UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

TESIS

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE EXTRACTO DE TANINOS A LA DIETA EN LA 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
ALEJANDRO CAMACHO CASTELLANOS

DIRECTOR DE TESIS
DR. RUBÉN BARAJAS CRUZ

CO-DIRECTOR
DR. JAVIER ALONSO ROMO RUBIO

ASESORES

DR. LEOPOLDO RAÚL FLORES AGUIRRE

MC JUAN JOSÉ LOMELÍ GOMEZ

CULIACAN, SINALOA, ENERO DE 2012

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **ALEJANDRO CAMACHO CASTELLANOS**, BAJO LA DIRECCIÓN 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 DE TESIS _____
DR. LEOPOLDO RAÚL FLORES AGUIRRE

ASESOR DE TESIS _____
MC JUAN JOSÉ LOMELÍ GÓMEZ

CULIACÁN, SINALOA, ENERO DE 2012

DEDICATORIA

A Dios, por su infinito amor, bondad y bendiciones.

A mi esposa e hijo, por ser la inspiración de mi vida personal y académica, gracias por su amor, paciencia y apoyo. Los amo.

A mis padres Alejandro Amos y Leticia, a mis hermanos: Samuel, Leticia Maricela y Amos. Gracias por su invaluable apoyo y oraciones.

A mis amigos y compañeros de maestría; gracias por su amistad y por hacer de esta etapa formativa el inicio de grandes logros.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Sinaloa, al Colegio de Ciencias Agropecuarias y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por brindarme la oportunidad de incursionar en la investigación científica.

A mi director de tesis, **Dr. Rubén Barajas Cruz** por ser un gran amigo, un segundo padre; gracias por su consejos, enseñanzas y compartir su vasta experiencia en la formación académica y personal. Dios lo bendiga siempre.

A mi codirector de tesis Dr. Javier Alonso Romo Rubio por su apoyo incondicional, y por ser un gran amigo.

A mis asesores Dr. Leopoldo Raúl Flores Aguirre, MC. Juan José Lomelí Gómez por su apoyo, dedicación e invaluables enseñanzas.

A mis maestros, por su dedicación y por compartir sus conocimientos y experiencias.

A Hilda Sarabia, Billy y Marco Espino por su comprensión, amistad e incondicional apoyo.

Al Ing. Regulo Terraza Romero y M.V.Z Billy Josué Cervantes Pacheco por la disponibilidad y su apoyo incondicional en la realización de mis estudios de posgrado.

A Ganadera Los Migueles S.A. de C.V. y personal que ahí labora, por su colaboración para realizar los trabajos experimentales de esta tesis.

Al CONACYT, por su valiosa aportación durante mis estudios de maestría.

A PROFAPI-UAS por el apoyo financiero para el desarrollo de la investigación.

A COECYT de Sinaloa, por el apoyo financiero para la conclusión de esta tesis.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS v

RESUMEN vi

ABSTRACT vii

I. INTRODUCCIÓN 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA 2

2.1. Características generales de los taninos 2

2.2. Efecto de los taninos en alimentación animal 3

2.2.1. Influencia en el consumo de alimento 4

2.2.2. Efecto en la concentración de nitrógeno en rumen y sangre 5

2.2.3. Efecto en la digestibilidad de proteína cruda, materia seca y materia orgánica 6

2.2.4. Efecto en producción de leche 8

2.2.5. Efecto en producción de carne 8

III. HIPÓTESIS 10

IV. OBJETIVO GENERAL 11

V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11

VI. MATERIALES Y MÉTODOS 12

6.1. Ubicación geográfica 12

6.2. Animales 12

6.3. Diseño experimental y tratamientos 13

6.4. Desempeño en corral 14

6.5. Medición de Nitrógeno Ureico en Plasma 15

6.6. Mediciones en canal 15

6.7. Análisis estadístico..... 16

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 18

VIII. CONCLUSIÓN..... 25

IX. LITERATURA CITADA..... 26

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
1	Composición en base seca de las dietas utilizadas en la prueba de respuesta productiva de bovinos en engorda intensiva.....	15
2	Efecto de la adición de taninos en la respuesta productiva y concentración de nitrógeno ureico en plasma de toretes en crecimiento	19
3	Efecto de la adición de taninos en la respuesta productiva y concentración de nitrógeno ureico en plasma de toretes durante la etapa completa de finalización....	21
4	Efecto de la adición de taninos en la respuesta productiva y concentración de nitrógeno ureico en plasma de toretes durante la engorda intensiva completa.....	23
5	Efecto de la adición de taninos en las características de canal de toretes en engorda intensiva	24

Resumen

Influencia de la adición de extracto de taninos a la dieta en la respuesta productiva y características de la canal de toretes en engorda intensiva

M.V.Z. Alejandro Camacho Castellanos

Con el objetivo de determinar la influencia de la adición de taninos condensados y solubles a la dieta de bovinos en engorda intensiva en la respuesta productiva y características de la canal, se utilizaron 40 becerros enteros (184 ± 3.95 kg) en una prueba de comportamiento con duración de 226 días. El experimento fue conducido bajo un diseño de bloques completos al azar. Los animales fueron bloqueados por peso inicial y alojados en grupos de 5 en corraletas de 6 x 12 m. Los tratamientos fueron: 1) Dieta típica de bovinos en engorda intensiva basada en grano de maíz molido, pasta de canola y granos secos de destilería (Testigo); y 2) Dieta similar a la testigo con la adición de 0.32% de extracto de taninos (ET). La concentración de N ureico en plasma fue disminuida por la inclusión de ET en la dieta ($P < 0.05$). El peso final de los toretes alimentados con ET fue 7% mayor ($P = 0.03$) que el testigo (529.20 *vs* 492.40 kg). La ganancia diaria de peso fue incrementada en 12% ($P = 0.03$) y el consumo de materia seca fue 6% mayor ($P = 0.02$) por la inclusión de ET a la dieta. La eficiencia alimenticia no fue afectada por los tratamientos ($P = 0.16$). El peso de la canal caliente fue mejorado ($P < 0.01$) por la adición de ET (338.55 *vs* 313.12 kg) y el área del ojo de la costilla fue aumentado ($P < 0.01$) por la inclusión de ET. Se concluye, que la adición de 0.32% de extracto de taninos a la dieta, mejora la respuesta productiva, aumenta el peso de la canal caliente y el área del ojo de la costilla de bovinos en engorda intensiva.

Palabras clave: bovinos, taninos, respuesta productiva, características de canal, engorda intensiva

Abstract

Influence of tannins extract addition to the diet on performance and carcass characteristics of feedlot bulls

M.V.Z. Alejandro Camacho Castellanos

With the objective to determine the effect of the Influence of tannins extract addition to the diet on performance and carcass characteristics of feedlot bulls, forty bull-calves (184 ± 3.95 kg) were used in a 226 days feedlot performance trial. The experiment was performed agree with a complete random block design. Animals were blocked by initial weight and in groups of five were placed in 6 x 12 m pens. Treatments were: 1) Typical feedlot diet based in ground corn, canola meal and dried corn distiller grain (Control); and 2) Diet similar to control added with 0.32% of tannins extract (TE). Plasma urea N was decreased by TE inclusion in the diet ($P < 0.05$). The final weight of TE fed-bulls was 7% higher ($P = 0.03$) than control (529.20 *vs.* 492.40 kg). Average daily gain was increased 12% ($P = 0.03$), and dry matter intake was 6% higher ($P = 0.02$) by TE inclusion in to the diet. Feed efficiency was not affected by treatments ($P = 0.16$). Hot carcass weight was enhanced ($P < 0.01$) by TE addition (338.55 *vs.* 313.12 kg), and rib eye area was augmented ($P < 0.01$) due to TE inclusion. It is concluded, that 0.32% extract tannins-addition to the diet, improves feedlot performance, augment hot carcass weight, and rib eye area of feedlot bulls.

