

EVALUACIÓN DEL FRIJOL TERCIOPELO (*Stizolobium deeringianum*) REMOJADO, EN DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO

Evaluation of soaked velvet bean (*Stizolobium deeringianum*) in diets of growing pigs

B Ruíz-Sesma ✉, FR Belmar-Casso, P Mendoza-Nazar, JA Rivera-Lorca, W Trejo-Lizama, JG Herrera-Haro, RI Rojas-Martínez, MA Oliva-Llaven, GU Bautista-Trujillo, M Pérez-Sato

(BRS) Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas. Rancho San Francisco km 8 Carretera Ejido Emiliano Zapata, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. CP 29000. Tel: (961) 6716075. brsesma@colpos.mx; brsesma@prodigy.net.mx
(PMN)(MAOLL)(GUBT) Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma de Chiapas
(FRBC)(WTL) Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma de Yucatan
(JGHH)(RIRM) Colegio de postgraduados-Campus Montecillo
(JARL) Instituto Tecnológico de Conkal-Campus Unico
(MPS) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Ciencias Naturales

Artículo recibido: 2 de junio de 2008, **aceptado:** 1 de agosto de 2009

RESUMEN. La planta de frijol terciopelo (FT) (*Stizolobium deeringianum*) es ampliamente utilizada en el trópico como cultivo de cobertura. El grano de FT tiene un alto contenido de proteína, y contiene sustancias tóxicas que pueden ser destruidas con el remojo. Es poca la información que existe sobre el uso de FT en la nutrición de cerdos. El objetivo del presente trabajo fue examinar el efecto del FT con y sin tratamiento de remojo en el comportamiento de cerdos en crecimiento. Los tratamientos (T) fueron: T1 Testigo, T2 25 % de inclusión en la dieta de FT sin remojo, T3 25 % de FT remojado por 24 h con una relación agua semilla 4:1, T4 lo mismo que el T3 más el 4 % de cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en base al peso de la semilla. El contenido de fenoles totales fue de 93.07, 61.83 y 19.51 g kg^{-1} para T2, T3 y T4 respectivamente. Las dietas utilizadas fueron isoproteicas e isoenergéticas, con 15 % de PC y 3.2 Em Mcal kg^{-1} . Se utilizaron 20 cerdos en crecimiento de cruce comercial distribuidos en un diseño de bloques al azar. Las variables evaluadas fueron consumo de alimento (CA), ganancia de peso (GP) y conversión alimenticia (ca) por 28 días. Los consumos diarios de alimento fueron 2.218^b, 1.472^c, 2.476^a y 2.476^a, las ganancias de peso diario de 0.724^a, 0.314^b, 0.652^a y 624^a y las conversiones alimenticias de 3.06^a, 4.69^b, 3.72^a y 3.97^{ab} para T1, T2, T3 y T4 respectivamente. El remojo del FT incrementó en 65 % el consumo de alimento y en 108 % la ganancia de peso, y mejoró en 21 % la conversión alimenticia, en comparación con T2, presenta el 9 %, -10 % y -22 % en el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia respectivamente. Se concluye que los efectos negativos del FT crudo sobre la productividad de los cerdos pueden ser parcialmente eliminados mediante el remojo, mejorando el comportamiento animal. El FT muestra potencial para ser incluido en la dieta de cerdos, pero se requiere realizar más evaluaciones, como por ejemplo: contenido de proteína verdadera, digestibilidad y nivel máximo de inclusión.

Palabras clave: Frijol terciopelo, cerdos, remojo.

ABSTRACT. Velvet bean (FT) (*Stizolobium deeringianum*) is widely used in the tropics as a cover crop. Velvet bean seeds are high in proteins and contain toxic substances that may be destroyed by soaking. Little data is available on the use of FT seeds in pig nutrition. The purpose of this study was to examine the effect of FT seeds with and without soaking on the growth of pigs. Dietary treatments (T) were: T1 control, T2 including 25 % of non-soaked FT, T3 including 25 % of FT soaked for 24 h at a water:seed ratio of 4:1, T4 same as T3 plus 4 % of lime ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) based on the weight of the seeds. Total phenol content was 93.07, 61.83 and 19.51 g/kg for T2, T3 and T4, respectively. Diets were isoproteic and isocaloric, with 15 % PC and 3.2 Mcal ME kg^{-1} . Twenty crossbred growing pigs were used in the study. Treatments were distributed in a completely randomised block design. The evaluated variables were feed consumption (CA), weight gain and feed conversion at 28 days. Feed consumption was 2.218^b, 1.472^c, 2.476^a and 2.476^a kg/day, weight gain was 0.724^a, 0.314^b, 0.652^a and 624^a kg/day, and feed conversion was 3.06^a, 4.69^b, 3.72^a and 3.97^{ab} for T1, T2, T3 and T4, respectively. Soaking of FT seeds increased feed consumption 65 % and weight gain

108 %, and improved feed conversion by 21 %, in comparison with T2. Comparing with T1, the soaked FT presented a 9 %, -10 % and -22 % change in feed consumption, weight gain and feed conversion, respectively. It is concluded that the negative effects of raw FT on pig productivity can be partly overcome by soaking. FT shows potential as an ingredient in pig diets, but more evaluations are needed on the content of real proteins, digestibility, and maximum level of inclusion.

