

Artículo Original. Enero-Abril 2017; 7(1):14-25. Recibido: 31/08/2016 Aceptado: 12/12/2016.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.71.1>

Respuesta productiva de corderos en engorda a la suplementación con extractos de taninos

Productive response of fattening lambs to the supplementation with extract tannins

Bonilla-Valverde Elmer valverde-4@hotmail.com, **Flores-Aguirre Leopoldo** lflores@uas.edu.mx, **Barajas-Cruz Rubén** rubar@uas.edu.mx, **Romo-Valdez Juan** romo_14@hotmail.com, **Montero-Pardo Arnulfo** arnulfomp@hotmail.com, ***Romo-Rubio Javier** romo60@uas.edu.mx

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa. México. *Autor responsable y de correspondencia: Romo-Rubio Javier. Boulevard San Ángel s/n, Colonia San Benito, Culiacán, Sinaloa, México, CP 80246. romo60@uas.edu.mx

RESUMEN

Para determinar el efecto del nivel suplementario de extracto de taninos (ET) en la respuesta productiva de corderos en engorda, se realizó un experimento con un diseño de bloques completos al azar, en el que se usaron 48 corderos de pelo (3/4 Katahdin x 1/4 Pelibuey) con una edad promedio de $70 \pm$ (desviación estándar) 5 d de edad DE y peso de 21.3 ± 3.23 kg DE durante un periodo de 70 días. Los tratamientos fueron: 1) Dieta formulada con grano de maíz, harina de soya y paja de maíz, con aporte nutrimental de acuerdo a la etapa fisiológica, sin adición de ET (testigo; n = 12); 2) dieta testigo más 0.15 % de ET (ET 15; n = 12); 3) dieta testigo más 0.30 % de ET (ET 30; n = 12) y 4) dieta testigo más 0.45 % de ET (ET 45; n = 12). Los resultados fueron analizados por ANDEVA ($P \leq 0.05$), y la influencia del nivel de ET en la respuesta productiva se exploró mediante polinomios ortogonales. La ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión alimenticia (CA) mejoraron ($P \leq 0.05$) con la inclusión de 0.15 y 0.30 % de ET en la dieta, y el peso final fue mayor ($P = 0.05$) en los corderos que consumieron la dieta con 0.15 % de ET. Se observó una respuesta cuadrática ($P \leq 0.05$) al nivel de adición de ET; el análisis de regresión sugiere que la mejor respuesta productiva puede obtenerse con niveles de 0.2 % de ET en la dieta ($R^2 = 0.75$; $P < 0.01$). Se concluye, que el consumo de dietas suplementadas con ET mejora la GDP y la CA, y la mejor respuesta se obtiene con 0.2 % de ET en la dieta.

Palabras clave: Desempeño productivo, cordero, taninos.

ABSTRACT

To determine the effect of supplementation tannin extract level (TE) on feedlot performance finishing hair lamb, was realized one experiment with a randomized complete block design, in that were used 48 hair lamb (3/4 Katahdin x 1/4 Pelibuey) with average $70 \pm$ (standard deviation) 5 d old SD and an body weight of 21.3 ± 3.23 kg SD during a period of 70 day. The treatments were: 1) diet formulated with corn grain, soybean meal and corn straw, with nutritional support according physiology requirement, without addition of TE (Control; n = 12); 2) control diet plus supplementation with 0.15 % of TE (TE 15; n = 12); 3) control diet plus 0.3% of TE (TE 30; n = 12); and 4) control diet plus 0.45 % of TE (TE 45; n = 12). Results were analyzed by ANOVA ($P \leq 0.05$), and the influence of TE level on productive response was explored using polynomial contrasts. Average daily gain (ADG) and feed conversion (feed/gain ratio) was improved ($P \leq 0.05$) with the diet supplemented with 0.15 and 0.30% of TE, and body weight last was higher ($P = 0.05$) in the lamb feeding with supplemented diets 0.15% TE. Quadratic response was observed ($P \leq 0.05$) to the TE supplementation level; the regression analyses suggest that better productive response may be found with TE 0.2% supplementation level ($R^2 = 0.75$; $P < 0.01$). It is concluded, that intake of supplemented diets

with TE improved ADG and feed conversion, and the better performance it is obtained with 0.2 % of TE in the diet.

Keyword: Feedlot-performance, lambs, tannins.

