

EFFECTO DE DIETAS SUPLEMENTADAS CON TANINOS SOBRE LA CALIDAD BROMATOLÓGICA DE CARNE BOVINA

EFFECT OF DIETS SUPPLEMENTED WITH TANNINS ON THE COMPOSITIONAL QUALITY OF BEEF

Jorge Mencio-Sante¹; Patricia López-Perea¹; María Dolores Mariezcurrena-Berasain¹;
María Antonia Mariezcurrena-Berasain²; Briceida Ortiz-López²

¹ Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus Universitario El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas. Toluca, C. P. 50200, MÉXICO.
Correo-e: plopezp@uaemex.mx (* Autora para correspondencia).

² Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Campus Universitario El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas. Toluca, C. P. 50200, MÉXICO.

RESUMEN

Las nuevas tendencias que hay en el mercado de carnes, es producir más con menos, que pueda dejar mayores rendimientos sin perder las propiedades químicas de la carne, ya que éstas son las que definen el precio. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de las dietas suplementadas con taninos sobre la calidad bromatológica de carne bovina. Se trabajó con 16 becerros machos en prueba de respuesta productiva en corral de engorda, con duración de 40 días, con adaptación previa al experimento de 30 días a la etapa de finalización. Los tratamientos consistieron en: dieta típica para bovinos en finalización (testigo) y 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. Después del sacrificio se tomaron muestras de carne, haciendo cortes de manera transversal entre la 12^a y 13^a costilla, los cortes consistieron en cuatro chuletas con grosor de 2.5 cm de cada canal. A las muestras se les determinó contenido de proteína, cenizas, humedad, grasas y materia seca bajo métodos de la AOAC. Los resultados obtenidos, en este estudio, mostraron que el contenido promedio de proteínas fue de 20.18 %, grasas de 5.47 %, humedad de 74.35 %, cenizas de 2.01 % y materia seca 25.65 %, para ambos grupos. Se observó que no hubo diferencias significativas con respecto al grupo testigo ($P \leq 0.01$); solo el contenido de grasa fue mayor a lo reportado, por lo tanto, la concentración de taninos empleada en las dietas de bovinos no influye sobre la composición bromatológica de la carne.

PALABRAS CLAVE: Engorda, taninos condensados, taninos solubles, composición química.

ABSTRACT

A growing trend in the meat industry is to produce more with less, which can lead to higher yields without losing the chemical properties of the meat, which determine the price. The aim of this study was to determine the effect of tannin-supplemented diets on the compositional quality of beef. Sixteen male calves were subjected to a productive response test in a feedlot over a 40-day period, with a 30-day adaptation phase prior to the finishing stage of the experiment. Treatments consisted of: a typical cattle finishing diet (control) and a similar diet with 0.3 % extract of condensed and soluble tannins added, providing 1 g of tannin extract per 10 kg of bodyweight. After slaughter, meat samples were taken by cutting transversely between the 12th and 13th rib; the cuts consisted of four 2.5-cm thick chops from each carcass. Samples were analyzed for protein, ash, moisture, fat and dry matter contents using AOAC methods. Results showed that the average content levels were 20.18 % for protein, 5.47 % for fat, 74.35 % for moisture, 2.01 % for ash and 25.65 % for dry matter, for both groups. No significant differences ($P \leq 0.01$) compared to the control group were observed; only the fat content was higher than previously reported. Therefore, the tannin concentration used in the cattle diets does not affect the chemical composition of the meat.

KEYWORDS: Fattening, condensed tannins, soluble tannins, chemical composition



Recibido: 30 de julio de 2014
Aceptado: 28 de noviembre de 2014
doi: 10.5154/r.inagbi.2014.07.005

INTRODUCCIÓN

La calidad de la carne es esencial para su comercialización y está definida por su composición química en términos de contenido de proteína, grasa y minerales, principalmente. Con los hechos que se han presentado actualmente, se están buscando maneras de hacer más rápido el proceso de engorde del animal y que además la carne tenga mejor composición química, por lo que se están empleando aditivos, mezclas concentradas y otros productos (Carvajal, 2001).

En la naturaleza y dentro de los forrajes utilizados en los sistemas de producción de diferentes regiones del mundo, existen macromoléculas complejas capaces de interferir en los procesos digestivos, afectando el consumo, el crecimiento y hasta el valor nutritivo. Estas moléculas son conocidas, genéricamente, con el nombre de taninos. Existen dos tipos de taninos hidrolizables (TH) y condensados (TC), siendo estos últimos los que poseen mayor capacidad de interacción con otras moléculas, afectando la producción animal (Waghorn, Reed, & Ndlovu, 1999).

En la actualidad, existe interés en TC como integrantes de dietas en rumiantes, debido a los beneficios potenciales sobre el valor nutritivo de la dieta y la salud animal. Según su concentración en el forraje, las respuestas obtenidas son diferentes. A altas concentraciones (5 - 10 % de materia seca), deprimen el consumo y la digestibilidad del forraje. Mientras que a menor concentración (2 - 4 % de materia seca), podría disminuir la pérdida de proteínas de la ingesta, producida por la proteólisis por microorganismos del rumen e incrementar la absorción intestinal de las proteínas (Waghorn et al., 1999).