Key words: bovines, tannins, performance, carcass characteristics, feedlot

I. INTRODUCCIÓN

La producción intensiva de carne de bovino es una actividad de importancia en el Estado de Sinaloa, en donde existe una capacidad instalada para 200,000 bovinos en corral de engorda (INEGI, 2008). El aumento en el precio de los insumos en años recientes, reactiva el interés de optimizar la utilización de la proteína de la dieta de los rumiantes (Schwab, 1995). La cantidad de aminoácidos disponible para el animal tiene como origen la proteína microbiana sintetizada en el rumen y la proteína del alimento no degrada en rumen (NRC, 2000). La eficiencia en el uso del nitrógeno en los bovinos en crecimiento se incrementa cuando el aporte de aminoácidos al intestino cubre los requerimientos del animal (Devant *et al.*, 2001). De aquí surge el interés por suplementar las dietas con ingredientes que permitan hacer llegar al intestino la cantidad suficiente de los aminoácidos (Merchen y Tigtmeyer, 1992). La estrategia más común es proporcionar ingredientes con alto contenido de proteína no degradable (Cecava y Parker, 1993; Ludden y Cecava, 1995). Una alternativa reciente (Frutos et al., 2004), es disminuir la degradación de proteína de la dieta con la inclusión de taninos condensados (Driedger y Hatfield, 1972; Puchala *et al.*, 2005). La adición de taninos condensados ha mejorado la ganancia de peso de novillos en pastoreo (Min *et al.*, 2006).

En la literatura científica no se encuentran resultados de bovinos en corral de engorda intensiva, por lo que este trabajo, se realizó con el objetivo de determinar el efecto de la adición de taninos condensados y solubles en la dieta para bovinos en engorda intensiva en la respuesta productiva y características de la canal.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Durante mucho tiempo el estudio de los taninos se enfocó a sus posibles efectos detrimentales, especialmente cuando el contenido de taninos es elevado en las plantas que consumen los rumiantes en pastoreo (Mangan, 1988; Reed, 1995). En la actualidad, se considera que el efecto de los taninos puede ser benéfico o detrimental dependiendo del tipo de tanino, estructura, peso molecular, especie animal que los consuma y cantidad consumida (Min *et al.*, 2003; Arévalo, 2008).

2.1. Características generales de los taninos

Los taninos son un grupo de compuestos fenólicos con un peso molecular de entre 500 y 20,000 Dalton; estos compuestos vegetales influyen en el valor nutricional de una amplia variedad de forrajes y plantas consumidas por los rumiantes. Los taninos, en base a sus características químicas se dividen en hidrosolubles (TH) y condensados (TC) también llamados proantocianidinas (Mangan, 1988; Reed, 1995; Frutos *et al.*, 2004). Los taninos hidrosolubles (TH) son polímeros de ácidos esterificados como el ácido gálico, ácido elágico, constituidos por una molécula central de glucosa, cuyos grupos hidroxilo se encuentran esterificados con ácidos fenólicos (Reed, 1995; Hervás, 2001; Torres *et al.*, 2008). Este tipo de taninos son más susceptibles a las 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); los compuestos hidrosolubles al ser degradados por los microorganismos ruminales y adsorbidos en forma de pyrogallol, producen una toxina con efecto hepatotóxico, nefrotóxico y con efectos detrimentales en la digestión y absorción de proteínas (Hervás *et al.* 2003; Hiura *et al.* 2010).

Los taninos condensados o proantocianidinas (TC) son macromoléculas constituidas por flavonoides como la catequina, epicatequina, galocatequina; presentes en los tallos, hojas y flores de plantas forrajeras (Arévalo, 2008); interactúan formado 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 nutricionales o toxicológicos y dependerá de la estructura, peso molecular, isolectricidad y compatibilidad en los sitios de unión del tanino y de la proteína (Reed, 1995; Min *et al.*, 2003).

Además de las características propias de los taninos y de las proteínas, existen factores que permiten la formación del complejo tanino-proteína, entre los factores está el tipo de enlace y el pH (Mangan, 1988; Jansman, 1993; Hervás, 2001). La unión tanino-proteína puede realizarse mediante cuatro tipo de enlaces: 1) Puentes de hidrógeno (reversible y dependiente del pH) entre los radicales hidroxilo de los grupos fenólicos y el oxigeno del grupo carbonilo y amino del enlace peptídico de las proteína; 2) Interacción hidrofóbica (reversible e independiente del pH) entre el anillo aromático del compuesto fenólico y las regiones hidrofobicas de la proteína; 3) Enlace iónico (reversible) entre el ión fenolato y el catión de la proteína; 4) Enlace covalente formado por la oxidación de los polifenoles a quinonas (Reed, 1995; Hervás *et al.*, 2003; Frutos *et al.*, 2004).

2.2. Efecto de los taninos en alimentación animal

Se conoce que la capacidad de los taninos condensados para ligarse con la proteína es influenciado por el pH; cuando el pH se encuentra entre ligeramente ácido a neutro como en las condiciones regulares del medio ruminal, es alta la probabilidad de que se forme el complejo tanino-proteína, en tanto que en valores de pH francamente ácido cercano o por debajo de 3.5 se disocian los puentes de hidrógeno entre los taninos y las proteínas, por lo que se asume que en abomaso y al inicio del duodeno, donde los valores de pH ácido son comunes, la proteína es liberada lo que posibilita que puede ser digerida y posteriormente absorbida por el rumiante (Reed, 1995; Frutos *et al.,* 2004), por lo que se asume que los taninos pueden ser utilizados como aditivos en la alimentación de los rumiantes (Martínez *et al.,* 2000).

2.2.1. Influencia en el consumo de alimento.

La presencia de taninos condesados y solubles en granos de cereales y leguminosas utilizados en la alimentación causa una disminución en el consumo de alimento en los animales no rumiantes, en tanto que en los rumiantes la afectación al consumo voluntario es más variable (Mangan, 1988; Jansman, 1993).

Contenidos elevados de taninos cercanos al 4% de la MS en el forraje consumido por los ovinos, provoca una clara disminución en el consumo de alimento (Carulla *et al.*, 2001); con taninos solubles, parece que una cantidad cercana a 1.5-2% de la ración (18 g/día), es suficiente para reducir el consumo de alimento en ovejas en pastoreo (Kumar y Vaithiyanathan, 1990). Nudda *et al.* (2010), precisan que con la adición de 0.6 y 1.2% de taninos solubles de Castaño, la disminución en el consumo de alimento en las ovejas es de 10 y 25%, respectivamente. Sin embargo, con la adición vía intraruminal de entre 0.3 y 1.6% de taninos condensados de Quebracho, se aprecia una disminución en el consumo de alimento durante los cinco días iniciales, pero una vez pasado este periodo, el nivel de consumo de las ovejas es similar a las que no reciben taninos adicionales en su dieta (Hervás *et al.*, 2003); Douglas *et al.* (1999) observaron que el pastoreo directo de corderos en praderas con leguminosas que contienen 0.5% de taninos condesados no manifiesta efecto detrimental en el consumo de materia seca de los animales.

En los bovinos, Mezzomo *et al.* (2010) observaron que adicionar 4% de taninos condensados de Quebracho al concentrado, el consumo de alimento no fue modificado durante una prueba de digestibilidad *In situ*. Koenig *et al.* (2011) observaron que al adicionar 2.5% de taninos condensados de Acacia en la dieta de novillos y vaquillas en finalización, el consumo voluntario de alimento no fue modificado. La inclusión de hasta 2% de taninos condesados de Quebracho a la dieta de novillos en engorda (Min *et al.*, 2006) y novillos en pastoreo (Beauchemin *et al.*, 2007) el consumo voluntario de alimento es similar a los animales que no consumieron taninos. La mezcla de taninos condesados y solubles adicionada en 1.5% de la materia seca de la dieta, no manifiesta efecto negativo en el consumo de alimento de novillos en finalización (Krueger *et al.*, 2010; Gutiérrez-Bañuelos *et al.*,

2011); la suplementación a novillos en pastoreo con un concentrado que contiene 0.3% de taninos condesados de Quebracho no causa un efecto detrimental en el consumo voluntario de alimento de los animales (Hales *et al.*, 2007).