INTRODUCCIÓN

La engorda intensiva de ovinos es una actividad productiva en el Estado de Sinaloa; en el año 2015 se produjeron 2,843 ton de ovino en pie y 1,481 ton de carne en canal, lo que representó el 2.44 y 2.49 % de la producción nacional, respectivamente (SIAP, 2015). La engorda intensiva de esta especie en el estado demanda alternativas alimenticias que mejoren la rentabilidad de las unidades de producción. En este sentido, se sabe que cantidades moderadas de extractos de taninos (ET) tienen efectos benéficos sobre el metabolismo de las proteínas en los rumiantes, disminuyendo su degradación en el rumen (Jayanegara y Palupi, 2010) y aumentando la absorción de los aminoácidos en el intestino delgado (Min *et al.*, 2003). Se ha demostrado que en los rumiantes que consumen dietas con 1.6 a 3.3 % de extractos de taninos condensados (TC) de la materia seca (MS), baja la concentración de amoniaco ruminal; como una consecuencia en la reducción de la degradación microbiana de las proteínas y del propio crecimiento bacteriano (Min *et al.*, 2012).

Se ha observado que los taninos forman complejos con las proteínas mediante enlaces de hidrógeno, que son estables a un pH entre 3.5 - 7.0 (como los prevalecientes en el rumen), y se disocian cuando el pH cae por debajo de 3.5, como sucede en el abomaso con pH 2.5 - 3, o también cuando éste es mayor de 8.0, como en el duodeno (Frutos *et al.*, 2004). Los efectos dependen del tipo de tanino, que comprende un grupo diverso de compuestos fenólicos. El extracto de tanino condensado se ha utilizado para proteger la proteína la degradación ruminal en rumiantes (Bunglavan y Dutta, 2013).

Estudios realizados en bovinos de engorda indican que la adición de 0.3 % de extractos de taninos respecto de la MS de la dieta, mejoran el peso de la canal caliente (Camacho *et al.*, 2011; Montoya *et al.*, 2013a), la ganancia diaria y el peso final (Barajas *et al.*, 2011b; Barajas *et al.*, 2012; Barajas *et al.*, 2013; Montoya *et al.*, 2013b; Cervantes *et al.*, 2013). El objetivo del presente estudio fue medir la respuesta productiva de corderos en engorda al consumo de dietas adicionadas con 0.15, 0.30 y 0.45 % de extractos de taninos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación geográfica. El trabajo se realizó durante los meses de octubre a diciembre de 2013 en la Unidad de Investigación para Ovinos Mojolo - CAUAS210 (Cuerpo Académico de Producción y Salud Animal de la Universidad Autónoma de Sinaloa), ubicada en las instalaciones de Agrícola y Ganadera Mojolo, S.A. de C.V. en el poblado de Mojolo, Culiacán, Sinaloa, México. Ésta se localiza a 24°53'16" latitud norte y 107°25'03" longitud oeste y 46 msnm. De acuerdo a la información de la estación

meteorológica (Aguaruto) más cercana al lugar donde se realizó el estudio, la temperatura promedio máxima fue de 29.95 °C durante el verano y mínima de 19.9°C durante el invierno; y una humedad relativa promedio durante el año de 68.26 %, con máxima de 72.1 % durante el verano y mínima de 62.25 % durante la primavera (CIAD, 2015).

Diseño experimental y tratamientos. Se usaron 48 corderos de pelo (3/4 Katahdin x 1/4 Pelibuey) con una edad promedio de 70 ± 5 d de edad DE y peso de 21.3 ± 3.23 kg DE durante un periodo de 70 días, en un diseño de bloques completos al azar (Hicks, 1973), donde el criterio de bloqueo fue el peso inicial. Con base en el peso se conformaron cuatro bloques, los que en grupos de tres animales fueron asignados a uno de cuatro tratamientos y alojados en 16 corrales elevados con piso de plástico (1.5 x 1.6 m). Los tratamientos consistieron en: 1) Dieta a base de maíz-pasta de soya-paja de maíz (Cuadro 1), sin adición de extractos de taninos (ET) (Dieta testigo; n = 12); 2) Dieta testigo más la adición de 0.15 % de ET (ET 15; n = 12); 3) Dieta testigo más la adición 0.3 % de ET (ET 30; n = 12); y 4) Dieta testigo más la adición de 0.45 % de ET (ET 45; n = 12). El extracto se suministró a partir de una mezcla de taninos condensados e hidrolizables, obtenido de quebracho y castaños (Silvafeed-Bypro; SilvaTeam-Inudor, SA, Argentina).