Key words: Velvet bean, pigs, soaking.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones socioeconómicas y tecnológicas de los países del tercer mundo, no permiten el desarrollo de una producción animal que sea creciente y sostenible, esto debido a que se siguen los modelos productivos transferidos de países desarrollados (Corzo *et al.* 2004), por ejemplo, para estos la fuente de energía y proteína para la producción animal es aportado principalmente por maíz, sorgo y soya, este mismo insumo es utilizado por los países en vía de desarrollo, provocando con esto que exista una fuga de divisas al importar dicho insumo. Por otro lado en México el maíz es un grano básico de la alimentación humana (Lopez *et al.* 2008), por lo tanto este grano no puede utilizarse en la alimentación animal, sin embargo, existen otras alternativas ya que el trópico cuenta con una gran variedad de plantas, que por su velocidad de crecimiento, aportan una cantidad de biomasa suficiente para suplir parte de las necesidades nutricionales, tanto proteicas como energéticas en la alimentación de animales no rumiantes, un ejemplo de estas plantas lo constituye el frijol terciopelo o mucuna (*Stizolobium deeringianum*). El frijol terciopelo es un producto cosechado por la mayoría de los productores de subsistencia de todo el mundo, es una planta que cada vez está más utilizada bajo las condiciones de agricultura sustentable. Es muy prolífera y produce buenas cantidades de semillas, sin embargo el uso principal que se le ha dado es cultivo de cobertura y abono verde (Pool *et al.* 1998), la semilla producida no se ha aprovechado en la alimentación animal a pesar de tener buen contenido de nutrimentos, el valor nutritivo se ha estudiado poco, especialmente en aves y cerdos, esto posiblemente se debe a que esta semilla tiene una variedad de factores tóxicos. Por otro lado, los no rumiantes (cerdos y aves

principalmente) pueden adaptarse fácilmente a diferentes esquemas de manejo y alimentación, como es el sistema de producción de traspatio (Rejón *et al.* 1996), sin embargo en estos sistemas son alimentados principalmente con insumos convencionales, parte de estos son granos utilizados en la dieta del hombre, esto hace que exista una competencia por el alimento, por lo tanto, es necesario el estudio de granos no convencionales con la finalidad de buscar alternativas de alimentación y evitar la competencia, con base en estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo fue; evaluar el efecto de la inclusión del grano de frijol terciopelo con y sin tratamiento en la dieta de cerdos sobre su comportamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la caseta experimental de cerdos, del Departamento de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), la caseta tiene un área de 216 m², se encuentra orientada en sentido oriente-poniente. El material del cual está construida es; cemento, malla metálica y el techo de lámina de asbesto, cuenta con luz eléctrica y agua de pozo. Tiene 20 corrales de 4 m x 2 m, por corral, estos cuentan con bebederos de chupón y comederos de lámina. Se utilizaron 20 cerdos de cruce comercial (machos castrados y hembras), agrupados en bloques de acuerdo al peso vivo, los bloques estuvieron formados por cuatro cerdos, el peso vivo promedio por bloque fue; 46.5 ± 0.9; 42.7 ± 2.6; 41.2 ± 1.6; 36.6 ± 2.0; 36.5 ± 1.6. Los animales fueron alojados individualmente en corrales. Se utilizaron tres hembras y dos machos por tratamiento. El grano de frijol terciopelo utilizado fue cosechado en la Facultad de Medicina Veterinaria

y Zootecnia, de la Universidad Autónoma de Yucatán. La semilla que provenía de una misma fuente, fue quebrada en un molino de martillo con una criba de 0.5 cm, el total de la semilla se dividió en tres partes. Una parte de la semilla sin tratamiento se paso nuevamente por el molino con una criba de 3 mm y posteriormente se incluyó en la dieta. Otro tanto fue remojada con agua en un recipiente con una relación agua:semilla 4:1, el proceso de remojado fue de 24 h, se filtro en una malla de 1 mm y posteriormente se seco en una estufa a 60 °C por 48 h, posteriormente se molió en un molino de martillo con una criba de 3 mm para ser incluido en la dieta del tratamiento remojado. La última parte de la semilla recibió el mismo proceso que el anterior pero en al momento de remojarlo se adicione el 4 % de cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) con base al peso de la semilla. Los tratamientos quedaron de la siguiente manera; T1 = testigo, T2 = Frijol terciopelo sin tratar, T3 = Frijol terciopelo quebrado y remojado por 24 horas y T4 = Frijol terciopelo quebrado y remojado con 4 % de cal en base al peso de la semilla. La dieta utilizada y su composición química calculada (Tabla 1) se formularon de acuerdo los requerimientos propuestos por el NRC (1998). Las dietas se suministraron en forma de harina y se proporcionaron *ad libitum*, fueron isoproteicas e isoenergéticas. El cálculo de la energía del frijol terciopelo se hizo en base a los datos reportados por De Souza *et al.* (1991). Donde se asumió el mismo valor energético para el frijol sin tratar y el tratado.

