and S. Tahara. 2010. Effective degradation of tannic acid by immobilized microbes of a sika deer in winter. *Animal Feed Science and Technology.* 155:1-8.
- Kohn, R., M.M. Dinnen and E. Russek-Cohen. 2005. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. *J. Anim. Sci.* 83:879-889.
- Kruger, W.K., H. Gutierrez-Bañuelos, G.E. Carstens, B.R. Min, W.E. Pinchak. R.R. Gomez, R.C. Anderson, N. Krueger, and T.D.A. Forbes. 2010. Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high-grain diet. *Animal Feed Science and Technology* 159:1-9.

- Kumar, R. and S. Vaithyanathan. 1990. Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. *Animal Feed Science and Technology*. 30:21-38.
- Merchen, N.R. and E.C. Titgemeyer. 1992. Manipulation of amino acid supply to the growing ruminant. *J. Anim. Sci.* 70:3238-3247.
- Mesissner, H.H. and D.V. Paulsmeier, 1995. Plant compositional constituents affecting between-plant and animal species prediction of forage intake. *J. Anim. Sci.* 73:2447-2457.
- Min, B.R. and S. P. Hart. 2003. Tannins for suppression of internal parasites. *J. Anim. Sci.* 81(E. Suppl. 2):E102-E109.
- Min, B.R. W.E. Pinchak, R.C., Anderson, J.D. Fulford, and R. Puchala. 2006. Effects of condensed tannins supplementation level on weight gain and in vitro and in vivo bloat precursors in steers grazing winter wheat. *J. Anim. Sci.* 84:2546-2554.
- Min, B.R., T.N. Barry, G.T. Attwood, and C. McNabb. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages. *Animal Feed Science and Technology*. 106:3-9.
- Min, B.R., W.E. Pinchak, R.C., Anderson, J.D. Fulford, and R. Puchala. 2006. Effects of condensed tannins supplementation level on weight gain and in vitro and in vivo bloat precursors in steers grazing winter wheat. *J. Anim. Sci.* 84:2546-2554.
- Montoya, A., J. J. Bermudez, and R. Barajas. 2013. Influence of tannins extract and organic chromium supplementation on feedlot performance. *J. Anim. Sci.* Vol. 91 (E-Suppl.2):7-8 (abstract).
- NRC. 1984. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. (6th Ed.) National Academy Press, Washington, D.C.
- Puchala, R., B.R. Min, A.L. Goetsch, and T. Sahiu. 2005. The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. *J. Anim. Sci.* 83:182-186.

- Reed, J.D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenoles in forage legumes. *J. Anim. Sci.* 73:1516-1528.
- Schiavone, A. K. Guo, S. Tassone, L. Gasco, E. Hernandez, R. Denti, and I. Zoccarato. 2008. Effects of a natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits and nitrogen balance of broiler chicks. *Poultry Science* 87:521-527.
- Statistix. 2007. *Statistix User's Manual*, Release 9.0. Analytical Software, Tallahassee, FL.
- Theodoridou, K., J. Aufrere, D. Andueza, J. Pourrat, A.L. Morvan, E. Stringano and R. Baumont. 2010. Effects of condensed tannins in fresh sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on in vivo and in situ digestion in sheep. *Animal Feed and Technology*. 160:23-28.
- Torres, A.J., A. Díaz, H. Hervé, C.A. Sandoval, A.J. Caballero. 2008. Efectos negativos y positivos del consumo de forrajes ricos en taninos en la producción de caprinos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9: 83-90.
- USDA. 1997. *United States Standards for Grades of Carcass Beef*.
- Vasconcelos, J.T., L.W. Greene, N.A. Cole, M.S. Brown, F.T. McCollum III, and L.O. Tedeschi. 2006. Effects of phase feeding of protein on performance, blood urea nitrogen concentration, manure nitrogen:phosphorus ratio, and carcass characteristics of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 84:3032-3038.
- Zinn, R.A. 1987. Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked versus dry-rolled corn in diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 65:256-266.