Manejo de los animales. Los corderos fueron identificados con aretes de plástico numerados, se desparasitaron con ALBENDAPHORTE 2.5 % Co (Salud y Bienestar Animal®) con dosis de 3.8 mg/kg de peso vivo, vía oral, y se vacunaron contra *Mannheimia hemolityca* (One Shot, Zoetis ®). Los corderos fueron alimentados a libre acceso, ofreciendo un 5 % más de alimento con respecto al consumo del día anterior; la ración diaria fue servida y registrada todos los días a las 0800 horas, y el alimento sobrante fue pesado a las 0800 horas del día siguiente. Los corderos fueron pesados al inicio del experimento (día 1), al día 28 y al final del experimento (día 70). Con los datos de consumo voluntario de alimento y ganancia diaria de peso se obtuvo la conversión alimenticia.

Análisis estadístico. Los resultados fueron analizados con un ANDEVA ($P \leq 0.05$), para un diseño de bloques completos al azar (Hicks, 1973), utilizando al corral como la unidad experimental. El modelo matemático utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + \epsilon_{ijk}; \text{ donde:}$$

Y_{ijk} = variable de respuesta.

μ = media general de la variable estudiada.

β_i = efecto del i-ésimo bloque.

T_j = efecto del j-ésimo tratamiento.

y ϵ_{ijk} = error experimental o aleatorio.

Ingredientes	Proporción de MS de la dieta,%	
	Días 1 a 28	Días 29 a 70
Paja de maíz	14.96	7.49
Maíz entero	66.07	78.64
Harina de soya	16.20	11.23
Premezcla vitaminas y minerales ¹	2.77	2.64
	100 %	100 %
Composición		
MS, %	90.25	90.13
Proteína cruda, %	16.33	14.30
ENm, Mcal/kg	1.959	2.066
ENg, Mcal/kg	1.314	1.408

¹ Ganamin® ovinos engorda Total, cada 25,000 g contienen (Zn 30.00 g, Mn 20.00 g, Co 60.00 mg,I 610.00 mg, Se 100.00 mg, Na 4000.00 g, S 27.30 g, Mg 300.00 g, Bovatec (lasalocida sódica) 200.00 g, Vit. A 960,000 U.I., Vit. D. 300,000 U.I., Vit. E. 4500 U.I., ETQ/BHT 25.00 G, Urea 5,000.00 g.

Cuadro 1. Composición de la dieta (BS).

La comparación de la influencia del nivel de adición de ET en las variables del desempeño productivo de los corderos se realizó por análisis de polinomios ortogonales. Los resultados de mejora proporcional en la respuesta de ganancia de peso y conversión alimenticia se calcularon como proporción porcentual en relación a su respectivo testigo; a estos datos se analizaron por regresión polinómica. Todos los análisis se realizaron con el Paquete Estadístico Statistix®, versión 9.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La influencia del nivel de adición de extracto de taninos (ET) en la respuesta productiva de corderos en engorda se presenta en el Cuadro 2. La suplementación con ET tuvo una respuesta cuadrática en el peso final, en la GDP y en la CA ($P \leq 0.05$) de los corderos. La mejora en la ganancia de peso expresada como porcentaje en relación al testigo, fue descrita por la ecuación cuadrática (Figura I): $GDP, \% \text{ Testigo} = [-0.6561 + (12.416 \times \text{Taninos}) - (2.7535 \times \text{Taninos}^2)]$; ($R^2 = 0.59$; $P = 0.02$). Con base en ésta, se calculó que la mejor respuesta en la ganancia de peso (13.3 %) es esperable cuando el ET es adicionado en proporción equivalente al 0.23 % de la materia seca (MS) de la dieta.