Las variables evaluadas fueron: consumo voluntario, ganancia de peso y conversión alimenticia (CA) durante 30 días. El consumo voluntario se evaluó de la siguiente manera; se le proporcionó una cantidad conocida (kg) de alimento diario a cada cerdo y transcurridos siete días se pesó el rechazo, la sumatoria de la cantidad de alimento proporcionado menos los rechazos entre el número de días evaluado, fue tomado como el consumo alimenticio en $\text{kg cerdo}^{-1} \text{ día}^{-1}$. La ganancia de peso $\text{kg cerdo}^{-1} \text{ día}^{-1}$, se midió pesando los cerdos al inicio del experimento y al final de este, la diferencia de el peso final menos el peso inicial entre el número de días de la prueba fue tomado como ganancia diaria. La conversión alimenticia se obtuvo dividiendo

el consumo voluntario entre ganancia de peso. Las formulas utilizadas para la medición de las variables son las siguientes; el análisis proximal se realizó con base a las técnicas descritas por AOAC (1980). Los fenoles totales fueron cuantificados por la técnica de Azul de Prusia (Price *et al.* 1980). Se utilizó un diseño de bloques al azar con 5 repeticiones por tratamiento; los resultados de las variables (ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de Tukey (Steel *et al.* 1997), el procesado de los datos se realizó con el paquete estadístico SAS V 6 (1986).

RESULTADOS

Durante el experimento no se registraron muertes, ni comportamientos anormales en los cerdos. Un cerdo del T3 fue excluido del experimento por presentar problemas de salud, lo cual no fue atribuido a la dieta evaluada. Se puede apreciar en la Tabla 1 que no existieron diferencias en la composición química de las dietas utilizadas, aunque no se realizó un análisis estadístico para ver las diferencias, aritméticamente son aparentemente similares. En general, el análisis químico de la semilla de frijol terciopelo con y sin tratamiento no mostró cambios significativos en el contenido de nutrientes (Tabla 2). El contenido de fenoles totales del frijol terciopelo remojado y remojado con cal se redujo 34 y 79 %, respectivamente en relación al contenido del grano no tratado (Tabla 2).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia se muestran en la Tabla 3. En este se puede apreciar que el tratamiento aplicado al frijol terciopelo tuvo un efecto sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia ($p < 0.05$).

El consumo de alimento de los animales que recibieron frijol terciopelo sin tratamiento (T2) se redujo 34 % aproximadamente con respecto al testigo ($p < 0.05$), sin embargo, los animales que recibieron frijol terciopelo tratado (T3 y T4) presentaron los mayores consumos ($p < 0.05$) sobre T1 y T2. Los animales alimentados con la dieta conteniendo

Tabla 1. Dietas utilizadas en los tratamientos y su composición química calculada. FT = Frijol Terciopelo. EM = Energía Metabolizable. PC = Proteína cruda. MS = Materia seca. MO = Materia orgánica. EE = Extracto etéreo. ELN = Extracto libre de nitrógeno. FC = Fibra cruda. Ruiz et al. 1999.

Table 1. Diets used in the treatments and the calculated chemical composition. FT = velvet bean. EM = metabolisable energy. PC = crude protein. MS = dry matter. MO = organic matter. EE = ethereal extract. ELN = nitrogen free extract. FC = crude fiber. Ruiz et al. 1999.

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4
Pasta o Torta de soya	19.04	7.57	7.57	7.57
Sorgo	76.99	62.80	62.80	62.80
FT	0	25	25	25
Aceite	0.93	1.47	1.47	1.47
Lisina	0.06	0.03	0.03	0.03
Metionina	0	0	0	0
Calcio	1.07	0.97	0.97	0.97
Ortofosfato	0.90	1.14	1.14	1.14
Tixolex	0.12	0.12	0.12	0.12
Sal	0.27	0.27	0.27	0.27
Minerales	0.05	0.05	0.05	0.05
Vitaminas	0.25	0.25	0.25	0.25
Carbadox	0.30	0.30	0.30	0.30
Análisis calculado				
EM Mcal kg ⁻¹	3.20	3.20	3.20	3.20
PC %	15	15	15	15
Lisina %	0.75	0.75	0.75	0.75
Met + Cis %	0.5	0.41	0.41	0.41
Calcio %	0.63	0.63	0.63	0.63
Fósforo %	0.54	0.54	0.54	0.54
Fibra %	3.56	3.60	3.60	3.60
Cobre ppm	3.08	6.51	6.51	6.51
Colina %	0.11	0.06	0.06	0.06
Composición química de las dietas utilizadas				
PC (%)	15.66	14.34	14.43	15.12
MS (%)	89.13	89.51	89.85	89.94
MO (%)	94.94	95.28	95.15	94.61
Cenizas (%)	5.06	4.72	4.85	5.39
EE (%)	3.19	4.47	4.46	4.62
ELN (%)	76.09	76.47	76.26	74.87
FC (%)	3.04	5.56	4.95	5.30