La adición de 1.7% de la ración (150 g/día) de taninos condesados, no reduce el consumo de alimento de vacas Holstein en lactación (Benchaar *et al.*, 2008; Benchaar y Chouinard, 2009). Vaccaro *et al.* (2007) adicionaron 0.87% (74g/día) de taninos condesados y solubles a un concentrado de vacas Holando Argentino en pastoreo, no observaron efecto sobre el consumo de alimento. Aguerre *et al.* (2011) observaron que con la inclusión de 0.45% de taninos condesados y solubles, el consumo de materia seca de vacas lecheras no es modificado por efecto de los taninos.

2.2.2. Efecto en la concentración de nitrógeno en rumen y sangre.

El nitrógeno ureico en sangre ha sido utilizado como un indicador del estatus de la proteína, particularmente en comparaciones cuantitativas entre fuentes proteicas y en niveles de consumo de proteína (Huntington *et al.*, 2001).

La concentración de nitrógeno (N) en rumen y sangre, no fue modificada en novillos y vacas lecheras que consumieron de 0.87 y 4% de taninos condesados adicionados a las dietas de estos animales (Vaccaro *et al.*, 2007; Mezzomo *et al.*, 2010). La inclusión de taninos condesados y solubles a la dieta de vacas en lactación, Conti *et al.* (2007) y Aguerre *et al.* (2011) no observaron modificaciones en la concentración de nitrógeno ureico en leche, consumiendo 40 y 70 g/vaca/día. En novillos en finalización, la concentración de N-amoniacal en rumen no fue modicificada por la adición de 1.5% de taninos condesados y solubles a la dieta (Krueger *et al.*, 2010).

La formación del complejo entre el tanino y la proteína del forraje, permite una protección de la proteína ante la degradación microbiana ruminal, provocando una disminución de la concentración de N-amoniacal en rumen de animales que

consumieron leguminosas tropicales con alto contenido de taninos (Carulla *et al.*, 2001). Con la inclusión de taninos de Castaño a la dieta de ovejas en lactación, Nudda *et al.* (2010) observaron una disminución de N-amoniacal en rumen, debido a la actividad ruminal de los taninos al formar complejos con proteínas y disminuir su degradación en rumen.

En cabras en pastoreo, que consumieron forrajes que contienen taninos condesados, Puchala *et al.* (2005) observaron que la concentración del N-amoniacal en rumen y en plasma disminuyeron 37 y 20% respecto a los testigos, lo que señalaron como una disminución de la degradación de proteína en rumen; esto indica que la proteína no degradada en rumen sigue hacia intestino delgado para su digestión, incrementando la disponibilidad de aminoácidos para absorción y utilización por parte del animal. La presencia de taninos condesados en forrajes consumidos por cabras y corderos, Núñez- Hernández *et al.* (1991) observaron que la concentración de nitrógeno ureico en plasma fue 32% menor que los animales que no consumieron forrajes con taninos.

El consumo de taninos condensados adicionados en la dieta, disminuye la concentración de N-amoniacal en rumen y en sangre (Theodoridou *et al.*, 2010; Koenig, 2011); en vacas Holstein que recibieron 150 g de taninos condensados por día, la concentración del N-amoniacal en rumen fue 21% menor en relación a sus respectivos testigos (Benchaar *et al.*, 2008). Una disminución en la concentración del nitrógeno ureico en sangre, se interpreta como un aumento en la proteína no degrada en rumen y un incremento de aminoácidos disponibles para la digestión y absorción en intestino delgado (Dabiri y Thonney, 2004).

2.2.3. Efecto en la digestibilidad de Proteína Cruda, Materia Seca y Materia Orgánica.

Ammar *et al.* (2009) observaron que al adicionar 0.5% de taninos en dietas para ovinos, aumentaba la actividad fermentativa ruminal, esto permitiendo la proliferación de bacterias ruminales tolerantes a los compuestos polifenolicos. McAllister *et al.* (1994) estimaron una correlación negativa entre la digestibilidad de

los nutrientes y la concentración de complejos fenólicos presentes en los forrajes y observaron que la presencia de dichos compuestos es tóxica para bacterias, protozoarios y hongos ruminales; los que interfirieren en el ataque microbiano a las partículas alimenticias y consecuentemente inhiben la digestión de la fibra por parte de bacterias celulolíticas. Sin embargo, McSweeney *et al.* (2001) observaron que la presencia de taninos condesados inhibe la actividad de las pectinasas y reducen el crecimiento de bacterias proteolíticas, por lo que la degradación de la proteína y amoniaco disponible para los microorganismos ruminales se disminuyen por efecto de los taninos; aumentando la digestibilidad de la proteína por parte de las proteasas intestinales

La adición de 5% de taninos condesados y solubles en dietas para ovinos en pastoreo, Kumar y Vaithiyanathan, (1990) observaron disminución de la digestibilidad de los nutrientes; en tanto, Benchaar *et al.* (2008); Benchaar and Chouinard, (2009) no observaron cambios en la digestibilidad total aparente de la materia seca, materia orgánica y proteína cruda adicionando taninos condesados a la dieta de vacas Holstein. En estudios de fermentación *In vitro*, Driedger y Hatfield (1972) observaron que el tratamiento con 5% de taninos, disminuyó en 55% el N-amoniacal producido por la digestión de pasta de soya; en tanto que el tratamiento hasta con 25% de taninos no modificó la digestibilidad en pepsina ácida, en tanto que la disminución de la degradación ruminal de proteínas a partir de fuentes como pasta de soya, indicaría una mejor utilización del nitrógeno en los rumiantes (Driedger y Hatfield,1972). González *et al.* (2002) observaron una reducción en la concentración de N-amoniacal de 33, 46 y 63% por cada unidad de tanino adicionado al 8% en proporción de la materia seca en pruebas de digestión *In vitro*; por lo que la adición de taninos disminuye la degradación de la MS y N-amoniacal de la pasta de soya después de 48 horas de incubación en liquido ruminal y agregar pepsina acida.

En pruebas de digestibilidad *In situ*, en ovejas Merino, Hervás *et al.*, (2003) observaron que la administración de 0.5 g de taninos condensado/kg de peso vivo/día no modificó la fermentación ruminal; sin embargo, al administrar 1.5 g de

taninos/kg de peso corporal/día se modificó negativamente la tasa de desaparición de PC, MS, FDN y FDA. En otro trabajo, Hervás *et al.* (2003) observaron que dosis de taninos condensados mayores de 3.0 g/kg/día en ovinos son toxicas para la población ruminal microbiana, además, ocasionan ulceras necróticas en rumen y retículo, abomasitis y enteritis hemorrágica.

2.2.4. Efecto en producción de leche.

La adición de 1.7% de la ración (150 g/día) de taninos condesados, no modificó la producción y composición de leche de vacas Holstein en lactación (Benchaar *et al.*, 2008; Benchaar y Chouinard, 2009) Vaccaro *et al.* (2007) observaron que la adición de taninos condesados en concentración de 0.74% del concentrado (74g/vaca/día) no modificaron la producción y composición de la leche de vacas Holando Argentino en pastoreo suplementadas. Conti *et al.* (2007) observaron un incremento del 7% en la producción de leche, equivalente a 1.5 L/vaca/día y un 7.5% en la composición de grasa total de vacas en lactación por la inclusión de 0.7% de taninos condesados en el concentrado de vacas lecheras en pastoreo

2.2.5. Efecto en producción de carne.

Krueger *et al.* (2010), no observaron impacto en la respuesta productiva y características de canal de novillos en finalización por la inclusión de 1.5% de taninos condensados y solubles como porcentaje de la dieta. En novillos en pastoreo, la inclusión de 0.3% de taninos condesados como porcentaje de la dieta, no influyó sobre la respuesta productiva (Hales *et al.*, 2007). En novillos en pastoreo, a dosis de hasta 2% de taninos condensados, disminuyó la producción de gas en rumen, la presencia de timpanismo y mejoró 15% la ganancia de peso de novillos en pastoreo (Min *et al.*, 2005; Min *et al.*, 2006).