	Nivel de extracto de taninos, % en la dieta MS				EEM ¹	Valor de P	Polinomios	
Variable	0	0.15	0.30	0.45			Lineal	Cuadrático
Corderos, n	12	12	12	12				
Corral, réplica, n	4	4	4	4				
Peso corporal, kg								
Día1	21.469	21.694	21.181	21.410	0.163	0.27	0.40	0.99
Día 28	27.253 ^a	27.906 ^a	26.928 ^a	27.297 ^a	0.492	0.59	0.72	0.79
Día 70	36.479 ^b	38.638 ^a	37.721 ^{ab}	36.804 ^{ab}	0.602	0.05	0.99	0.05
Ganancia diaria de peso, kg								
Días 1-28	0.207 ^a	0.220 ^a	0.205 ^a	0.210 ^a	0.018	0.91	0.95	0.79
Días 29-70	0.220 ^b	0.256 ^a	0.257 ^a	0.226 ^{ab}	0.009	0.05	0.62	0.02
Días 1-70	0.214 ^b	0.242 ^a	0.236 ^{ab}	0.220 ^{ab}	0.009	0.09	0.80	0.05
Consumo de materia seca, kg								
Días 1-28	0.870 ^a	0.867 ^a	0.849 ^a	0.889 ^a	0.029	0.80	0.77	0.48
Días 29-70	1.059 ^a	1.050 ^a	1.097 ^a	1.120 ^a	0.046	0.68	0.30	0.74
Días 1-70	0.987 ^a	0.980 ^a	1.002 ^a	1.073 ^a	0.038	0.77	0.39	0.64
Consumo/ganancia, (Kg Kg ⁻¹)								
Días 1-28	4.223 ^a	3.992 ^a	4.139 ^a	4.230 ^a	0.256	0.91	0.88	0.55
Días 29-70	4.905 ^a	4.089 ^b	4.322 ^{ab}	5.097 ^a	0.274	0.08	0.53	0.03
Días 1-70	4.608 ^{ab}	4.056 ^c	4.251 ^{bc}	4.752 ^a	0.112	0.02	0.26	< 0.01

¹Error Estándar de la Media; ^{a, b, c}, literales diferentes en la misma fila indica diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Cuadro 2. Influencia del nivel de extracto de tanino en la dieta de corderos en el crecimiento y finalización.

La mejora en la conversión alimenticia expresada como porcentaje en relación al testigo por la adición de ET, fue descrita por la ecuación (Figura II): CA, % Testigo = [0.3947 + (11.066 x Taninos) – (2.7201 x Taninos²)]; ($R^2 = 0.76$; $P < 0.01$), estimándose que la máxima mejora en conversión alimenticia se daría con la adición de 0.2 % de ET de la MS de la dieta, esperando una disminución del 11.6 % del alimento consumido para ganar 1 kg de peso corporal en relación teórica con el testigo.

La GDP mayor ($P = 0.02$) se obtuvo con el nivel de 0.15 % de ET, durante el periodo final del estudio (29-70 días), lo que se reflejó en una mejoría de 5.9 % ($P = 0.05$) en el peso final en los corderos. Al respecto, Barajas *et al.* (2011a) observó un incremento del 7 % en la GDP en borregos que consumieron dietas adicionadas con 0.3 % de ET. Por su parte, Montoya *et al.* (2013b) en un estudio realizado con toretes en engorda intensiva, observó una mejora en el peso final de 2.8 %, lo que representó 10 kg más de peso corporal al consumir alimento con 0.3 % de ET condensados.

La GDP se mejoró ($P = 0.09$) en 13 % durante todo el periodo de prueba (1 a 70 días), en el tratamiento con 0.15 % de ET. Estos resultados son similares a los obtenidos por Barajas *et al.* (2011a), quien observó una mejora del 12 % con un nivel de adición de 0.3 % de ET condensados. En otro estudio, realizado con toretes en engorda intensiva Barajas *et al.*, (2011b), encontró una respuesta similar (11 % de mejora) en la GDP, cuando se adicionó 0.32 % de ET a la dieta.

La mejora ($P = 0.02$) en la CA fue del 12 % en los corderos que consumieron dietas adicionadas con 0.15 % ET; en este sentido, Barajas *et al.* (2012) obtuvo una mejora del 10 % en toretes en engorda intensiva consumiendo dietas adicionadas con 0.33 % de ET.

Los resultados del presente estudio muestran que el consumo de dietas adicionadas con ET mejora la respuesta productiva de corderos, lo que sugiere que los taninos administrados a niveles de 0.15 % de la MS de la dieta disminuyen la degradación de la proteína en el rumen; esto puede deberse a la formación del complejo tanino-proteína inducida por el pH ruminal, lo que evita la acción enzimática de los microorganismos presentes en el rumen sobre la proteína, favoreciendo que ésta fluya sin modificaciones al abomaso; donde este complejo se disocia por efecto del pH ácido (3.5) y a nivel de duodeno por el pH alcalino (8), lo que permite que la proteína se degrade por las enzimas presentes y los aminoácidos sean absorbidos a nivel intestinal (Min *et al.*, 2006); al respecto se ha sugerido que los taninos disminuyen la degradación de la proteína en el rumen (Jayanegara y Palupi, 2010), mejorando la utilización del nitrógeno y el desempeño productivo de los rumiantes (Min *et al.*, 2003; Min *et al.*, 2005; Min *et al.*, 2006; Min *et al.*, 2012; Min *et al.*, 2015). La inhibición de la degradación de la proteína por parte de las bacterias ruminantes se debe a la formación de complejos taninos-enzimas microbianas (Patra y Saxena, 2010); así como por la disminución del crecimiento de cepas bacterianas en el rumen (Min *et al.*, 2005). Estos efectos pueden ser explicados por la formación de puentes de hidrógeno, debido a la afinidad entre los grupos hidroxilos de los taninos y los grupos carbonilos de los péptidos (Patra y Saxena, 2010).