Las plantas tienen la capacidad de acumular taninos en cualquiera de las partes que posee: semillas, frutos, madera, raíz y hojas. Los bovinos consumen pastos y matorrales con presencia de taninos; además de éstos, tienden a consumir cortezas de árboles para complementar su alimentación (Haslam, 2007). Entre los taninos más utilizados en la alimentación de ganado (engordados en un sistema intensivo), se emplean taninos condensados de acacia (*Acacia mearnsii*), taninos solubles de castaño (*Castanea sativa*) y taninos condensados de quebracho (*Schinopsis* spp).

Algunas investigaciones reportan que los taninos condensados de quebracho poseen mayor poder reductor, en la digestibilidad de la torta de soya que el ácido tánico (taninos hidrolizables) (Pace, Settineri, & Catillo, 1993). A su vez, González, Carulla y Pabsn (1998), señalaron, por el contrario, que los taninos hidrolizables de castaño (*Castanea dentata*), resultaron ser más eficientes para reducir la degradación ruminal, de la proteína de la torta de soya, que los extraídos de la acacia (*Acacia* sp.) o del quebracho (*Schinopsis balansae*) (taninos condensados) y que no se vio afectada la digestibilidad intestinal (determinación *in vitro* por medio de la adición de pepsina).

INTRODUCTION

Meat quality is essential for marketing purposes and is defined by its chemical composition, mainly in terms of protein, fat and mineral contents. With the facts now available, new ways are being sought to make the animal fattening process faster and improve the chemical composition of the meat, for which additives, concentrated mixtures and other products are being used (Carvajal, 2001).

In nature and within the fodders used in production systems in different regions of the world, there are complex macromolecules capable of interfering with digestive processes, affecting consumption, growth and even nutritional value. These molecules are generically known as tannins. There are two types of tannins, hydrolysable and condensed tannins (HT and CT, respectively), the latter being those with greater ability to interact with other molecules, affecting animal production (Waghorn, Reed, & Ndlovu, 1999).

Currently, there is interest in using CT in ruminant diets, due to potential benefits in terms of the nutritional value of the diet and animal health. According to the CT concentration in the fodder, the responses obtained are different. At high concentrations (5 - 10 % dry matter), they depress the consumption and digestibility of fodder. At a lower concentration (2 - 4 % dry matter), on the other hand, they may reduce protein intake losses due to rumen microbial proteolysis and increase intestinal absorption of proteins (Waghorn et al., 1999).

Fruits and vegetables have the ability to accumulate tannins from all the parts of the plant. Cattle consume grasses and scrub containing tannins, and they also tend to consume tree bark to supplement their feeding (Haslam, 2007). The tannins most used in livestock feeding (fattened in an intensive system) are condensed tannins from acacia (*Acacia mearnsii*), soluble tannins from chestnut (*Castanea sativa*) and condensed tannins from quebracho (*Schinopsis* spp).

Some studies report that condensed quebracho tannins have greater reducing power in the digestibility of soybean meal than tannic acid (hydrolyzable tannins) (Pace, Settineri, & Catillo, 1993). On the other hand, González, Carulla and Pabsn (1998) found that hydrolysable tannins from chestnut (*Castanea dentata*) proved to be more efficient in reducing ruminal degradation of soybean meal protein than those extracted from acacia (*Acacia* sp.) or quebracho (*Schinopsis balansae*) (condensed tannins), and that intestinal digestibility (*in vitro* determination through pepsin addition) was not affected.

Therefore, the aim of this study was to perform a compositional analysis on beef to verify whether the addition of tannins in the diet of cattle can have a favorable or unfavorable effect on meat quality, and to corroborate wheth-

Por lo tanto, en el presente estudio se realizó análisis bromatológico a la carne de bovinos para verificar si la incorporación de los taninos, en la dieta de estos, puede tener un efecto favorable o desfavorable en la calidad de la carne; además de corroborar, si se puede tener mayor aporte nutricional en la composición bromatológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los animales utilizados, 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* (Curtis & Nimz, 1988).

Se utilizaron 16 becerros machos (carga génica aproximada de 50 % *Bos indicus*, el resto de razas Simmental, Pardo Suizo, Charolais y Angus en proporción variable), con peso corporal promedio de 421.63 ± 4.10 kg, los que fueron utilizados en una prueba de respuesta productiva en corral de engorda, con duración de 40 días, con adaptación previa al experimento de 30 días a la etapa de finalización de engorda. Se aplicó un manejo preventivo sanitario, de acuerdo al manejo general de engorda en esta etapa, el cual consistió en: una aplicación vía subcutánea de segundo implante (Component TES con Tylan; ELANCO®), 15 mg·kg⁻¹ 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⁻¹ de clorhidrato de Zilpaterol vía oral (Zilmax; Lab Intervet - MSD®) durante los últimos 30 días y se suspendió tres días antes del sacrificio.

De acuerdo a su peso inicial, los animales se agruparon bajo un diseño completamente al azar (Hicks, 1973), en dos grupos de ocho animales, alojados en dos corraletas con piso de tierra (6 x 12 m) provistas con 2.4 m de comedero y bebedero automático (0.60 m). Ambos grupos de animales consumieron dietas correspondientes a la etapa de finalización, cuya composición nutricional fue en base seca, como se muestra en el Cuadro 1. Los tratamientos consistieron: en dieta típica para bovinos en finalización (testigo) y dieta similar adicionando 0.3 % de extracto de taninos; correspondiente a 1 g de extracto de taninos por cada 10 kg de peso vivo. La dosis de extracto de taninos (ET) en la dieta base seca, se suministró con base en la mezcla comercial de taninos condensados de quebracho y taninos solubles de árboles de castaño, con un contenido garantizado de 70 % de taninos condensados (Silvafeed Bypro®; SilvaTeam-Inudor, S.A., Argentina). La dosis diaria de taninos por corraleta fue 0.3 g, que se mezcló manualmente en 1 kg de maíz molido y se adicionó al alimento en comedero. En el corral asignado a la dieta testigo, se proporcionó 1 kg de maíz molido para homogenizar el aporte de energía en ambos tratamientos.