Barry y McNabb (1999) indican que ovinos en pastoreo que consumen forrajes con un contenido de taninos condesados de entre 0.30 y 0.40 de la materia seca se incrementa la ganancia de peso, crecimiento, producción de leche y lana; en tanto dosis cercanas al 1% de taninos condensados de la materia seca se observan efectos detrimentales en el animal. Min *et al.* (2003) señalan que la adición de taninos condensados en concentración de entre 0.2% y 0.45% de la materia seca en la dieta de bovinos incrementa la producción de leche, el porcentaje de ovulación y la tasa de concepción; sin embargo, con dosis mayores, cercanas a 0.55% de taninos de la materia seca, se reduce el consumo voluntario de alimento, así como el crecimiento y desarrollo de los bovinos; por lo tanto el consumo cantidades elevadas de taninos condesados reduce la ingestión voluntaria de alimento, en tanto que el consumo de cantidades moderadas reduce la degradación ruminal de la proteína y en consecuencia, la disponibilidad de aminoácidos susceptibles a la digestión y absorción intestinal es mayor; estos efectos sobre la nutrición se ven reflejados en el rendimiento productivo de los animales (Min *et al.*, 2003; Frutos *et al.*, 2004; Min *et al.*, 2006).

En la literatura científica, no existe información relacionada con el uso de taninos condensados y solubles adicionados a la dieta de bovinos en la respuesta productiva y características de la canal bajo condiciones de engorda intensiva.

III. HIPÓTESIS

La adición de extracto de taninos condensados y solubles en concentración de 0.3% de la materia seca de la dieta, mejora la respuesta productiva y disminuye la concentración de N ureico en plasma de los bovinos en engorda intensiva.

IV. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la adición de 0.3% de la materia seca de la dieta de extracto de taninos condensados y solubles, en la ganancia de peso, el consumo de alimento, conversión alimenticia, concentración de N ureico en plasma y características de canal de bovinos en engorda intensiva.

V. OBJETIVOS ESPECIFICOS

5.1. Medir el efecto de la adición de 0.3% de la materia seca de la dieta de extractos de taninos condesados y solubles, en la ganancia de peso, el consumo de alimento y conversión alimenticia de bovinos en engorda intensiva.

5.2. Cuantificar la influencia de la adición de 0.3% de la materia seca de la dieta de extractos de taninos condesados y solubles, en la concentración de N ureico en plasma de bovinos en engorda intensiva.

5.3. Evaluar la influencia de la adición de 0.3% de la materia seca de la dieta de extractos de taninos condesados y solubles, en las caracteristicas de canal de bovinos en engorda intensiva.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo se realizó 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, S.A de C.V localizado en el km 4 de la carretera federal Nº 15, tramo Culiacán – Los Mochis, en Culiacán, Sinaloa, con la siguiente localización geográfica: 24.51° de latitud Norte, 107.26° de longitud Oeste, 57 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).

6.2. Animales

Todos los animales que se utilizaron en este experimento fueron tratados de acuerdo con las recomendaciones de la *Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching* (Consortium, 1988).

Aproximadamente 240 becerros con peso corporal entre 180 y 220 kg fueron comprados a diferentes criadores en la región centro-norte de Sinaloa y transportados en camión; a su arribo a Ganadera Los Migueles S.A de C.V, se alojaron en dos corrales con piso de tierra (40 x 45 m), fueron alimentados con heno de alfalfa y se les ofreció una dieta 40:60 forraje: concentrado; los animales tuvieron acceso permanente a agua limpia y fresca. El proceso de acopio tuvo una duración de siete días, después se les permitió descansar otros siete días, en los que se adaptaron a consumir directamente del comedero dietas con grano y forraje. Pasado ese tiempo, los becerros fueron llevados al corral de manejo y de entre ellos se seleccionaron 40 becerros machos enteros (carga génica aproximada de 50% *Bos indicus* y el resto de razas Simmental, Pardo Suizo, Charolais y Angus en proporción variable), con un peso corporal promedio de 184 ± 3.95 EE kg, los que fueron utilizados en una prueba de respuesta productiva en corral de engorda con duración de 226 días.

Al inicio del experimento los animales seleccionados fueron sometidos al manejo zoosanitario rutinario en particular de esta engorda, el cual consistió en aplicación subcutánea de 2 mL de bacterina para la prevención de *Mannheimia haemolytica* (One Shot; Pfizer Ltd®), 5 mL vía subcutánea de bacterina para la prevención de enfermedades ocasionadas por *Clostridium* e *Histophylus somnus* (Ultrabac-Somnubac; Pfizer®), 15 mg/kg de Albendazol vía oral (Albendaphorte Plus; Lab. Salud y Bienestar®), e inyectados con 4.5 mL de vitaminas ADE (Vitafluid, Lab Virbac®); se les aplicó un implante a base de acetato de trembolona y 17 - β estradiol (Component TES con Tylan; ELANCO®); fueron identificados con arete de plástico numerado. A los 121 días de experimentación se les aplicó vía subcutánea un segundo implante (Component TES con Tylan; ELANCO®), 15 mg/kg de Albendazol vía oral (Albendaphorte Plus; Lab. Salud y Bienestar®), 5 mL de bacterina para prevenir enfermedades ocasionadas por *Clostridium sp* (Ultrabac 7; Pfizer®) e inyectados con 4.5 mL de vitaminas ADE (Vitafluid, Lab Virbac®). Todos los animales recibieron 0.15 mg/kg de clorhidrato de Zilpaterol vía oral (Zilmax; Lab Intervet – MSD®) durante los últimos 30 días y se suspendió tres días antes del sacrificio de los animales.

Se registro el peso vivo de los animales a los 105, 121 y 226 días del experimento; a los pesos obtenidos, se les descontó el 4% del peso en la báscula como un estimado del contenido del tracto digestivo (NRC, 1984).

6.3. Diseño experimental y tratamientos

De acuerdo a su peso inicial, los animales se agruparon bajo un diseño de bloques completos al azar (Hicks, 1973), en dos bloques (livianos y pesados), divididos en grupos de 5 animales y fueron alojados en 8 corraletas con piso de tierra (6 x 12 m) provistas con 2.4 m de comedero y bebedero automático (0.60 m). Dentro de cada bloque de corraletas, se les asignó aleatoriamente a consumir dietas correspondientes a las etapas de crecimiento y finalización; cuya composición nutricional en base seca se muestra en el Cuadro 1. Los tratamientos consistieron: 1) Dieta típica para bovinos en crecimiento y finalización (testigo); y 2) Dieta similar adicionando 0.3% de extracto de taninos condensados y solubles; correspondiente a 1 g de extracto de taninos por cada 10 kg de peso vivo.

En el tratamiento correspondiente, la dosis de taninos se proporciono en forma de la premezcla SILVAFEED BYPRO® (INDUNOR, S.A.; Buenos Aires, Argentina), con un contenido garantizado de 70% de taninos condensados de Quebracho y Castaño. La dosis diaria de taninos por corraleta fue disuelta en 1 kg de maíz molido y se adicionó al alimento al momento de ser servido en el comedero; la premezcla de maíz y el alimento fueron mezclados manualmente. En los corrales asignados a la dieta testigo, se proporcionó 1 kg de maíz molido para homogenizar el aporte de energía en todos los tratamientos.

6.4. Desempeño en corral

Los animales fueron alimentados en condiciones de libre acceso (105% del consumo del día anterior), la ración fue servida una vez al día (1600 h). El consumo de alimento fue medido diariamente, el alimento rechazado se removió y peso diariamente (1545 h). Cada 28 días se tomaron muestras de cada una de las dietas (4 Kg) directamente a la salida del remolque mezclador repartidor (Tormex 1200); posteriormente se secaron a 105 °C durante 24 h para determinar el contenido de MS (AOAC, 1995).

El consumo diario de materia seca se consideró igual al alimento ofrecido, menos el rechazo acumulado durante la semana, dividido entre los días del periodo respectivo y luego dividido entre el número de animales dentro de la corraleta y ajustado por el contenido de MS del alimento. La ganancia diaria de peso expresada en Kg/ día se calculó restando al peso final del periodo el peso inicial y se dividió entre el número de días del periodo respectivo. La conversión alimenticia se calculó como la relación producto de la división del consumo de alimento (kg /cabeza /día) entre la ganancia diaria de peso (kg).

