

Fuentes alternas de fibra en dietas integrales para ovinos en engorda intensiva

Alternative sources of fiber in complete diets for sheep in intensive fattening

CÁNDIDO E. GUERRA-MEDINA¹, OZIEL D. MONTAÑEZ-VALDEZ², ALEJANDRO LEY-DE COSS^{3*}, JOSÉ A. REYES-GUTIÉRREZ², JUAN E. GÓMEZ-PEÑA¹, JAIME J. MARTÍNEZ-TINAJERO³ Y RENÉ PINTO-RUIZ⁴

¹Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara.

Independencia Nacional 151, Col. Centro, Autlán de Navarro, Jalisco México. C. P. 48900.

²Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Ciudad Guzmán Jalisco México.

³Cuerpo Académico de Ganadería Tropical Sustentable y Grupo de Investigación en Agroecosistemas Tropicales de la Facultad de Ciencias Agrícolas Campus IV, Universidad Autónoma de Chiapas, Carretera Costera y Estación Huehuetán S/N. Huehuetán, Chiapas, México. CP. 36670. Fax: 01 (964) 62 70128.

⁴Cuerpo Académico en Agroforestería Pecuaria de la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V, Universidad Autónoma de Chiapas. Carr. Villaflores-Ocozacoautla km 7.5 A. P. 63 Villaflores, Chiapas, México. C.P. 30470. Tel y fax (965) 65-21477.

*Correo electrónico: aleycoss@gmail.com

RECIBIDO EL 01 DE MAYO DE 2015/ ACEPTADO EL 03 DE SEPTIEMBRE DE 2015

RESUMEN

La fibra en dietas para la engorda de rumiantes ayuda a mantener las funciones del rumen y con ello la productividad; sin embargo, las fuentes comunes como el rastrojo de maíz y sorgo no están disponibles todo el año. Con la finalidad de obtener fuentes alternas de fibra se evaluó el efecto de incluir gabazo de agave y aserrín sobre la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CVMS), conversión alimenticia (CA) y pH ruminal. Se utilizaron 21 ovinos con peso vivo inicial (PVi) de 24.0 ± 3.0 kg distribuidos en un diseño completamente al azar, con siete repeticiones por tratamiento. Las dietas experimentales (DE) fueron T1: DE con 15% de rastrojo de maíz (RM, testigo); T2: ED con 15% de bagazo de agave (BA) y T3: DE con 15% de aserrín de pino (AP). Después de la adaptación se inició la toma de datos productivos y análisis de muestras, por seis periodos de siete días cada uno. La GDP fue similar entre tratamientos ($P < 0.05$), excepto en el T3 del periodo 6 fue mayor ($P \leq 0.05$). No hubo diferencia ($P > 0.05$) en el CVMS entre tratamientos en los primeros 5 periodos, excepto el T2 del periodo 6 fue menor ($P \leq 0.05$). No hubo diferencia en CA entre tratamientos ($P > 0.05$) en los primeros 5 periodos, solo el periodo 6 del T2 fue menor ($P < 0.05$). El pH ruminal fue similar ($P > 0.05$) en todos los tratamientos, únicamente en el periodo 2 del T1 fue mayor ($P < 0.05$). De acuerdo con los resultados, el AP y BA pueden ser fuentes de fibra efectiva en la engorda de ovinos, sin afectar las variables productivas.

Palabras clave: Nutrición de rumiantes, subproductos agrícolas, bagazo de agave, aserrín de pino.

INTRODUCCIÓN

En dietas para engorda de ovinos en corral, los forrajes pueden constituir del 10 al 30% y se incluyen poniendo atención a la fibra necesaria para mantener las funciones del rumen y evitar trastornos digestivos o del hígado (Mertens, 1997). El aumento de la producción intensiva de ovinos de pelo ha ocasionado que el abasto de rastrojo de maíz, esquilmos de sorgo, paja de avena, trigo y de cebada sea insuficiente, ocasionando un incremento con-