frijol terciopelo sin tratar presentaron una depresión de 57 % en la ganancia de peso con respecto al testigo ($p < 0.05$), los animales que consumieron dietas con frijol tratado tuvieron una ganancia de peso estadísticamente igual al testigo ($p > 0.05$). La conversión alimenticia de los animales que consumieron frijol terciopelo sin tratar en la dieta fueron menores al testigo ($p < 0.05$). Los animales que consumieron frijol terciopelo tratado en su dieta presentaron 25.6 % menor conversión alimenticia que el testigo, aunque estadísticamente no hubo diferencias signifi-

ficativas. Durante el desarrollo del experimento se observó que la orina de los cerdos alimentados con frijol terciopelo se tornaba color oscuro a los pocos segundos de ser excretada, con base a esto se recolectó orina de los cerdos alimentados con diferentes dietas y mediante la técnica de azul de prusia se tuvo la siguiente observación (Figura 1).

En la Figura 1, se aprecia que la orina de los cerdos alimentados con grano de frijol terciopelo sin tratar (T2) era más oscura seguido del tratamiento de remojado (T3) y por último el tratamiento de

Tabla 2. Composición química y contenido de fenoles totales de la semilla de frijol terciopelo con y sin tratamiento. PC = Proteína cruda, MS = Materia seca, MO = Materia orgánica, EE = Extracto etéreo, ELN = Extracto libre de nitrógeno, FC = Fibra cruda. Ruiz *et al.* 1999.

Table 2. Chemical composition and content of total phenols in velvet bean seed with and without treatment. PC = crude protein. MS = dry matter. MO = organic matter. EE = ethereal extract. ELN = nitrogen free extract. FC = crude fiber. Ruiz *et al.* 1999.

	PC (%)	MS (%)	MO (%)	Cenizas (%)	EE (%)	ELN (%)	FC (%)	Fenoles totales (g kg ⁻¹)
Sin Tratar	22.01	92.22	96.51	3.49	3.86	70.64	11.0	61.4
Remojada	23.57	93.11	97.10	2.90	3.08	70.45	13.7	44.3
Remojada con 4% cal	21.66	91.05	94.31	5.69	3.47	69.18	15.8	15.7

remojado con cal (T4) fue el más claro y similar a la dieta testigo (T1).

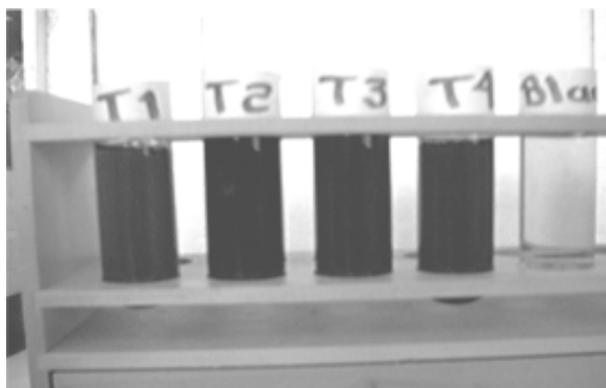


Figura 1. Colores obtenidos de las orinas después de aplicar los reactivos de la técnica de azul de prusia. Ruiz *et al.* 1999.

Figure 1. Urine colours obtained after the "Prussian blue" assay. Ruiz *et al.* 1999.

DISCUSIÓN

El análisis proximal del grano de frijol terciopelo utilizado en esta prueba coincide con valores reportados por varios investigadores (Duke 1981; Parr 1988; De Souza *et al.* 1991; Trejo 1998; Del Carmen *et al.* 1999; Corzo *et al.* 2000; Ayala *et al.* 2003; Bressani & Lau-Vargas 2003; Ruiz *et al.* 2006a; 2006b; Guzmán *et al.* 2008). El tratamiento aplicado al frijol terciopelo no provocó cambios significativos en su composición química, en el caso de la proteína pudo deberse a que la mayoría de las leguminosas son ricas en la fracción de proteína globular caracterizándose esta por su insolubilidad de agua

(Maynard *et al.* 1981; McDonald *et al.* 1995; Bressani & Lau-Vargas 2003; Ruiz *et al.* 2006a; 2006b; Guzmán *et al.* 2008). El remojar al frijol terciopelo provoca una disminución en la concentración de fenoles totales, esto indica que parte de los fenoles y otros factores antinutricionales que contiene el grano son hidrosolubles. La reducción de fenoles totales libres en el frijol terciopelo tratado coincide con lo encontrado por Trejo (1998) y Vijayakumari *et al.* (1996) quienes reportan una reducción de fenoles con el simple hecho de remojar de 59 y 47% respectivamente. El remojar el frijol terciopelo en una solución alcalina (agua con cal (Ca(OH)₂) disminuye la concentración de fenoles totales hasta en un 80%. Esto coincide con Vijayakumari *et al.* (1996) que reportan una mayor reducción fenoles totales al remojar las semillas de frijol terciopelo en una solución de bicarbonato de sodio en comparación con el remojado con agua, por otro lado McLeod (1974) menciona que los taninos tienen mayor solubilidad cuando el pH es alcalino. Por su parte Makkar (1993) encontró que el tratamiento con álcalis reduce el contenido de taninos. La disminución en mayor grado de la concentración de fenoles totales de este tratamiento con respecto al remojado, puede deberse a que el calcio se encuentra dentro del grupo de activadores metálicos de las enzimas, y este participa directamente en la catálisis experimentando un cambio de valencia en el proceso de oxidación-reducción y la hidroxilación del anillo bencénico de los aminoácidos aromáticos, por lo tanto, este provocó una mayor oxidación de los fenoles totales. Lehninger (1995) menciona que las metaloenzimas actúan sobre los aminoácidos aromáticos mediante oxidaciones complejas que comprenden la oxidación