Para observar el desempeño en el corral, los animales fueron alimentados en condiciones de libre acceso (105 % del

er it can provide greater nutritional value to its chemical composition.

MATERIALS AND METHODS

All animals used in this experiment were treated in accordance with the recommendations set out in the Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching (Curtis & Nimz, 1988).

Sixteen male calves (approximate genetic load of 50 % *Bos indicus*, with the rest being of the Simmental, Brown Swiss, Charolais and Angus breeds in varying proportions), with average bodyweight of 421.63 ± 4.10 kg, were used in a productive response test conducted in a feedlot over a 40-day period, with a 30-day adaptation phase prior to the finishing stage. Preventive health management was applied in accordance with general fattening management practices at this stage, which consisted of: subcutaneously injecting a second implant (TES Component with Tylan; ELANCO®), orally applying 15 mg·kg⁻¹ of Albendazole (Albendaphorte Plus; Lab. Salud y Bienestar®), administering 5 mL of bacterin to prevent diseases caused by *Clostridium* sp (Ultrabac 7; Pfizer®) and injecting 4.5 ml of vitamins ADE (Vitafluid, Lab Virbac®). All animals received 0.15 mg·kg⁻¹ of Zilpaterol hydrochloride orally (Zilmax; Lab Intervet - MSD®) over the last 30 days and it was suspended three days before slaughter.

Based on their initial weight, the animals were grouped under a completely randomized design (Hicks, 1973) into two groups of eight animals, housed in two pens with an earth floor (6 x 12 m) and equipped with a 2.4-m trough and an automatic waterer (0.60 m). Both groups of animals consumed diets corresponding to the finishing stage, in which the nutritional composition was calculated on a dry basis, as shown in Table 1. The treatments were: a typical cattle finishing diet (control) and a similar diet with 0.3 % tannin extract added, corresponding to 1 g of tannin extract per 10 kg of bodyweight. The tannin extract (TE) dose in the dry-basis diet was supplied based on the commercial mixture of condensed quebracho tannins and soluble chestnut tree tannins, with a guaranteed content of 70 % condensed tannins (Silvafeed Bypro®; SilvaTeam-Inudor, S.A., Argentina). The daily tannin dose per pen was 0.3 g, which were mixed into 1 kg of ground corn and added to the feed in the trough; the corn and feed were premixed manually. In the pen assigned to the control diet, 1 kg of ground corn was provided to homogenize the energy input in both treatments.

In the pen, the animals were fed under ad libitum conditions (105 % of the consumption of the previous day), and the ration was offered once daily (1600 h). After the fattening stage, the animals were weighed and transported by truck to a federally-inspected (FAPSA) slaughterhouse in Sinaloa, to be slaughtered. Meat samples were taken by cutting transversely between the 12th and 13th rib; the cuts consisted of four 2.5-cm thick chops from each car-

CUADRO 1. Dieta (en base seca) utilizadas en el experimento
TABLE 1. Diet (on a dry basis) used in experiment.

Ingredientes / Ingredients	Cantidad / Amount
Rastrojo de Maíz % / Corn stover %	11.09
Maíz molido % / Ground corn %	71.62
Harinolina % / Cottonseed meal %	5.55
Sebo % / Tallow %	2.22
Melaza de caña % / Cane Molasses %	6.72
Premezcla vitamínica y mineral ¹ % / Vitamin and mineral premix ¹ %	2.80
Total	100 %
Análisis calculado (En base seca) ² / Calculated analysis (Dry basis) ²	
MS, % / DM, %	87.52
PC, % / CP, %	13.31
ENm, Mcal·kg ⁻¹ / NEm, Mcal·kg ⁻¹	2.032
ENg, Mcal·kg ⁻¹ / NEg, Mcal·kg ⁻¹	1.373

1. Ganamin Total* (Técnica Mineral Pecuaria, S.A. de C.V).

2. Calculado con base en valores publicados (NRC, 2000).

1. Ganamin Total* (Técnica Mineral Pecuaria, S.A. de C.V).

2. Calculated based on published values (NRC, 2000).

consumo del día anterior), la ración fue servida una vez al día (1600 h). Una vez concluida la etapa de engorda, los animales fueron pesados y transportados en camión, al rastro tipo TIF (FAPSA) en Sinaloa, para ser sacrificados. Se tomaron muestras de carne, haciendo cortes de manera transversal entre la 12ª y 13ª costilla, los cortes consistieron en cuatro chuletas con grosor de 2.5 cm de cada canal, una vez tomadas las muestra, las chuletas fueron colocadas en bolsas de sellado hermético, previamente rotuladas, y se empacaron al vacío. Dichas muestras se colocaron en hieleras a temperatura de 4 °C para su traslado al laboratorio de Investigación en Nutrición Animal de la FMVZ-UAS, en donde se colocaron en congelación a -14 °C.