La formación de complejos tanino-proteína a nivel ruminal, puede dar como resultado un mayor aporte de proteína metabólica (PM), dado que la PM a partir de la proteína cruda

(PC) microbiana es equivalente al 64 % de la misma; en tanto que el aporte de PM de la PC de la dieta, que no fue degradada en el rumen, equivale a un 80 % (NRC, 2007); este aumento en la PM que llega al intestino delgado se traduce en una mayor disponibilidad de aminoácidos, que pueden ser utilizados para la síntesis de proteína y formación de tejido por el animal (Barry y McNabb, 1999).

En contra parte, los corderos que recibieron dietas suplementadas con 0.45 % de ET, mostraron valores muy cercanos al Testigo, y por debajo de la respuesta en la GDP de los corderos que recibieron niveles menores 0.30 % de ET en la dieta, tal cual fue descrito en la respuesta cuadrática; por lo que niveles superiores al 0.23 % de ET en la dieta, puede incrementar la formación de complejos taninos-proteína, disminuyendo la disponibilidad de proteína degradable para el crecimiento microbiano a nivel ruminal; provocando un menor aporte de proteína microbiana al intestino (NRC, 2007). También se ha descrito que los taninos condensados tienen la capacidad de formar complejos con las proteínas en condiciones de pH ligeramente ácidas (Mutabarukaa *et al.*, 2007).

Se ha sugerido que dietas conteniendo alrededor de 80 % de maíz, como las ofrecidas en el presente estudio, inducen un pH intestinal ácido (Gressley *et al.*, 2011; Fredin *et al.*, 2014), y por lo tanto, favorecen la formación de complejos tanino-proteína. También se ha informado, que cuando existe la presencia de taninos en el alimento, en cantidades suficientes, estos pueden formar complejos con las enzimas digestivas (Mandal y Ghosh, 2010), así como con las proteínas de membrana de las células del epitelio intestinal, interfiriendo en la digestión y absorción de nutrientes (Cowan, 1999; Sharma *et al.*, 2009; Barbehenn y Constabel, 2011).

El consumo de MS no fue afectado por los tratamientos ($p > 0.20$), resultado esperado; ya que se ha sugerido que niveles de taninos inferiores al 3 % de la MS de la dieta no afectan el consumo voluntario de los rumiantes (Bengaly *et al.*, 2007); y que se requieren niveles de taninos superiores al 4 % de la MS, para hacer evidente una disminución en el consumo de alimento (Solaiman *et al.*, 2010). Ante la ausencia de efecto de los taninos en el consumo de MS, la conversión alimenticia (Consumo/ganancia) mostró un comportamiento similar al que se observó en la ganancia de peso.

En el experimento completo, la conversión alimenticia (CA) presentó un comportamiento cuadrático ($P < 0.01$), como se mencionó con anterioridad, en el que los corderos que recibieron los tratamientos con 0.15 y 0.3 % de ET, requirieron de 12 y 8 % menos alimento, respectivamente, por cada kg de incremento de peso, en relación a los corderos del grupo Testigo; en tanto, que los corderos que recibieron 0.45 % de ET suplementario presentaron valores de CA más elevados que los alimentados con niveles de 0.15 y 0.3 % y cercanos a los que se observaron en el grupo Testigo; lo que implica, que la inclusión

ET a la dieta por encima de 0.3 %, disminuye la eficiencia alimenticia a valores cercanos a los que se esperarían sin la inclusión de los ET.

Los resultados del presente estudio sugieren la suplementación de las dietas con niveles entre 0.15 a 0.3% de ET, mejoran la respuesta productiva de los corderos en engorda, lo que puede ser atribuible al efecto protector de los taninos sobre la degradación de las proteínas de la dieta en el rumen; en tanto que dosis mayores pudieran interferir en la disponibilidad de aminoácidos para la síntesis de tejidos corporales.