Tabla 3. Comportamiento de cerdos alimentados con 25 % de inclusión en la dieta de frijol terciopelo con y sin tratamiento. ^{abc} Medias sin letras en común difieren significativamente a $p < 0.05$. E.E. Error Estándar de diferencia entre medias. Ruiz *et al.* 1999.

Table 3. Performance of pigs fed diets including 25 % of velvet bean seeds with and without treatment. ^{abc} Media without same letters differ significantly at $p < 0.05$. S.E. standard error of the difference between media. Ruiz *et al.* 1999 .

	Tratamientos				E.E.
	T1	T2	T3	T4	
Consumo de alimento $\text{kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$	2.218 ^b	1.472 ^c	2.427 ^a	2.476 ^a	0.21
Ganancia de peso $\text{kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$	0.724 ^a	0.314 ^b	0.652 ^a	0.624 ^a	0.10
Conversión alimenticia	3.06 ^a	4.69 ^b	3.72 ^a	3.97 ^{ab}	0.53

del anillo bencénico, así como la descarboxilación, oxidación y emigración de la cadena lateral. Mohar (1990) menciona que los metales pueden variar las constantes de equilibrio de las reacciones enzimáticas, desplazándolas hacia un lado o hacia otro, o cambiar la forma de la parte proteica de la enzima al unirse con un punto alejado de los centros activos, pero que al modificar la estructura terciaria, cambiaría la acción de la misma.

El bajo consumo voluntario de los animales que recibieron frijol terciopelo sin tratar con respecto al control, podría deberse a que el frijol terciopelo tiene factores antinutricionales que provocan una disminución en el comportamiento animal. Trejo (1998), Del Carmen *et al.* (1999), Etèca *et al.* (1999), Bressani & Lau-Vargas (2003), Ruiz *et al.* (2006 a), Ruiz *et al.* (2006b), Guzmán *et al.* (2008), mencionan y coinciden que el grano de frijol terciopelo sin tratar presenta un consumo bajo con respecto al control. El bajo consumo presentado por este tratamiento posiblemente se deba al contenido de fenoles totales de la dieta, ya que estos compuestos afectan directamente el consumo, McLeod (1974), Elias *et al.* (1979), Makkar *et al.* (1987), Ruiz *et al.* (2006a), Ruiz *et al.* (2006b), Guzmán *et al.* (2008) mencionan que los taninos reducen el consumo alimenticio. Los animales que recibieron frijol terciopelo tratado presentaron un consumo mayor en comparación con los que recibieron frijol terciopelo sin tratamiento, estos resultados coinciden con Trejo (1998), Del Carmen *et al.* (1999), Etèca *et al.* (1999), Ruiz *et al.* (2006a), Ruiz *et al.* (2006b), Guzmán *et al.* (2008). El tratamiento aplicado al frijol terciopelo logró que los animales incrementaran

su consumo en un 44 % con respecto a los animales que recibieron frijol no tratado, esto pudo deberse a que el tratamiento aplicado al frijol terciopelo eliminó algunos factores antinutricionales logrando con esto mejorar el comportamiento animal. Olaboro *et al.* (1991); Salas & Tepal (1992); Lara *et al.* (1993); Duque (1993); Abreu *et al.* (1998); Kumar & D'Mello (1995); Trejo (1998); Del Carmen *et al.* (1999); Etèca *et al.* (1999); Bressani & Lau-Vargas (2003); Guzmán *et al.* (2008), estos autores coinciden y mencionan que el tratamiento del frijol terciopelo elimina algunos factores antinutricionales y mejora el comportamiento animal. Los animales que recibieron frijol tratado presentaron mayores consumos comparados con el control. Estos resultados coinciden con lo reportado por Duque (1993); Trejo (1998); Del Carmen *et al.* (1999); Etèca *et al.* (1999); Ruiz *et al.* (2006a; 2006b); Guzmán *et al.* (2008). El consumo de alimento de los cerdos es regulado por el contenido energético-proteico de la dieta, por lo tanto el mayor consumo encontrado en este experimento para el frijol terciopelo tratado posiblemente se deba a que el tratamiento recibido por el grano para tratar de eliminar factores antinutricionales provocó una baja disponibilidad de nutrientes para el animal, resultados similares reportan Del Carmen *et al.* (1999); Abreu *et al.* (1998); Kumar & D'Mello (1995) Ruiz *et al.* (2006a, 2006b), estos mismos autores mencionan que el proceso de detoxificación tienen como efecto colateral la disminución del potencial del valor nutritivo de los ingredientes tratados, por lo tanto si las dietas no contenían la misma disponibilidad de nutrimentos los cerdos incrementarían el consumo con la finalidad de llenar