Posteriormente, se trasladaron las muestras al laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Carne de la UAEM, lugar donde se realizaron el resto de los análisis. Se efectuó el traslado vía terrestre (16 h); en hielera polar 120 qts (IGLOO), se colocaron en capas en base de hielo seco (CO₂). Posterior al acomodo se selló la hielera empleyándola con plástico, con la finalidad de mantener el congelamiento y la seguridad de las muestras; una vez que las muestras llegaron al laboratorio, se colocaron en bolsas de plástico previamente identificadas y se ubicaron en congelador a -14 °C hasta su análisis.

cass. Once the samples were taken, they were placed in airtight, previously-labelled bags and vacuum-packed. These samples were placed in coolers at a temperature of 4 °C for transportation to the FMVZ-UAS Animal Nutrition Research Laboratory, where they were placed in a freezer at -14 °C.

Subsequently, samples were taken to the UAME Science and Technology of Meat laboratory, where the remaining analyzes were performed. Overland transfer was made in 16 h, using a 120-quart polar cooler (IGLOO) with the samples packed inside in layers of dry ice (CO₂). After packing, the cooler was wrapped with plastic film in order to keep the samples frozen and protected. Once the samples arrived at the laboratory, they were placed in previously-marked plastic bags and put in a freezer at -14 °C until analysis.

For the analyzes, the frozen chops were taken and placed in a room at 4 °C for 24 hours to defrost, after which they were cut into small pieces, ground in a blender and re-ground to obtain smaller-sized pieces of meat.

The compositional analysis consisted of determining moisture content under the stove method (AOAC 950.46, 2005), fat content by the Soxhlet method (AOAC 991.36,

Para los análisis se tomaron las chuletas congeladas, y se pusieron en un cuarto a 4 °C por 24 horas para su descongelación, una vez descongeladas se prosiguió a cortar la chuleta en pequeños trozos, se molió en la licuadora y se volvió a moler para obtener trozos de carne de menor tamaño.

El análisis bromatológico consistió en la determinación del contenido de humedad bajo el método en estufa AOAC 950.46 (2005), contenido de grasa por el método de Soxhlet (AOAC 991.36, 2005), contenido de proteína por Kjeldahl (AOAC 976.05, 2005), cenizas siguiendo el método AOAC 900.02 (2005) y el contenido de materia seca por diferencia. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente por ANOVA de una vía, comparación de medias por la prueba de Tukey, así como correlaciones simples ($P \leq 0.05$), empleando el paquete JMP 11.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los taninos se utilizan de diferentes maneras, la mayoría son para verificar si hay alguna mejora en el rendimiento (consumo de materia seca, producción de leche y aumento del peso corporal), parámetros de fermentación ruminal y la composición química de carne del animal (Ayala-Monter, 2013; Conti et al., 2007; Pordomingo, Volpi-Lagrecia, García-Pilar, & Grigioni, 2004). En el Cuadro 2, se muestran los datos del análisis bromatológico en car-

2005), protein content by the Kjeldahl method (AOAC 976.05, 2005), ash by the AOAC method 900.02 (2005) and dry matter content by difference. The results were analyzed statistically by one-way ANOVA, comparison of means by the Tukey test and simple correlations ($P \leq 0.05$) using the JMP 11.0 package.

RESULTS AND DISCUSSION

Tannins are used in different ways, most of them to see if there is any improvement in yield (dry matter intake, milk production and bodyweight gain), ruminal fermentation parameters and chemical composition of animal meat (Ayala-Monter, 2013; Conti et al., 2007; Pordomingo, Volpi-Lagrecia, García-Pilar, & Grigioni, 2004). Table 2 shows data from the compositional analysis of the meat from all the runs made based on the experimental design for the control group and tannin treatments. With these results, correlation was observed between the moisture and ash content ($r = -0.8179$) as shown in Figure 1. The higher the moisture content in the meat, the lower the fat content and vice versa; this relationship between moisture and fat has been observed in other studies with different types of ruminants (López-Palacios, Rubio-Lozano, & Valdés-Martínez, 2000).

Meat has protein and essential substances for the formation of all body tissues. Humans are unable to synthesize

CUADRO 2. Valores de las medias obtenidas del análisis bromatológico de las corridas del diseño experimental. Valor expresado en porcentaje.

TABLE 2. Mean values obtained from the compositional analysis of the experimental runs. Values expressed in percentage.

Numero de canal / Carcass number	Proteína / Protein	Grasa / Fat	MS / DM	Humedad / Moisture	Ceniza / Ash
Grupo con Taninos / Group with Tannins					
2	20.39	5.628	26.435	73.565	2.011
3	20.881	5.594	26.16	73.84	2.059
5	20.657	4.533	24.389	75.611	1.809
7	18.68	5.625	25.19	74.81	1.947
11	19.651	5.364	24.79	75.21	2.097
14	20.018	5.126	24.858	75.142	2.573
15	20.018	5.466	26.53	73.47	2.423
16	19.892	5.465	25.287	74.713	2.056
Grupo Testigo / Control Group					
1	19.899	5.201	24.768	75.232	1.609
4	21.386	5.317	25.139	74.861	1.403
6	21.737	5.725	26.711	73.289	2.014
8	19.542	5.594	25.341	74.659	1.958
9	21.297	6.211	27.323	72.677	1.43
10	19.488	5.427	25.272	74.728	2.115
12	20.264	5.479	25.572	74.428	2.413
13	19.086	5.76	26.704	73.296	2.272