CONCLUSIÓN

La adición de extracto de tanino a la dieta mejora de forma cuadrática la productividad de los corderos en engorda, y el mejor nivel de adición del extracto de taninos es en una proporción cercana al 0.2 % de la materia seca de la dieta.

LITERATURA CITADA

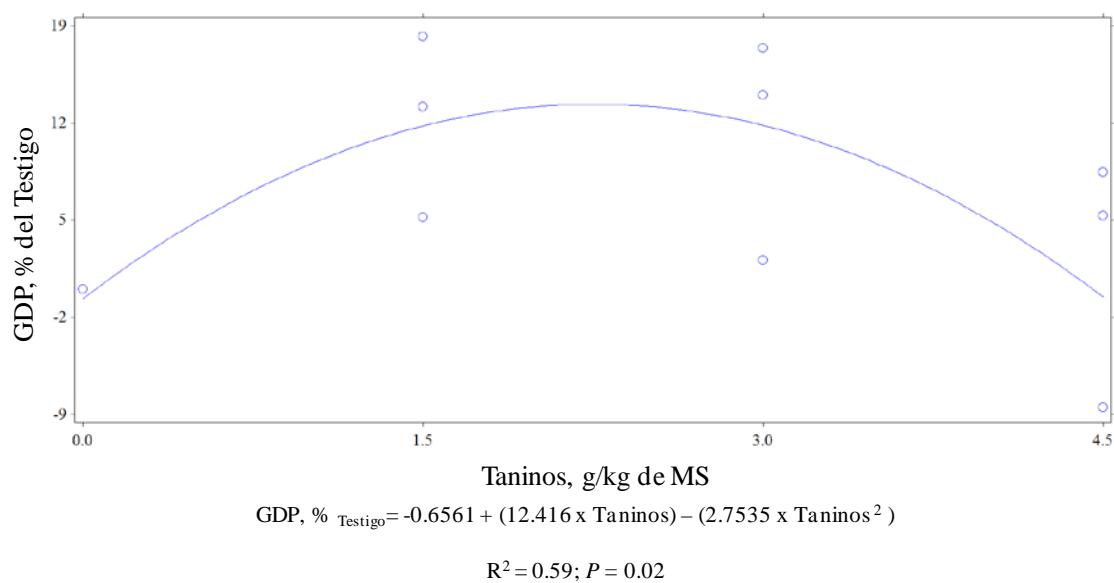
BARAJAS R, Cervantes BJ, Espino MA, Camacho A, Verdugo M, Flores LR, Lomeli JJ, Romo JA. Effect of tannins extract supplementation on feedlot performance and plasma urea nitrogen of yearling bulls fed dry-ground corn-based diets containing corn-DDG and cane molasses. *Journal of Animal Science* 2012; Vol. 90 (Suppl. 3):600.
<http://www.jtmtg.org/JAM/2012/abstracts/593.pdf>

BARAJAS R, Cervantes BJ, Camacho A, Verdugo M, Espino MA, Flores LR, Romo JA, Velazquez EA, Lomeli JJ. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on feedlot-performance of bulls. *Journal of Animal Science*. 2011b; Vol. 89 (E-Suppl.1):615. www.jtmtg.org/JAM/2011/abstracts/0611.PDF

BARAJAS R, Cervantes BJ, Espino MA., Camacho A, Verdugo M, Flore LR, Romo JA. Interaction of tannin extract and zilpaterol hydrochloride supplementation on feedlot performance of bulls. *Journal of Animal Science*. 2013; 91 (E-Suppl. 2):8. <http://www.jtmtg.org/JAM/2013/abstracts/5.pdf>