Para desarrollar los cálculos de energía neta (EN) retenida, al peso en báscula de los toretes se les descontó el 4% como llenado del tracto digestivo (NRC, 1984).

La energía retenida (ER, mega calorías) fue derivada de las mediciones del peso corporal (PV, kg) y de la ganancia diaria de peso (GDP, kg/día) de acuerdo con

la ecuación: Toretes ER (Mcal) = (0.0562 $PV^{0.75}$) $GDP^{1.097}$ (NRC, 1984). El contenido de energía neta para mantenimiento y ganancia fue calculado asumiendo un incremento de la producción de calor constante (MQ) de 0.077 $PV^{0.75}$ Mcal/día (Lofgreen y Garrett, 1968), que se estableció como el requerimiento diario de ENm en relación con el peso de los bovinos. A partir de las estimaciones de ER y MQ, los valores de ENm y ENg de la dieta fueron obtenidos por un proceso iterativo (Zinn, 1987), fijando una ENg (Mcal) = (0.877 ENm) - .41 (NRC, 1984). La eficiencia en el uso de la energía neta fue estimada como el producto de dividir la EN observada entre la EN esperada de acuerdo con la composición de la dieta (NRC, 2000).

6.5. Medición de Nitrógeno Ureico en Plasma

Para determinar la concentración de nitrógeno ureico en plasma, se utilizaron los mismos 40 becerros que participaron en la prueba de respuesta productiva. Los días 28, 56 y 161 del experimento, se tomaron muestras de sangre por punción yugular en tubos con succión por vacío (Vacutainer 6431™; Becton Dickinson, Rutherford, NJ). Después de obtenida la muestra, los tubos fueron colocados en refrigeración durante su transporte hasta el laboratorio, una vez formado el coagulo, el suero fue obtenido por centrifugación y se mantuvo congelado hasta que se determinó la concentración de nitrógeno ureico en plasma (NUP) por métodos colorimétricos (Abbott Laboratories, Abbott Park, IL).

6.6. Mediciones en canal

Una vez concluido el etapa de engorda, los animales fueron pesados y transportados en camión a un rastro tipo TIF (FAPSA). Los toretes se sacrificaron, se pesó la canal y se calculó el rendimiento en canal caliente.

Después de 24 h en cuarto frio (2 °C), en el lado izquierdo de la canal se realizó un corte transversal entre la 12va y 13va costilla, se midió el espesor de la grasa dorsal (mm) con un vernier digital (Absolute Digimatic 500, Mitutoyo Corporation; Japon); el área del ojo de costilla (cm^2) se midió con regleta graduada de referencia (USDA, 1996); el grado de marmoleo se observó y se comparó con fotografías de referencia,

el cual se expresó en la categorías de ligero, pequeño, modesto y moderado (USDA, 1996; 1997); la grasa alrededor de riñón, pelvis y corazón (RPC), se estimó visualmente y se expresó como porcentaje de la canal (USDA, 1996; 1997); el pH de la carne se midió en el musculo pectoral con potenciómetro equipado con electrodo de penetración (HI8314 membrane pH-meter; Hanna Instruments).

6.7. Análisis estadístico

A los resultados se les aplicó un análisis de varianza para un diseño de bloques completos al azar (Hicks, 1973), y se consideró a cada corraleta (promedio de cinco animales) como la unidad experimental. Se fijó un nivel máximo de $P \leq 0.05$ para aceptar diferencia estadística. Todos los cálculos estadísticos fueron desarrollados con la versión 9 del paquete computacional Statistix® (2007).

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

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

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta

μ = Media general

β_i = Efecto i-ésimo bloque

τ_j = Efecto del j-ésimo tratamiento

ε_{ijk} = Error aleatorio (experimental)

En el caso particular del área del ojo de costilla, en el que el análisis de varianza inicial indicó una diferencia estadística ($P < 0.01$), en la que lo toretes que recibieron taninos presentaron un área mayor en comparación con los testigos que no recibieron taninos; se llevo a cabo de manera adicional un análisis de covarianza (Hicks, 1973), con la finalidad de discriminar un posible impacto del mayor peso final de los toretes que recibieron taninos en relación al grupo testigo ($P = 0.03$), dado que el peso del animal tiene influencia en el tamaño de sus distintos componentes; por lo que el peso final de los toretes fue utilizado como la covariable asociada en éste análisis.

Cuadro 1. Composición en base seca de las dietas utilizadas en la prueba de respuesta productiva de bovinos en engorda intensiva.

Ingredientes	Dietas			
	Días 1 a 28	Días 29 a 105	Días 106 a 133	Días 134 a Sacrificio
Paja de maíz	37.68	30.42	18.05	14.03
Maíz molido	30.55	44.11	61.18	64.63
Pasta de canola	18.33	14.20	5.01	5.01
Granos secos de destilería	0	0	7.69	7.17
Melaza de caña	10.61	8.45	4.18	4.18
Sebo	0	0	1.10	2.20
Ganamin Total[1]	2.83	2.82	2.79	2.78
Total	100%	100%	100%	100%
	Análisis Calculado (en Base seca) [2]			
PC, %	15.04	14.03	13.17	13.05
EM, Mcal/kg	2.407	2.558	2.874	2.977
ENm, Mcal/kg	1.523	1.654	1.931	2.023
Ca, %	1.16	1.05	0.90	0.87
P, %	0.37	0.36	0.37	0.37

[1]Ganamin Total® (Técnica Mineral Pecuaria, S.A. de C.V).
[2]Calculado con base a valores publicados (NRC, 2000).

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de extracto de taninos condesados y solubles a la dieta en la respuesta productiva y concentración de nitrógeno ureico en plasma de toretes en crecimiento durante los 105 días que duró esta etapa, se presentan en el Cuadro 2. La inclusión de extracto de taninos a la dieta disminuyó en 21% ($P < 0.01$) la concentración de nitrógeno ureico en plasma de los toretes, en relación a los animales que no recibieron taninos. Este resultado sugiere que los taninos existentes en el extracto se ligaron con una parte de la proteína de la dieta, y formaron un complejo que impidió la degradación de dicha proteína por parte de los microorganismos ruminales (Driedger y Hatfield, 1972; Reed, 1995; Min *et al.*, 2003; Frutos *et al.*, 2004). Se asume que eventualmente el complejo tanino-proteína se disocia en el pH ácido de abomaso (Mangan, 1988; Jansman, 1993; Hervás, 2003; Puchala *et al.*, 2005), y al llegar al duodeno la proteína que fue protegida de la degradación ruminal, queda disponible para su posible digestión y absorción a nivel intestinal (Min *et al.*, 2003; Puchala *et al.*, 2005).

El 21% de disminución en la concentración de nitrógeno ureico en plasma observado en esta etapa del experimento a dosis de 26.5 g/cabeza/día, concuerda con el 21% que encontraron Benchaar *et al.* (2008) en vacas Holstein que consumieron diariamente 150 g de extracto de taninos (aproximadamente 0.7% de extracto de taninos en la dieta), en comparación con sus respectivos testigos que no recibieron taninos adicionales.

Durante los primeros 105 días en corral de engorda, la adición de 0.32% de extracto de taninos a la dieta incrementó en 6% ($P = 0.03$) el peso corporal, en relación a los animales del grupo testigo y mejoró en 13% ($P = 0.04$) la ganancia diaria de peso con respecto a los toretes que no recibieron extracto de taninos. El aumento en la ganancia de peso y en consecuencia un mayor peso corporal es un indicador del aumento de la masa corporal, es atribuido a una mayor síntesis de proteína formadora de tejido a partir de una mayor cantidad de aminoácidos disponibles en intestino delgado provenientes de la proteína de la dieta que no fue degradada en rumen, debido al efecto protector de los taninos (Min *et al.*, 2003; Frutos *et al.*, 2004; Min *et al.*, 2006).