MS = Materia Seca
DM = Dry matter

ne de todas las corridas realizadas con base en el diseño experimental para el grupo testigo y con tratamiento de taninos. Con estos resultados, se observó correlación entre el contenido de humedad y cenizas ($r = -0.8179$) como se muestra en la Figura 1. Entre mayor sea el contenido de humedad en la carne, el contenido de grasa es menor y viceversa, esta relación existente entre la humedad y la grasa ha sido observado en otros estudios con diferentes tipos de rumiantes (López-Palacios, Rubio-Lozano, & Valdés-Martínez, 2000).

the amino group, so they must eat food from plant and animal sources. The average amount of protein obtained in this study was 20.34 % in the control group and 20.02 % in the group supplemented with tannins (Table 3). These figures are similar to those previously reported by several authors whose values range from 20.43- 22.30 % (Bender, 1992; Moloney, Keane, Dunne, Mooney, & Troy, 2008; Montero-Lagunes, Juárez-Lagunes, & García-Galindo, 2010; Padre et al., 2006); these authors report protein values in meat from cattle fed under a grazing

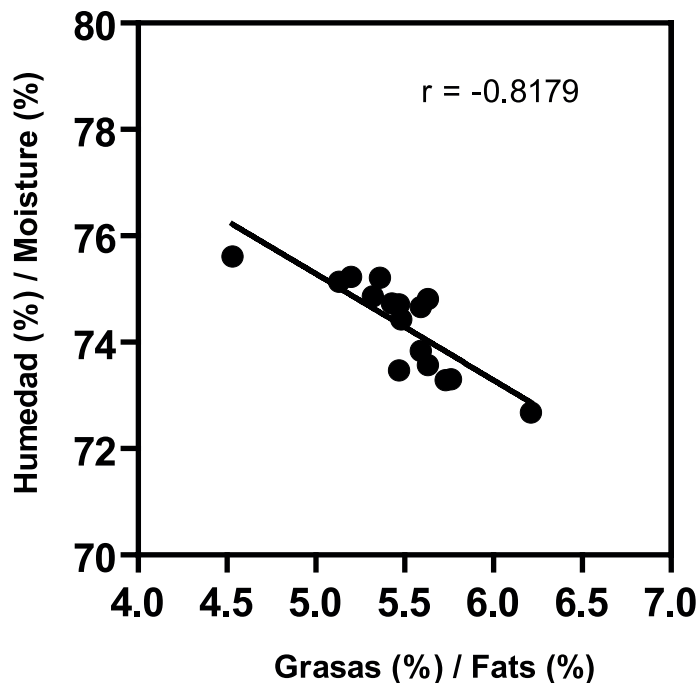


FIGURA 1. Regresión lineal entre el contenido de humedad y grasas en carne ($P \leq 0.01$).

FIGURE 1. Linear regression between moisture and fat content in meat ($P \leq 0.01$).

CUADRO 3. Composición bromatológica de la carne de bovinos alimentados con taninos (0.3 g) y sin tanino. Valores expresados en % \pm DS.

TABLE 3. Chemical composition of meat from cattle fed with tannins (0.3 g) and without tannins. Values expressed in % \pm SD.

	Tratamiento en dieta / Diet treatment		
	Testigo / Control	Taninos / Tannins	
Proteína / Protein	20.34 + 0.97	20.02 + 0.66	Ns
Grasas / Fats	5.59 + 0.30	5.35 + 0.36	Ns
Materia seca / Dry Matter	25.85 + 0.89	25.45 + 0.79	Ns
Humedad / Moisture	74.15 + 0.89	74.54 + 0.79	Ns
Cenizas / Ash	1.90 + 0.37	2.12 + 0.24	Ns

DS = Desviación Estándar

ns = no significativo ($P \leq 0.01$)

SD = Standard Deviation

ns = not significant ($P \leq 0.01$)

La carne tiene proteínas y sustancias esenciales para la formación de todos los tejidos del organismo. Los humanos somos incapaces de sintetizar el grupo amino, por eso se deben ingerir alimentos de fuente vegetal y animal. El promedio de proteínas que se obtuvo en este estudio fue de 20.34 % en el grupo testigo y al grupo suplementado con taninos fue de 20.02 % (Cuadro 3). Estas cifras son similares a lo reportado anteriormente por diversos autores cuyo rango oscila entre 20.43 a 22.30 % (Bender, 1992; Moloney, Keane, Dunne, Mooney, & Troy, 2008; Montero-Lagunes, Juárez-Lagunes, & García-Galindo, 2010; Padre et al., 2006), estos mismos autores reportan valores de proteína en carne de bovinos alimentados bajo sistema de pastoreo y sin adición de taninos en sus dietas. No se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en el contenido de proteína de la carne del grupo testigo (20.34 %) y de la muestra de bovinos alimentados con taninos (20.02 %). La concentración de 0.3 % de taninos, empleada en la dieta, no tiene efecto sobre el contenido de proteína. Muetzel y Becker (2006) refieren que la presencia de contenidos moderados de taninos, en el rumen, incrementa el flujo de proteínas y aminoácidos esenciales hacia el intestino, esto debido a su efecto protector contra la degradación por los microorganismos ruminales. Sin embargo, cuando son ingeridos en altas cantidades, los taninos ocasionan un efecto depresor sobre el consumo voluntario, reduciendo la eficiencia del proceso digestivo y la productividad animal (Frutos, Hervás, Ramos, Giráldez, & Mantecón, 2002).