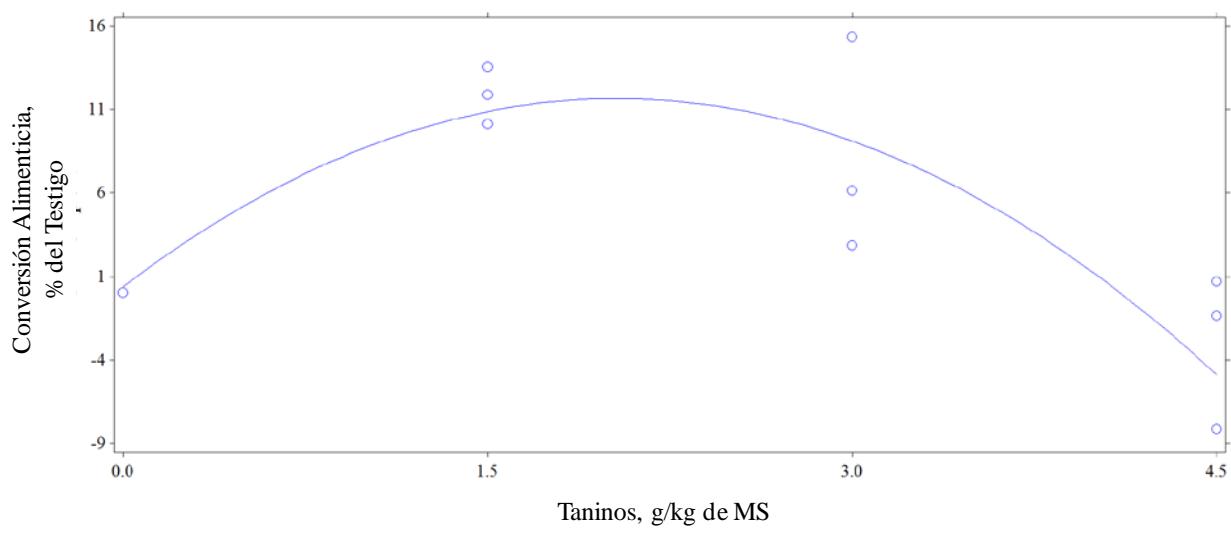
BARAJAS R, Ortiz B, Camacho A, Villalba NE, Flores LR, Lomeli JJ, Romo JA. Influence of additional tannins-extract level on feedlot-performance of finishing lambs. *Journal of Animal Science*. 2011a; Vol. 89 (Suppl. 1):651. www.jtmtg.org/JAM/2011/abstracts/0611.PDF

BARBEHENN RV, Constabel PC. Tannins in plant-herbivore interactions. *Phytochemistry*. 2011; 72 (13):1551–1565. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.01.040>.



Valores expresados como proporción porcentual de la mejora en relación con su respectivo Testigo.

Figura I. Influencia del nivel de adición de extracto de taninos a la dieta en la ganancia de peso de corderos en engorda.



Valores expresados como proporción porcentual de la mejora en relación con su respectivo Testigo.

Figura II. Influencia del nivel de adición de extracto de taninos a la dieta en la conversión alimenticia de corderos en engorda.

BARRY TN, McNabb WC. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. British Journal of Nutrition. 1999; 81:263-272. <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114599000501>

BENGALY K, Mhlongo S and Nsahlai I V. The effect of wattle tannin on intake, digestibility, nitrogen retention and growth performance of goats in South Africa. *Livestock Research for Rural Development*. 2007; 19 (Article #50). <http://www.lrrd.org/lrrd19/4/beng19050.htm>

BUNGLAVAN SJ, Dutta N. Use of Tannins as Organic Protectants of Proteins in Digestion of Ruminants. Journal of Livestock Science. 2013; 4:67-77. http://livestockscience.in/wp-content/uploads/Buglavan_tannin.pdf

CAMACHO A, Cervantes BJ, Espino MA, Verdugo M, Flores LR, Romo JA, Barajas R. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on carcass characteristics of bull-calves. Journal of Animal Science. 2011; Vol. 89 (Suppl.1):651. www.jtmtg.org/JAM/2011/abstracts/0611.PDF

CERVANTES BJ., Camacho A, Vazquez JA, Espino MA, Heras TJ, Flores LR., Lomeli JJ, Barajas R. Influence of tannins extract supplementation on feedlot performance and plasma urea nitrogen of nonimplanted growing heifers. Journal of Animal Science. 2013; 91 (E-Suppl.2):7. <http://www.jtmtg.org/JAM/2013/abstracts/5.pdf>

CIAD. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Unidad Culiacán. Sistema Estadístico del Clima Automatizado de Sinaloa. 2015. <http://187.141.135.166/CIAD/DatosPorPeriodoNuevo.aspx>

COWAN MM. Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews. 1999; 12 (4):564-582. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10515903>

FREDIN SM, Ferrareto LF, Akins MS, Hoffman PC, Shaver RD. Fecal starch as an indicator of total-tract starch digestibility by lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 2014; 97(3):1862- 1871. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7395>

FRUTOS P, Hervás G, Giráldez FJ, Mantecón AR. Review. Tannins and ruminant nutrition. Spanish Journal of Agricultural Research. 2004; 2 (2):191-202.