La inclusión de taninos a la dieta tendió a incrementar el consumo de alimento ($P = 0.07$); en otros experimentos con bovinos, la adición de extracto de taninos hasta en 4% de la materia seca no ha modificado el consumo de alimento (Min *et al.*, 2006; Hales *et al.*, 2007; Mezzomo *et al.*, 2010; Koenig *et al.*, 2011). La conversión alimenticia fue similar en ambos tratamientos ($P = 0.11$), al igual ($P = 0.13$) que la utilización de la energía de la dieta (EN observada/esperada).

Cuadro 2. Efecto de la adición de taninos en la respuesta productiva y concentración de nitrógeno ureico en plasma de toretes en crecimiento.

Variables	Tratamientos		EEM[1]	Valor *P*
	Testigo	Taninos[3]		
Animales, n	20	20		
Corrales, n	4	4		
Días en prueba,	105	105		
Consumo de extracto de taninos				
Gramos por cabeza/día	0	26.5		
Como % de la dieta BS	0	0.32		
Peso inicial, kg	183.75	184.15	3.95	0.95
Peso día 105, kg	328.20	347.50	4.42	0.03
Ganancia diaria de peso, kg/día	1.376	1.556	0.04	0.04
Consumo de Materia Seca, kg/día	7.947	8.391	0.13	0.07
Conversión alimenticia BS, kg/kg	5.782	5.403	0.15	0.11
Energía neta observada/esperada				
Mantenimiento	0.91	0.95	0.02	0.13
Ganancia	0.88	0.92	0.02	0.13
Nitrógeno ureico en plasma [2]	8.11	6.43	0.35	< 0.01

[1] Error estándar de las medias
[2] Valores conjuntos de los días 28 y 56
[3] Extracto de taninos 1 g por cada 10 kg de peso vivo.

Los resultados del efecto de la adición de extracto de taninos a la dieta de toretes en la respuesta productiva y concentración de nitrógeno ureico en plasma durante la etapa de finalización se muestran en el Cuadro 3.

Durante la fase de finalización, la concentración de nitrógeno ureico en plasma de los toretes que recibieron extracto de taninos fue 15% menor (*P = 0.05*) con respecto al valor encontrado en el grupo testigo. Una disminución en la concentración del nitrógeno ureico en sangre, se interpreta como un aumento en la proteína no degrada en rumen y un incremento de aminoácidos disponibles para la digestión y absorción en intestino delgado (Dabiri y Thonney, 2004).

La inclusión de 0.32% de extracto de taninos incrementó (*P = 0.03*) en 7% el peso corporal y mejoró (*P = 0.03)* en 11% la ganancia diaria de peso en los toretes que consumieron extracto de taninos, en comparación con los animales del grupo testigo. Con la inclusión de 1.5% de extractos de taninos en las dietas de los bovinos durante la fase de finalización Krueger *et al.* (2010) y Gutiérrez-Bañuelos *et al.* (2011) no encontraron efecto de los tratamientos en la respuesta productiva.

El consumo de materia seca fue 6% más alto (*P = 0.05*) en los toretes que consumieron extracto de taninos en comparación con los testigos. Este resultado no esperado es difícil de explicar, especialmente cuando se ha señalado desde hace bastante tiempo que un alto contenido de taninos en el alimento puede disminuir la ingesta voluntaria de los animales en pastoreo (Carulla *et al.*, 2001). En experimentos con bovinos en corral de engorda, se les han proporcionado a los bovinos extracto de taninos en cantidades que oscilan entre el 1.5% y 2.5% de la materia seca (Krueger *et al.*, 2010; Gutiérrez-Bañuelos *et al.*, 2011; Koenig *et al.*, 2011), lo que equivale a dosis de 4.5 a 8 veces más altas que las utilizadas en la presente investigación (0.32%), por lo que no existe en la literatura antecedentes con los que pueda compararse el resultado actual del consumo de alimento. La conversión alimenticia fue similar en ambos tratamientos (*P* = 0.16), y el uso de la energía de la dieta (EN observada/esperada) no fue modificada por los tratamientos (*P* = 0.13)

Cuadro 3. Efecto de la adición de taninos en la respuesta productiva y concentración de nitrógeno ureico en plasma de toretes durante la etapa completa de finalización.

Variables	Tratamientos		EEM[1]	Valor *P*
	Testigo	Taninos		
Animales, n	20	20		
Corrales, n	4	4		
Días en prueba,	121	121		
Consumo de extracto de taninos				
Gramos por cabeza/día	0	30		
Como % de la dieta BS	0	0.32		
Peso al inicio de la finalización, kg	328.20	347.50	3.91	0.03
Peso Final, kg	492.40	529.20	7.63	0.03
Ganancia diaria de peso, kg/día [2]	1.352	1.503	0.06	0.08
Consumo de Materia Seca, kg/día	8.869	9.425	0.14	0.05
Conversión alimenticia BS, kg/kg	6.612	6.275	0.21	0.16
Energía neta observada/esperada				
Mantenimiento	0.95	0.99	0.02	0.13
Ganancia	0.93	0.99	0.03	0.13
Nitrógeno ureico en plasma día 56	12.79	10.85	0.67	0.05

[1]Error estándar de una media
[2]El peso de inicio probado por análisis de covarianza no tuvo efecto en la GDP (P > 0.51).

La inclusión de extracto de taninos en la dieta de toretes en la respuesta productiva y concentración de nitrógeno ureico en plasma durante los 226 días de la prueba en corral de engorda intensiva se presentan en el Cuadro 4.

En el experimento completo, los toretes que recibieron extracto de taninos fueron 7% más pesados y tuvieron una ganancia diaria de peso superior en 12% (P = 0.03) a los toretes del grupo testigo. La inclusión de taninos a la dieta incrementó en 6.5% (P = *0.02*) el consumo de materia seca expresado en kilogramos/día; sin embargo, cuando se comparó el consumo de alimento como porcentaje del peso vivo la proporción fue del 2.5% del peso del animal para ambos tratamientos (P = 0.87). La conversión alimenticia fue similar en ambos tratamientos (P = 0.16) al igual que el uso de la energía neta de la dieta (P = 0.14).

La ausencia de efecto de la inclusión de taninos en la energía neta retenida de la dieta, implica que la mayor ganancia de peso observada en estos animales no se debe a una modificación en el contenido energético de la dieta por la inclusión de los taninos, y que pudiera atribuirse a un mayor consumo de diario de alimento; sin embargo, como los animales consumieron proporcionalmente a su peso la misma cantidad de alimento en ambos tratamientos, entonces, el ímpetu en la ganancia de peso de lo toretes alimentados con taninos, se infiere que es debido a que tuvieron una mayor disponibilidad de aminoácidos para la construcción de masa corporal utilizando la misma cantidad de energía disponible de la dieta, considerando que es conocido el mecanismo por el cual los taninos reducen la degradación de la proteína en rumen e incrementan la disponibilidad de aminoácidos en intestino (Barry y McNabb, 1999; Conti *et al.*, 2007). La disminución en la concentración de nitrógeno ureico en plasma apreciada a lo largo del experimento ($P < 0.05$), dan soporte a esta idea, si se considera que la disminución de los valores del NUP se interpretan como un aumento en la proteína no degradada en rumen (Dabiri y Thonney, 2004).

En el Cuadro 5, se presentan los resultados del efecto de la adición de taninos en las características de canal de toretes en engorda intensiva. El peso de canal caliente 8% mayor ($P < 0.01$) de los animales que recibieron taninos, corresponde con la mayor ganancia de peso observada en el experimento.

Cuadro 4. Efecto de la adición de taninos en la respuesta productiva y concentración de nitrógeno ureico en plasma de toretes durante la engorda intensiva completa.