En relación con el contenido de grasa se obtuvo 5.59 % en el grupo testigo y de 5.35 % al grupo alimentado con una dieta de taninos (Cuadro 2), estos resultados son superiores a los reportados por Bender (1992) con 1.8 %, Montero-Lagunes et al. (2010) con 2.25 %, Padre et al. (2006) con 3.38 % y superior al de French et al. (2000) con 4.36 %. De acuerdo a Nogales, Bressan, Vaz, Delgado y Camacho (2011), el tipo de sistema de terminación o finalización influye en el contenido de grasa, estos autores realizaron un estudio en ganado bovino bajo sistema de terminación extensivo e intensivo. En el primero se tuvo un contenido de grasa menor de 0.95 % y con el segundo sistema de 3.91 %, habiendo diferencias significativas entre ambos sistemas con $P \leq 0.01$, lo cual explica las diferencias entre los autores al no emplear el mismo sistema de terminación y dietas. Al mismo tiempo, Allen y Foegeding (1981), observaron que al incrementarse la cantidad de grasa, el porcentaje de fosfolípidos disminuye, consideración importante que está asociada con el sabor, estabilidad del color, textura, jugosidad, estabilidad de la proteína, vida de anaquel, características de emulsificación y contenido calórico de una porción de carne. Por otra parte, los resultados obtenidos en este estudio muestran que no existen diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en el contenido de grasa entre los tratamientos empleados. La adición de taninos a las dietas de rumiantes no afecta el contenido de grasa, sin embargo, se ha observado un efecto en el contenido de ácidos grasos con respecto a lo reportado por diversos autores (Luciano et al., 2009; Luciano et al., 2011; Vasta et al., 2009).

system without addition of tannins in their diets. There were no significant differences ($P \leq 0.01$) in the protein content of the meat between the control group (20.34 %) and the cattle fed with tannins (20.02 %). The 0.3 % tannin concentration used in the diet has no effect on protein content. Muetzel and Becker (2006) report that the presence of a moderate amount of tannins in the rumen increases the flow of proteins and essential amino acids into the intestine, due to their protective effect against degradation by ruminal microorganisms. However, when ingested in large amounts, tannins cause a depressive effect on voluntary intake, reducing the efficiency of the digestive process and animal productivity (Frutos, Hervás, Ramos, Giráldez, & Mantecón, 2002).

With regard to fat content, 5.59 % was obtained in the control group and 5.35 % in the group fed a tannin-supplemented diet (Table 2). These results are superior to those reported by Bender (1992) with 1.8 %, Montero-Lagunes et al. (2010) with 2.25 %, Padre et al. (2006) with 3.38 % and higher than that of French et al. (2000) with 4.36 %. According to Nogales, Bressan, Vaz, Delgado and Camacho (2011), the type of finishing system influences the fat content; these authors conducted a study with cattle under an extensive and intensive finishing system. In the first system, fat content was less than 0.95 % and in the second it was 3.91 %, being significant differences between the two systems with $P \leq 0.01$, which explains the differences between the authors as a result of not using the same finishing system and diets. At the same time, Allen and Foegeding (1981) observed that increasing the amount of fat decreases the percentage of phospholipids, an important factor that is associated with taste, color stability, texture, juiciness, protein stability, shelf life, emulsification characteristics and calorie content in a portion of meat. On the other hand, the results obtained in this study show no significant differences ($P \leq 0.01$) in fat content among the treatments used. Tannin addition to ruminant diets does not affect fat content; however, an effect on fatty acid content has been observed by several authors (Luciano et al., 2009; Luciano et al., 2011; Vasta et al., 2009).

The average moisture content obtained in this study was 74.15 % in the control group and 74.55 % in the tannin diet group. These figures are similar to those documented by other authors such as Bender (1992), who reported 75 %, and slightly higher than those provided by Padre et al. (2006) and French et al. (2000), who reported 72.34 and 72.30 % respectively (grazing). The water content of newborn animals ranges from 75 – 80 %. In adult animals this content varies inversely with respect to fat content and represents 75 % on a fat-free basis. Carvajal (2001) states that fat tissue has little or no moisture, so that the higher the fat content in a cut or carcass the lower the water content. There were no significant differences ($P > 0.01$) observed among the treatments used in this study. Regarding dry matter content, it was 25.85 % for the control group and 25.45 % for the group fed the tannin diet, meaning there were no significant differences between the two in this regard.

El contenido de humedad promedio, obtenido en este estudio, fue de 74.15 % en el grupo testigo y de 74.55 % el grupo de la dieta con taninos. Estas cifras son similares a lo reportado por otros autores como Bender (1992) que es de 75 %, y los datos que proporcionaron Padre et al. (2006) y French et al. (2000) son ligeramente inferiores a los obtenidos, estos autores reportan 72.34 y 72.30 % respectivamente (en pastoreo). El contenido de agua de los animales recién nacidos es de 75 – 80 %. En animales adultos este contenido varía en forma inversa con respecto al contenido de grasa y representa 75 % base libre de grasa. Menciona Carvajal (2001), que el tejido graso tiene muy poca o ninguna humedad por lo cual, mientras mayor sea el contenido de grasa en un corte o canal, menor será el contenido de agua. Entre los tratamientos empleados en el presente trabajo no se observaron diferencias significativas ($P > 0.01$). Con relación al contenido de materia seca, para el grupo testigo fue de 25.85 % y para los animales alimentados con dieta de taninos 25.45 %, entre ambos grupos no se presentaron diferencias significativas.