GRESSLEY TF, Hall MB, Armentano LE. RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Productivity, digestion, and health responses to hindgut acidosis in ruminants¹. Journal of Animal Science. 2011; 89:1120–1130. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2010-3460>

HICKS CR. Fundamental concepts in the design of experiments. Holt, Rinehart and Winston, New York, USA. 1973. ISBN 0-03-080132-x.

<http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2004022-73>

JAYANEGARA A, Palupi E. Condensed Tannin Effects on Nitrogen Digestion in Ruminants: A Meta-analysis from in Vitro and in Vivo Studies. Media Peternakan. 2010; 33(3):176-181. <http://dx.doi.org/10.5398/medpet.2010.33.3.176>

MANDAL S, Ghosh K. Inhibitory effect of Pistia tannin on digestive enzymes of Indian major carps: an in vitro study. Fish Physiology and Biochemistry. 2010; 36(4):1171–1180. <http://dx.doi.org/10.1007/s10695-010-9395-6>

MIN BR, Attwood GT, McNabb WC, Molan AL, Barry TN. The effect of condensed tannins from *Lotus corniculatus* on the proteolytic activities and growth of rumen bacteria. Animal Feed Science and Technology. 2005; 121: 45–58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.02.007>

MIN BR, Hernandez K, Pinchak WE, Anderson RC, Miller JE, Valencia E. Effects of Plant Tannin Extracts Supplementation on Animal Performance and Gastrointestinal Parasites Infestation in Steers Grazing Winter Wheat. Open Journal of Animal Sciences. 2015; 5:343-350. <http://dx.doi.org/10.4236/ojas.2015.53038>

MIN BR, Solaiman S, Gurung N, Behrends J, Eun JS, Taha E, Rose J. Effects of pine bark supplementation on performance, rumen fermentation, and carcass characteristics of Kiko crossbred male goats. Journal of Animal Science. 2012; 90:3556-3567. <http://dx.doi.org/10.2527/jas2011-4931>

MIN RB, Pinchak WE, Anderson RC, Fulford JD, Puchala R. Effects of condensed tannins supplementation level on weight gain and in vitro and in vivo bloat precursors in steers grazing winter wheat. Journal of Animal Science. 2006; 84:2546-2554. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2005-590>

MIN, B.R., Barry, T.N., Attwood, G.T. and McNabb, W.C. The Effect of Condensed Tannins on the Nutrition and Health of Ruminants Fed Fresh Temperate Forages: A Review. Animal Feed Science and Technology. 2003; 105:3-19. [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00041-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00041-5)

MONTOYA A, Bermúdez JJ, Barajas R. Influence of tannins extract and organic chromium supplementation on feedlot performance. Journal of Animal Science. 2013b; 91 (E-Suppl.2):7-8. <http://www.jtmtg.org/JAM/2013/abstracts/5.pdf>.

MONTOYA A, Espino MA, Cervantes BJ, Verdugo M, Barajas R. Influence of tannins extract and organic chromium supplementation on carcass characteristics of finishing bulls. Journal of Animal Science. 2013a; 91 (E-Suppl.2):7. <http://www.jtmtg.org/JAM/2013/abstracts/5.pdf>

MUTABARUKAA R, Hairiahb K, Cadischa G. Microbial degradation of hydrolysable and condensed tannin polyphenol–protein complexes in soils from different land-use histories. *Soil Biology & Biochemistry*. 2007; 39:1479–1492.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.12.036>

NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants. The National Academies Press. Washington, D.C. 2007. ISBN0-309-10213-8.

PATRA AK, Saxena J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010; 91 (1):
<http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.4152>

SHARMA HC, Sujana G, Rao DM. Morphological and chemical components of resistance to pod borer, *Helicoverpa armigera* in wild relatives of pigeonpea. *Arthropod Plant Interactions*. 2009; 3:151–61. <http://dx.doi.org/10.1007/s11829-009-9068-5>.

SIAP. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. 2015.
http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/indexnal.jsp

SOLAIMAN S, Thomas J, Dupre Y, Min BR, Gurung N, Terrill TH. Effect of feeding sericea lespedeza hay on growth performance, blood metabolites, and carcass characteristics of Kiko crossbred male kids. *Small Ruminant Research*. 2010; 93:149–156.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.05.015>