su requerimiento esto siempre y cuando lo permita la capacidad del tracto gastrointestinal ya que la distensión de este detiene el consumo voluntario (Forbes 1986; Forbes 1995; National Academy Press 1987; Ruiz *et al.* 2006a; 2006b; Guzmán *et al.* 2008). El tratamiento que recibió el frijol terciopelo posiblemente eliminó algunos factores antinutricionales que intervienen en el consumo, aunque los tratamientos de los ingredientes disminuyen la disponibilidad de nutrientes mejoran el comportamiento animal (Vhora *et al.* 1966; Elias *et al.* 1979; Trejo 1998; Abreu *et al.* 1998; Del Carmen *et al.* 1999; Ayala *et al.* 2003; Bressani & Lau-Vargas 2003; Ruiz *et al.* 2006a; 2006b; Guzmán *et al.* 2008). Aunque las dietas fueron balanceadas para todos los nutrientes, parte del comportamiento encontrado en los cerdos puede ser explicado por la carencia de conocimiento sobre la disponibilidad de estos, especialmente aminoácidos en el frijol terciopelo (Del Carmen *et al.* 1999).

La depresión en el crecimiento observada en los animales que consumieron frijol terciopelo sin tratar con respecto al control, coincide con resultados reportados por otros investigadores (Olaboro *et al.* 1991; Duque 1993; Trejo 1998; Del Carmen *et al.* 1999; Etèca *et al.* 1999; Ruiz *et al.* 2006a; 2006b; Guzmán *et al.* 2008). Esta depresión presentada en estos animales posiblemente estuvo relacionada con el bajo consumo de alimento. Jansman (1993) menciona que los taninos reducen el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en animales no rumiantes. El tratamiento del frijol terciopelo mejora el comportamiento animal, los animales que recibieron frijol tratado presentaron una ganancia de peso mayor con respecto a los que recibieron frijol terciopelo sin tratar, estos resultados coinciden con (Olaboro *et al.* 1991; Trejo 1998; Del Carmen *et al.* 1999; Etèca *et al.* 1999; Ruiz *et al.* 2006a; 2006b; Guzmán *et al.* 2008). La ganancia de peso de los animales que recibieron frijol terciopelo tratado fue mayor en 45% con respecto a aquellos que recibieron frijol terciopelo no tratado, esto posiblemente se debió a que los animales que recibieron frijol terciopelo tratado consumieron más con respecto al no tratado y esto se reflejó en la ganancia de peso. La ganancia

de peso de los animales que consumieron frijol terciopelo tratado fue igual al control. A pesar de que los animales consumiendo frijol terciopelo tratado presentaron mayor consumo que el control la ganancia de peso fue igual, esto posiblemente se debió a la baja disponibilidad de nutrientes que aporta el grano de frijol terciopelo después del tratamiento al que es sometido. Algunos autores mencionan que los tratamientos disminuyen la disponibilidad de nutrientes pero mejoran el comportamiento animal (Vhora *et al.* 1966; Elias *et al.* 1979; Trejo 1998; Abreu *et al.* 1998; Del Carmen *et al.* 1999; Ruiz *et al.* 2006a; 2006b; Guzmán *et al.* 2008). La conversión alimenticia fue marcadamente afectada en los animales que recibieron frijol terciopelo sin tratar, resultados similares han encontrado algunos autores (Olaboro *et al.* 1991; Duque 1993; Trejo 1998; Del Carmen *et al.* 1999; Etèca *et al.* 1999; Ruiz *et al.* 2006a; 2006b; Guzmán *et al.* 2008). Esto posiblemente se debió a que los cerdos de este tratamiento consumieron menos por consiguiente presentaron una menor ganancia de peso, el menor consumo se debió probablemente a la presencia de factores antinutricionales, ya que estos interfirieron en la digestión y absorción de los nutrientes, esto coincide con Jansman (1993); Campbell & Dunkin (1990) estos investigadores mencionan que algunos factores antinutricionales como los taninos reducen la digestibilidad aparente de la proteína y energía, por lo tanto una deficiencia de proteína o energía en el animal limita el crecimiento muscular y como resultado se tiene una ganancia de peso más lenta y empeora la eficiencia. Los animales que consumieron frijol terciopelo tratado presentaron una conversión alimenticia igual al control, resultados similares reportan (Olaboro *et al.* 1991; Trejo 1998; Del Carmen *et al.* 1999; Etèca *et al.* 1999; Ruiz *et al.* 2006a; 2006b; Guzmán *et al.* 2008). Aunque los animales que recibieron frijol terciopelo tratado tuvieron un ligero incremento en el consumo de alimento con respecto al control este no presentó un efecto marcado sobre la conversión. Los colores oscuros, casi negro, presentada en la orina de los animales alimentados con frijol terciopelo, coincide con observaciones hechas por (Del Carmen *et al.* 1999; Etèca *et al.* 1999). No se hicieron mediciones cuantitativas, pe-

ro se asume que sea algún metabolito de los fenoles que fue excretado. Mohar (1990); Lehninger (1995) mencionan que los metabolitos de los aminoácidos aromático se excretan por la orina y al exponerse al oxígeno la orina se oscurece debido a la oxidación. Del Carmen *et al.* (1999) mencionan que el color oscuro que toman las excretas se debe a la conversión de L-Dopa a melanina en el aparato digestivo del animal, y al ser excretada por la orina se oxida al contacto con el oxígeno ambiental.