El contenido de cenizas promedio, observado en este estudio, en las muestras testigo fue 1.90 % y en las muestras del tratamiento con taninos fue 2.12 % (Cuadro 2), estos datos son mayores a los reportados por Montero-Lagunes et al. (2010) con 1.26 %, FAO (2007) con 1.20 %, por Padre et al. (2006) que reportó 0.90 % y Nogales et al. (2011) 0.98 % de cenizas. La diferencia entre la muestra testigo (1.9 %) y la muestra tratada con taninos (2.12 %), con los datos de este estudio, no mostró diferencias significativas ($P > 0.01$), ya que las muestras tratadas con taninos es 0.22 % mayor que la muestra testigo. Nogales et al. (2011), refiere que no influye el tipo de sistema de terminación que se emplee, si es extensivo o intensivo, el contenido de cenizas no presenta diferencias significativas.

Las pruebas bromatológicas que se realizaron en el presente estudio, revelaron que no existe ninguna diferencia significativa en la composición de la carne entre el grupo testigo donde no se emplean taninos con respecto a la adición de 0.3 % de estos en la dieta de bovinos. Este comportamiento se ha observado en otros estudios con rumiantes y la adición de taninos en sus dietas (Ayala-Monter, 2013). En este estudio posiblemente la cantidad de taninos empleada (0.3 %) no fue lo suficiente como para generar un efecto sobre la calidad bromatológica de la carne, al igual que el tiempo de suplementación al que fueron sometidos los animales. Priolo et al. (2005); Priolo, Lanza, Biondi, Pappalardo y Young (1998); Priolo, Waghorn, Lanza, Biondi y Pennisi (2000) mencionan que incluir de 1.24 a 2.5 % de taninos en la dieta de ovinos, con días similares de suplementación a los reportados en este estudio no tuvo efecto en las características químicas de la carne compatible con los resultados presentados en esta investigación.

CONCLUSIONES

La dosis de 0.3 % de extracto de taninos (ET), en la dieta base seca suministrada a bovinos, no tiene un efecto signi-

The average ash content observed in this study was 1.90 % in the control samples and 2.12 % in the tannin treatment samples (Table 2). These data are higher than those reported by Montero-Lagunes et al. (2010) with 1.26 %, FAO (2007) with 1.20 %, Padre et al. (2006) with 0.90 % and Nogales et al. (2011) with 0.98 %. The difference in the present study between the control sample (1.9 %) and the sample treated with tannins (2.12 %) showed no significant difference ($P > 0.01$), as the samples treated with tannins only have 0.22 % more ash content. Nogales et al. (2011) report that the type of finishing system used, whether extensive or intensive, does not result in significant differences in ash content.

Compositional tests performed in the present study revealed no significant difference in the composition of the meat between the cattle in the control group, where no tannins were used, and those that had 0.3 % tannins added to their diet. This behavior has been observed in other studies with ruminants and the addition of tannins to their diets (Ayala-Monter, 2013). In the present study the amount of tannins used (0.3 %) was possibly not enough to generate an effect on the compositional quality of the meat, just as the supplementation time to which the animals were subjected may have been too short. Priolo et al. (2005), Priolo, Lanza, Biondi, Pappalardo and Young (1998) and Priolo, Waghorn, Lanza, Biondi and Pennisi (2000) mention that including from 1.24 to 2.5 % tannins in the diet given to lambs, with a similar number of supplementation days to those reported in the present study, had no effect on the chemical characteristics of the meat, which coincides with the results presented in this research.

CONCLUSIONS

The dose of 0.3 % tannin extract (TE) in the dry-basis diet supplied to cattle has no significant effect on the chemical composition of the meat, i.e., it does not affect the chemical quality at least in the main components. Further study in which the amount of tannins in the diet is increased to see if it can contribute to the compositional quality is required.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Rubén Barajas Cruz, of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science at the Universidad Autónoma de Sinaloa, for his invaluable support in designing the experiment. Thanks also go to the Universidad Autónoma del Estado de México for funding the project.

ficativo sobre la composición bromatológica de la carne, es decir, no afecta la calidad química al menos en los componentes principales. Se requiere de un mayor estudio incrementando el contenido de taninos en la dieta para observar si puede contribuir a la calidad bromatológica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Rubén Barajas Cruz de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa por su apoyo invaluable en el diseño del experimento para la alimentación del ganado y desempeño en corral. También el agradecimiento a la Universidad Autónoma del Estado de México por el financiamiento económico del proyecto.