Variables	Tratamientos		EEM[1]	Valor *P*
	Testigo	Taninos		
Animales, n	20	20		
Corrales, n	4	4		
Días en prueba, n	226	226		
Consumo de extracto de taninos				
Gramos por cabeza/día	0	28.44		
Como % de la dieta BS	0	0.32		
Peso inicial, kg	183.75	184.15	3.95	0.95
Peso final, kg	492.40	529.20	8.59	0.03
Ganancia diaria de peso, kg/día	1.365	1.527	0.04	0.03
Consumo de Materia Seca, kg/día	8.446	8.994	0.09	0.02
Consumo de Materia Seca, % del PV	2.50	2.50	0.04	0.87
Conversión alimenticia BS, kg/kg	6.207	5.862	0.16	0.16
Energía neta observada/esperada				
Mantenimiento	0.93	0.98	0.02	0.14
Ganancia	0.91	0.97	0.03	0.14
Nitrógeno ureico en plasma crecimiento [2]	7.91	6.43	0.35	< 0.01
Nitrógeno ureico en plasma finalización [3]	12.79	10.85	0.67	0.05

[1]Error estándar de una media
[2]Valores conjuntos de los días 28 y 56
[3]Valores del día 161

El aumento en 10.5% del área del ojo de costilla ($P < 0.01$) apreciado en la canal de los toretes que fueron alimentados con taninos adicionales en comparación con el testigo, en conjunto con la ausencia de efecto de los taninos ($P > 0.25$) en el contenido de grasa de la canal ya sea expresado como espesor de grasa dorsal, como porcentaje de grasa encontrada alrededor de corazón, riñón y pelvis; o bien en

forma de marmoleo, sugieren que el aumento en la masa corporal de los animales, se debió en buena medida a un incremento en la cantidad proporcional de músculo formado, como destino de la mayor cantidad de aminoácidos incorporados por la disponibilidad que existió de los mismo a nivel intestinal como consecuencia de la actividad de los taninos sobre las proteinas de la dieta (Reed, 1995; Hervás *et al.*, 2003; Frutos *et al.*, 2004). El análisis por covarianza permitió confirmar (P = 0.05), que existió un aumento neto en la proporción del área del ojo de costilla, con independencia del peso de los animales que estuvieron asignados a recibir extracto de taninos durante el experimento.

Cuadro 5. Efecto de la adición de taninos en las características de canal de toretes en engorda intensiva.

Variables	Tratamientos		EEM[1]	Valor P[2]
	Testigo	Taninos		
Animales, n	20	20		
Días en prueba	226	226		
Peso final, kg	492.40	529.20	8.50	0.03
Peso canal caliente, kg	313.12	338.55	5.57	<0.01
Rendimiento en canal caliente, %	63.58	63.98	0.40	0.50
Area del ojo de costilla, cm^2	77.40	85.60	1.44	< 0.01
AOC ajustada por peso final[3], cm^2	79.77	83.22	1.08	0.05
Espesor de grasa dorsal, mm	9.19	9.19	0.53	0.99
Grasa en riñonada, %	1.83	1.98	0.09	0.27
Marmoleo[4]	460	470	14.43	0.63
pH de la carne	6.22	6.25	0.03	0.56

[1] Error estándar de una media
[2] Calculado por Diferencia Mínima Significativa
[3] Ajustado por análisis de covarianza, se utilizó el peso final como la variable asociada (P = 0.0324)
[4] Código: Desprovisto = 300; Ligero = 400; Pequeño = 500; Modesto = 600, etc.

VIII. CONCLUSIONES

La inclusión de una mezcla de extracto de taninos condensados y solubles adicionadas en dosis cercanas al 0.3% de la materia seca de las dietas, incrementa la ganancia de peso y el peso de la canal, como resultado de una disminución en la degradación la proteína en rumen que promueve la formación de una mayor proporción de masa muscular en los bovinos en engorda intensiva.

IX. LITERATURA CITADA

AOAC. 1995. Official methods of analysis 15th ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington, D. C.

Aguerre, M.J., M. Capozzolo, M.A. Wattiaux, and J.M. Powell. 2011. Effect of Quebracho-Chesnut tannins extracts two forages levels on dairy cow lactation and emission of methane and ammonia. J Anim Sci. Vol 89. E-Suppl. 1:608 (abstract).

Ammar, H., S. López, M. Kammou, R. Bodas, F.J. Giráldez and J.S. Gonzalez. 2009. Feeding quebracho tannins to sheep enhaces rumen fermentative activity to degrade browse shrubs. Animal Feed science and Techonology. 149:1-15.

Arbeiz, L.P. 2008. Taninos condensados en especies forrajeras y sus efectos en la productividad animal. Revista Electrónica Nutritime 5:584-591.

Barajas, R. and R.A. Zinn. 1998. The feeding value of dry-rolled and steam-flaked corn in finishing diets for feedlot cattle: Influence of protein supplementation. J. Anim. Sci. 76:1744-1752.

Barry, N.T and W.C. McNabb. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. British Journal of Nutrition, 81,263 – 272.

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.

Benchaar, C., T.A. McAllister and P. Chouinard. 2008. Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozooal populations, and milk production from dairy cows fed cinnamaldehyde, condensed tannins and saponins extracts. J. Dairy Sci. 91:4765-4777.

Benchaar, C. and P.Y. Chouinard. 2009. Assessment of potential of cinnamaldehyde, condensed tannins and saponins to modify milk fatty acid composition of dairy cows. J. Dairy Sci. 92:3392-3396.

Buchanan-Smith, J.G., R. Totusek and A.D. Tillman. 1968. Effect of method of processing on digestibility and utilization of grain sorghum by cattle and sheep. J. Anim. Sci. 27:525-530.

Burroughs, W., D.K. Nelson and D.R. Merrens. 1975. Protein physiology and its application in the lactating cow: the metabolizable protein feeding standard. J. Anim. Sci. 41:933-944.

Canulla, J., C. Lascano and T. Klopfenstein. 2001. Reduction of tannin level in a tropical legume (Desmodium ovafalium) with polyethyle glycol: effects on intake and N balance, digestion and absorption by sheep. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 9:17-24.

Cecava, M.J. and J.E. Parker. 1993. Intestinal supply of amino acids in steers fed ruminally degradable and undegradable crude protein sources alone and in combination. J. Anim. Sci. 71:1596-1605.

Consortium. 1988. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching. Consortium for Developing a Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching, Champaign, IL.

Cseri, G., O. Garnero, J. Bértoli, M. Gallardo, E. Gatti, y O. Zoratti. 2007. Efecto de los taninos condensados sobre la producción y composición de la leche de vacas en pastoreo de verano. Revista Argentina de Producción Animal. 27:104-105.

Dabiri, N. and M.L. Thonney. 2004. Source and level of supplemental protein for growing lambs. J. Anim. Sci. 82:3237-3244.

Douglas, G.B., Stiezen, G.C. Waghorn, and A.G. Foote. 1999. Effect of condensed tannins in birdsfoot trefoil and sulla on body weigth, carcass fat depth and wool growth of lambs in New Zeland. New Zeland Journal of Agricultural Research 42:55-64.

Dreitger, 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. Hervás, F.J. Giradles, and A.R. Mantecón. 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. 3ª ed. México DF.

González, S., M.L. Pabón and J. Carulla. 2002. Effects of tannins on in vitro ammonia release and dry matter degradation of soybean meal. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 10:97-101.

Gutierrez-Bañuelos, H., W. Pinchak, B.R. Min, E. Gordon, R.C Anderson, W.K Krueger and Lancaster P.A. 2011. Effect of feed-suplementation and hide-spray application of two sources of tannins on enteric hide bacteria feedlot cattle. Journal Environmental Science and Health Part B 46:360-365.

Gieghorm, J.F., N.A. Elam, M.L. Gaylean, C.D. Duff, N.A. Cole, and J.D. Rivera. 2004. Effects of crude protein concentration and degradability on performance, carcass characteristics, and serum urea nitrogen concentration in finishing beef cattle. J. Anim. Sci. 82:2705-2717.

Hales, P.M., D. Mendez, P. Davies, I. Ceconi y D. Colombatto. 2007. Efecto de la inclusión de taninos condesados sobre la ganancia de peso de novillos en pastoreo de verdes invernales. Memoria Técnica EEA INTA. Pag. 55-56

Hernás, G. 2001. Efecto sobre la fermentación en el rumen, digestibilidad, toxicidad y utilización como protectores frente a la degradación ruminal. Tesis Doctoral. Departamento de Producción Animal. Universidad de León, España.