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el experimento y a los resultados obtenidos se

concluye que; el frijol terciopelo sin tratar presenta factores antinutricionales que afectan el comportamiento de los cerdos. Aplicar a la semilla el tratamiento de remojado o remojado con cal reduce el contenido de factores antinutricionales principalmente fenoles totales y mejora el comportamiento animal. El grano de frijol terciopelo muestra un potencial para ser incluido en la dieta de cerdos, pero es necesario continuar con estudios, como contenido de proteína verdadera, digestibilidad y nivel máximo de inclusión.

LITERATURA CITADA

- Abreu SE, Armendaris YIR, Belmar CR, Cetina GRH, Santos RRH, Sarmiento FLA, Solorio SFJ (1998) Notas de curso de Nutrición de monogástricos. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia. Merida, Yucatán, México. 223 pp.
- AOAC-Association of Official Analisis Chemistris (1980) Official Methodos of Analisis 13th ed. Washintong, D. C. USA. 168 p.
- Ayala BA, Herrera DP, Castillo CJ, Rosado RC, Osornio M, Castillo CA, (2003) Rumen degradability and chemical composition of the velvet bean (*Mucuna spp.*) grain and husk. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 1: 71-75
- Bressani R and Lau-Vargas MS (2003) Protein and cooking quality and residual content of dehydroxyphenylalanine and of trypsin inhibitors of processed *Mucuna* beans (*Mucuna spp.*). *Trop. Subtrop. Agroec.* 1:197-198.
- Campbell RG, Dunkin AC (1990) Feeding growers and Finishers. In: Gardner, J. A.A., Dunkin, A.C. and Lloyd, L.C. *Pig production in australia*. Butterworths. Australia. 318-319 pp.
- Corzo M, Ventura SM, Roman BR, Trompíz J, González D, Padrón MS (2004) Efecto de diferentes niveles de restricción de alimento balanceado sobre el consumo de auyama (*cucurbita maxima*) y el comportamiento productivo en cerdos en la etapa de engorde. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, XIV(5): 419-423
- Corzo RL, Chel GL, Betancur AD (2000) Extracción de las fracciones de almidón y proteína del grano de la leguminosa *Mucura pruriens*. *Tecnol. Ciencia Ed (IMIQ)* 15(1): 37-41.
- De Souza HBA, De Souza PA, Faleiros RR, Durigan JF (1991) Caracterización física y evaluación química del grano de *Mucuna*. *Alim. Nutr. Sao Paulo. Brasil*. 3: 29-38.
- Del Carmen J, Gernat AG, Myhrman R, Carew LB (1999) Evaluation of raw and heated Velvet Beans (*Mucuna pruriens*) as feed ingredients for broilers. *Poultry Science*. 78: 866-872.
- Duke JA (1981) *Handbook of legumes of world economic importance*. Plenum Press, New York, NY, USA. 345 pp.
- Duque AD (1993) Evaluación del frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum*) en el control de malezas en cítricos y como fuente de proteína en la ración de pollos de Engorda. Tesis de Maestría en Ciencia Animal. D.G.T.A., I.T.A. No 42 Conkal, Yucatán, México.