REFERENCIAS

- Allen, C., & Foegeding, E. (1981). Some lipid characteristics and interactions in muscle foods—a review. *Food Technology*, 5, 253-257.
- AOAC. (2005). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*: Arlington.
- Ayala-Monter, M. A. (2013). Inclusión de taninos en la dieta de ovinos en finalización: respuesta en calidad de la carne. 20-40.
- Bender, A. E. (1992). *Meat and meat products in human nutrition in developing countries*: Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome.
- Carvajal, G. (2001). Valor nutricional de la carne de res, cerdo y pollo. Corporación de Fomento Ganadero (CORFOGA). San José—Costa Rica. (pp. 4-51).
- Conti, G., Garnero, O., Bértoli, J., Gallardo, M. R., Gatti, E., & Zoratti, O. (2007). Efecto de los taninos condensados sobre la producción y composición de leche de vacas lecheras en pastoreo de verano. *Congreso Argentino de Producción Animal*, 27 (1), 104-105.
- Curtis, S., & Nimz, C. (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, Illinois.
- FAO. (2007). Producción y Sanidad Animal; Composición de la Carne Retrieved 2 de abril, 2014, from http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O'riordan, E., Monahan, F., Caffrey, P., & Moloney, A. (2000). Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*, 78(11), 2849-2855.
- Frutos, P., Hervás, G., Ramos, G., Giráldez, F. J., & Mantecón, A. (2002). Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. *Animal Feed Science and Technology*, 95(3), 215-226. doi: 10.1016/S0377-8401(01)00323-6
- González, S., Carulla, J., & Pabsn, M. (1998). Effect of tannins on in vitro ruminal protein and dry matter degradation of soybean meal and ryegrass. *Journal of Animal Science*, 76(1), 346.
- Haslam, E. (2007). Vegetable tannins—Lessons of a phytochemical lifetime. *Phytochemistry*, 68(22), 2713-2721. doi: 10.1016/j.phytochem.2007.09.009
- Hicks, C. R. (1973). Fundamental concepts in the design of experiments. *Holt, Rinehart and Wiston, New York*, 349.
- López-Palacios, M. G., Rubio-Lozano, M. S., & Valdés-Martínez, S. E. (2000). Efecto del cruzamiento, sexo y dieta en la composición química de la carne de ovinos Pelibuey con Rambouillet y Suffolk. *Veterinaria México*, 31(1), 11-19.
- Luciano, G., Monahan, F., Vasta, V., Biondi, L., Lanza, M., & Priolo, A. (2009). Dietary tannins improve lamb meat colour stability. *Meat science*, 81(1), 120-125. doi: 10.1016/j.meatsci.2008.07.006
- Luciano, G., Vasta, V., Monahan, F., López-Andrés, P., Biondi, L., Lanza, M., & Priolo, A. (2011). Antioxidant status, colour stability and myoglobin resistance to oxidation of longissimus dorsi muscle from lambs fed a tannin-containing diet. *Food chemistry*, 124(3), 1036-1042. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.07.070
- Moloney, A., Keane, M., Dunne, P., Mooney, M., & Troy, D. (2008). Effect of concentrate feeding pattern in a grass silage/concentrate beef finishing system on performance, selected carcass and meat quality characteristics. *Meat science*, 79(2), 355-364. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.10.018
- Montero-Lagunes, M., Juárez-Lagunes, I., & García-Galindo, H. S. (2010). Seleccionar todos Título: Perfil de ácidos grasos en carne de toretes Europeo x Cebú finalizados en pastoreo y en corral Acceso al texto completo de la revista Fondos de esta revista en CISNE. Catálogo de la Biblioteca Complutense de Madrid.
- Muetzel, S., & Becker, K. (2006). Extractability and biological activity of tannins from various tree leaves determined by chemical and biological assays as affected by drying procedure. *Animal Feed Science and Technology*, 125(1), 139-149. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2005.05.018
- NCR. (2000). *Nutrient Requirement of Beef Cattle* Washington, D.C.
- Nogales, S., Bressan, M., Vaz, A., Delgado, J., & Camacho, M. (2011). Estudio físico-químico de la carne de la raza bovina Marisemeña en diferentes sistemas de terminación. *Archivos de zootecnia*, 60(231), 453-456.
- Pace, V., Settineri, D., & Catillo, G. (1993). Influenza di trattamenti con tannini sulla digestibilità in vitro della farina di soia. *Zootecnia i Nutricion Animali*, 19, 73-79.
- Padre, R. d. G., Aricetti, J. A., Moreira, F. B., Mizubuti, I. Y., do Prado, I. N., Visentainer, J. V., . . . Matsushita, M. (2006). Fatty acid profile, and chemical composition of Longissimus muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. *Meat Science*, 74(2), 242-248. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.02.012
- Pordomingo, A. J., Volpi-Lagrecia, G., García-Pilar, T., & Grigioni, G. (2004). Efecto del agregado de taninos en dietas de distinto nivel de grano en vaquillonas para carne alimentadas en confinamiento sobre la calidad de la carne *EEA INTA, Anguil*.
- Priolo, A., Bella, M., Lanza, M., Galofaro, V., Biondi, L., Barbagallo, D., . . . Pennisi, P. (2005). Carcass and meat quality of lambs fed fresh sulla (< i> Hedysarum coronarium</i> L.) with or without polyethylene glycol or concentrate. *Small ruminant research*, 59(2), 281-288. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.05.012
- Priolo, A., Lanza, M., Biondi, L., Pappalardo, P., & Young, O. (1998). Effect of partially replacing dietary barley with 20% carob pulp on post-weaning growth, and carcass and meat characteristics of Comisana lambs. *Meat science*, 50(3), 355-363. doi: 10.1016/S0309-1740(98)00041-2
- Priolo, A., Waghorn, G. C., Lanza, M., Biondi, L., & Pennisi, P. (2000). Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: effects on lamb growth performance and meat quality. *Journal Animal Science*, 78(4), 810-816.

Vasta, V., Priolo, A., Scerra, M., Hallett, K. G., Wood, J. D., & Doran, O. (2009). $\Delta(9)$ desaturase protein expression and fatty acid composition of longissimus dorsi muscle in lambs fed green herbage or concentrate with or without added tannins. *Meat Science*, 82(3), 357-364. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.02.007

Waghorn, G. C., Reed, J. D., & Ndlovu, L. R. (1999). *Condensed tannins and herbivore nutrition*. Paper presented at the Proceedings of the XVIII International Grassland Congress.