Hernás, G., P. Frutos, F.J. Giráldez, A.R. Mantecón and M.C. Álvarez del Pino. 2003. Effect of different doses of quebracho tannins extract n rumen fermentation in ewes. Animal Feed Science and Technology. 109:65-78.

Hernás, G., V. Pérez, F.J. Giráldez, A.R. Mantecón, M.M Almar and P. Frutos. 2003. Intoxication of sheep with quebracho tannin extract. Journal of Comparative Pathology. 129:44-55.

Hura, T., Y. Hashidoko, Y. Kobayashi and S. Tahara. 2010. Effective degradation of tannic acid by immobilized mivrobes of a sika deer in winter. Animal Feed Science and Technology. 155:1-8.

Kiss, C.R. 1973. Fundamental Concepts in the Design of Experiments. Holt, Reinhart and Wiston, New York

García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª ed. México DF.

González, S., M.L. Pabón and J. Carulla. 2002. Effects of tannins on in vitro ammonia release and dry matter degradation of soybean meal. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 10:97-101.

Gutierrez-Bañuelos, H., W. Pinchak, B.R. Min, E. Gordon, R.C Anderson, W.K Krueger and Lancaster P.A. 2011. Effect of feed-suplementation and hide-spray application of two sources of tannins on enteric hide bacteria feedlot cattle. Journal Environmental Science and Health Part B 46:360-365.

Gleghorm, J.F., N.A. Elam, M.L. Gaylean, C.D. Duff, N.A. Cole, and J.D. Rivera. 2004. Effects of crude protein concentration and degradability on performance, carcass characteristics, and serum urea nitrogen concentration in finishing beef cattle. J. Anim. Sci. 82:2705-2717.

Hales, P.M., D. Mendez, P. Davies, I. Ceconi y D. Colombatto. 2007. Efecto de la inclusión de taninos condesados sobre la ganancia de peso de novillos en pastoreo de verdes invernales. Memoria Técnica EEA INTA. Pag. 55-56

Hervás, G. 2001. Efecto sobre la fermentación en el rumen, digestibilidad, toxicidad y utilización como protectores frente a la degradación ruminal. Tesis Doctoral. Departamento de Producción Animal. Universidad de León, España.

Hervás, G., P. Frutos, F.J. Giráldez, A.R. Mantecón and M.C. Álvarez del Pino. 2003. Effect of different doses of quebracho tannins extract n rumen fermentation in ewes. Animal Feed Science and Technology. 109:65-78.

Hervás, G., V. Pérez, F.J. Giráldez, A.R. Mantecón, M.M Almar and P. Frutos. 2003. Intoxication of sheep with quebracho tannin extract. Journal of Comparative Pathology. 129:44-55.

Hiura, T., Y. Hashidoko, Y. Kobayashi and S. Tahara. 2010. Effective degradation of tannic acid by immobilized mivrobes of a sika deer in winter. Animal Feed Science and Technology. 155:1-8.

Hicks, C.R. 1973. Fundamental Concepts in the Design of Experiments. Holt, Reinhart and Wiston, New York

Huntington, G., M. Poore, B. Hopkins, and J. Spears. 2001. Effect of ruminal protein degradability on growth and N metabolism in growing beef steers. J. Anim. Sci. 79:533-541.

Jansman, M.J. 1993. Tannins in feedstuff for simple stomached animals. Nutrition Research Reviews, 6, 209 - 236.

Koenig, K.M., K.A. Beachemin and S.M. McGinn. 2011. Feeding tannins to reduce nitrogen losses from feedlot cattle fed high protein diets containing distillers grains 2. Nutrient digestibility and route of nitrogen excretion. J. Anim. Sci. 89, E- supply 1:111 (abstract).

Kumar, R. and S. Vaithiyanathan. 1990. Ocurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. Animal Feed Science and Technology. 30:21-38.

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 streers fed a high-grain diet. Animal Feed Science and Technology 159:1-9

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. 27:793-807.

Ludden, P. A. and M. J. Cacava. 1995. Supplemental protein sources for steers fed corn-based diets: I. Ruminal characteristics and intestinal amino acid flows. J. Anim. Sci. 73:1466-1475.

Mangan, J.L. 1988. Nutritional effects of tannis in animal feeds. Nutrition Reserch Reviews 1: 209 - 231.

Martínez, T., M. Díaz, F. Barroso e I. Valle. 2000. Efecto del ácido tánico sobre la degradación de las proteínas de la harina de guisante en fluido ruminal. Nutrición y Alimentación 25:327-329.

McAllister, T.A., H.D. Bae, G.A. Jones and K.J. Cheng. 1994. Microbial attachment and feed digestion in the rumen. J. Anim. Sci. 72: 3004-3018.

Mezzomo, R., P.V. Paulino, S.C. Valadares, J.P. Monnerat, G.S. Viana, M.G. Machado, J.C. Lima, T.S. Martins, P. Lencioni, and D. Grandini. 2010. Influence of condensed tannin supplementation on intake, ruminal and total digestibility, rate of digestion, and urinary excretion of urea and total nitrogen of beef steers fed high concentrate diet. J. Anim. Sci. Vol. 88, E-Suppl. 2:137 (abstract).

Mezzomo, R., P.V. Paulino, M.S. Duarte, L.S. Moura, L.H. Silva, E. San Vito, L. D. Rufino, C. Cabral, D. Grandini, and S.C. Valadares. 2010. Influence of condensed tannin supplementation on protein efficiency, microbial protein yield, nitrogen balance and ruminal fermentation characteristics in beef steers fed high concentrate diet. J. Anim. Sci. Vol. 88, E-Suppl. 2:140 (abstract).

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. 2005. Wheat pasture bloat dynamics, in vitro ruminal gas, and potential bloat mitigation with condensed tannins. J Anim Sci. 83:1322-1331.

Min, B.R., W.E. Pinchak, R.C., Anderson, J.D. Fulford, and R. Puchala. 2006. Effects of condensed tannins supplementation level on wight gain and in vitro and in vivo bloat precursors in steers grazing winter wheat. J. Anim. Sci. 84:2546-2554.

McSweeney, C.S., B. Palmer, D.M. McNeill, D.O. Krause. 2001. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. Animal Feed Science Technology 91:83-93.

Nudda, A., G. Battacone, R. Boe, R. Rubattu, A. H. D. Francesconi, M. Decandia, and G. Pulina. 2010. Effect of chestnut tannins on rumen activity of dairy sheep grazing on pasture. J. Anim. Sci. 88. Supp 2:131 (abstract).

Nunez-Hernandez, G., J.D. Wallace, J.L. Holechek, M.L Galyean and M. Cardenas. 1991. Condensed tannins and nutrient utilization by lambs and goats fed low-quality diets. J. Anim. Sci. 69:1167-1177.

NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. (6th Ed.) National Academy Press, Washington, D.C.

NRC. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. (7th Revised Ed.) National Academy Press, Washington, D.C.

Puchala, R., B.R. Min, A.L. Goetsch, and T. Sahlu. 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.

Schwab, C.G. 1995. Protected Proteins and Amino Acids for Rumiants. Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding. Pp 115-141. V.H.C. Press. Weinhein, Germany.

Statistix. 2007. Statistix User's Manual, Release 9.0. Analytical Software, Tallahassee, FL.

Torres, A.J., A. Diaz, 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

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.

Vaccaro, M.E., D. Garciarena, S. Guaita y D. Colombatto. 2007. Utilizacion de enzimas y taninos en la ración de vacas lecheras. Revista Argentina de Producción Animal. 27:34-36.

Waziry, A.M., M.E. Nasser, S.M. Sallam, A.L. Abdallah and Bueno L.C. 2007. Effect of autoclaving and Quebracho tannin treated- soybean meal on gas production and rumen fermentation *In vitro*. J. Appl. Sci. Res, 3:17-24.

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.