- Elias LG, Fernandez DG, Bressani R (1979) Possible effects of seed coat polifenolics on the nutritional quality of bean protein. *J. Food Sci.* 44: 524-527.
- Etéka AC, Carsky RJ, Tarawali SA, Vernier PM, Owoeye T (1999) Cover crop seed for human and animal consumption. In: Center for Cover Crops Information and Seed Exchange in Africa. April. 1999. No. 3. 3 pp.
- Forbes JM (1986) *The Voluntary Food Intake of Farm Animals*. Edit. Bluter y Tanner Ltd London and Frome. Butterworths. USA. 206 pp.
- Forbes JM (1995) *Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals*. CAB International. Wallingford. UK. 532 pp.
- Guzmán GJA, Ruiz SB, Mendoza NP, Rivera LJA, Herrera HJG, León VH, Pinto RR, Aguilar JCE, Pérez SM, Buendía RG (2008) Consumo voluntario y ganancia de peso de pollos alimentados a base de grano de frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum* bort), con y sin tratamiento y maíz. Reunión Mesoamericana de Ciencia Animal 2008. P08.
- Jansman AJM (1993) Tannins in feed feddstuffs for simple-stomached animals. *Nutrition Research Reviews* 6: 209-236.
- Kumar R, D'Mello JPF (1995) Anti-nutritional factors in forage legumes. In: *Tropical legumes in Animal Nutrition*. D'Mello, J. P. F. and C. Devendra (Eds) CAB International. U.K. 95-134 pp.
- Lara LPE, Duque DA, Sanginés JRG (1993) Valor nutritivo de la harina de frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum*) en la ración de pollos de engorda. En; Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Jalisco. México. 128 pp.
- Lehninger AL (1995) *Bioquímica*. Trad: Fernando Calvet Prats y Jorge Bozal Fes. 2da ed. Edit. Omega S. A. Barsekana España. 59-837 pp.
- López ILA, Esquivel GE, Manriquez NA, Iruegas ELE (2008) Situación Actual y Perspectivas de los Granos en México. FIRA. Boletín informativo. XXXVII (322): 46-74.
- Makkar HPS (1993) Antinutritional factors in foods for livestock. In: *Animal Production in Developing Countries 16^a* (Eds) Gill M., E. Owen, G. E. Pollott and T. L. J. Lawrence. UK. British Society of Animal Production, 60-85 pp.
- Makkar HPS, Singh B, Dawra RW (1987) Tannin-nutrient interaction a Review. *International Journal of Animal Science* 2: 127-140.
- Maynard LA, Lossli JK, Hintz HF, Warner RG (1981) *Nutrición Animal*. Cuarta Ed. México: McGraw-Hill. 144-191 pp.
- McDonald P, Edwards RA, Grenhalgh JFD, Morgan CA (1995) *Animal Nutrition* 5^a ed. Englan Logman, 49-65 pp.
- McLeod MN (1974) Plant tannins- Their role in forage quality. *Nutrition Abstracts and reviews* 11: 804-815.
- Mohar HF (1990) *Bioquímica Animal*. Ministerio de Educación Superior. La Habana. Cuba. 21-231 pp.
- National Academy Press. 1987. *Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals*. Washington, D.C.
- Olaboro GM, Okot W, Mugerwa JS, Latshawa JD (1991) Growth-depressing factors in velvet beans fed to broiler chicks. *E. Afr. Agric. For J.* 57(2): 103-110.
- Parr WH (1988) The small-scale manufacture of compound animal feed. *Overseas Development Natural Resources Institute Bulletin*. No. 9, IV: 87 pp.

- Pool NL, León MNS, González SC, Figueroa FP (1998) Fríjol terciopelo, cultivo de cobertura en la agricultura chol del valle del Tulija, Chiapas, México. *TERRA Latinoamericana*, 16(4): 359-369.
- Price ML, Scoyoc SV, Butler LG (1980) Critical evaluation of the vainillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 26: 1214-1219.
- Rejón AMJ, Dájer AAF, Honhold N (1996) Diagnóstico comparativo de la ganadería de traspatio en las comunidades Texán y Táscale de la zona henequera del estado de Yucatán. *Vet. Mex.*, 27(1): 49-55.
- Ruiz SB (1999) Evaluación del fríjol terciopelo (*Stizolobium deeringianum*) sin tratar y tratado como ingrediente en dietas de cerdos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia. Mérida, Yucatán, México. 46 pp.
- Ruiz SB, Herrera HJG, Hernández GA, Mendoza NP, Guzmán GJA, Zenteno US (2006)a Uso del grano de fríjol terciopelo (*Stizolobium deeringianum*) tratado, en dietas para pollo de engorda Memorias, XXIV Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal y X Reunión Bienal del Grupo Norte Mexicano de Nutrición Animal. 110-112 pp.
- Ruiz SB, Herrera HJG, Mendoza NP, Hernández GA, Ruiz SBR., Ruiz SDL y Alvarez FG (2006)b Evaluación de fríjol terciopelo (*Stizolobium deeringianum*) como ingrediente en dietas de iniciación de pollo de engorda. Memorias, XXIV Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal y X Reunión Bienal del Grupo Norte Mexicano de Nutrición Animal. 113-115 pp.
- Salas NLF, Tepal CHJA (1992) Valor alimenticio del frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum*) en dietas para pollos de engorda. En; Reunión Nacional de Investigación Pecuaría. Chihuahua. México. 169 pp.
- SAS Institute Inc (1986) SAS User's Guide: Statistics, Version 6 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Steel RGD, Torrie JH, Dickey DA (1997) Principles and Procedures of Statistics: Biomedical approach. New York. 3rd. ed. McGraw Hill. 666 pp.
- Trejo LW, Belmar CFR, Anderson S (1998) Evaluación nutricional del frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum*) en la alimentación de pollos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia. Mérida, Yucatán, México. 71 pp.
- Vijayakumari K, Siddhuraju P, Janardhanan K (1996) Effect of different post-harvest treatments on anti-nutritional factors in seeds of the tribal pulse, *Mucuna pruriens* (L.) DC. *Int J. Food Sci Nutr*; 47(3): 263-272.
- Vohra P, Kratzer FH, Josylyn MA (1966) The growth depressing and toxic effects of tanins to chicks. *Poultry Sci.* (45): 135-142.