ABSTRACT

Fiber in diets for ruminants fattening helps maintain the functions of the rumen and thus productivity; however, common sources like corn stover and sorghum are not available all year. In order to obtain alternative sources of fiber, the inclusion of agave bagasse and sawdust on the average daily gain (ADG), dry matter intake (DMI), feed conversion (FA) and ruminal pH, was evaluated. Twenty-one sheep with initial live weight (LW) of 24.0 ± 3.0 kg were used; they were distributed in a completely randomized design with seven replicates per treatment. The experimental diets (ED) were T1: ED with 15 percent corn stover (RM, control); T2: ED with 15 percent agave bagasse (AB) and T3: ED with 15 percent pine sawdust (PS). After the adapting period, production data taking and analysis of samples were carried out over six periods of seven days each. The ADG was similar between treatments ($P < 0.05$), except for period 6 of the T3 when it was higher ($P \leq 0.05$). There was no difference ($P > 0.05$) between treatments DMI in the first 5 periods except for period 6 of the T2, when it was lower ($P \leq 0.05$). There was no difference in FA between treatments ($P > 0.05$) in the first 5 periods; only period 6 of the T2 was lower ($P < 0.05$). The ruminal pH was similar ($P > 0.05$) in all treatments; it was only higher in period 2 of T1 ($P < 0.05$). According to the results, AP and BA can be effective sources of fiber in fattening sheep without affecting the productive variables.

Keywords: Ruminant nutrition, agricultural byproducts, agave bagasse, pine sawdust.

siderable en su costo y reduciendo la disponibilidad. La necesidad de mayores cantidades de fuentes de fibra para la engorda de ovinos permite evaluar alternativas no convencionales como los residuos agroindustriales y forestales que aporten nutrientes para mejorar la eficiencia productiva, además de disminuir la contaminación del ambiente por la acumulación de residuos.

Vidrio (2006) menciona que las piñas de agave en promedio pesan alrededor de 40 a 60

kg, de los cuales 70% es agua, 22% azúcares y el 8% restante es la fibra o bagazo. El bagazo de agave representa un problema para la industria tequilera, ya que es difícil desahacerse y darle un tratamiento adecuado. Se ha tratado de darle diversos usos y actualmente es utilizado en la industria mueblera, en fabricación de papel, industria ladrillera y como ingrediente en compostas para producción de champiñón, lombricultura y otros usos. El bagazo de agave tequilero está formado por fibras gruesas de 10 a 12 cm de largo compuestas de celulosa, hemicelulosa y lignina, principalmente (Iñiguez et al., 2001).

Con relación al aserrín de pino, es un subproducto químicamente estable por el alto contenido de lignina que puede ser de hasta 30% (Kirk, 1987), aunque tiene ciertos usos (producción de tabique, combustible, cama para corrales y producción de papel), actualmente no existen alternativas para su uso a gran escala, por tanto su acumulación provoca contaminación de los suelos donde se deposita (Starbuck, 1997).

Los rumiantes se han adaptado a varios sistemas alimenticios debido a que en el rumen se encuentran diversas especies microbianas incluyendo bacterias, protozoarios y hongos (Orpin y Joblin, 1997; Williams y Coleman, 1997), y tienen la capacidad de transformar alimentos de baja calidad como las pajas de cereales o inclusive la urea, en otros con alto contenido de proteína (Church et al., 2007). Bajo estas circunstancias es posible la utilización de otras fuentes de fibra poco convencionales, sin afectar las variables productivas. Por lo anterior, es importante evaluar la respuesta productiva de ovinos en engorda en corral con la inclusión de fuentes alternas de fibra, como el aserrín de pino y el bagazo de agave, con un costo de alrededor, incluyendo transporte y procesado, de \$0.5 para el aserrín y \$0.7 para el bagazo de agave.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y período

El experimento se realizó en el período de marzo a abril de 2015, en una granja ovina situa-

da en la comunidad de Ayutita, al norte de la ciudad de Autlán de Navarro, Jalisco, México, ubicada en las coordenadas 19°48' de latitud norte y 104°24' de longitud oeste. La temperatura media anual es de 23.5 °C y precipitación media anual de 729.1 mm (García, 1981).

Tratamientos experimentales (dietas)

Las dietas evaluada fueron isoproteicas e isocalóricas (Cuadro 1) y se formularon con el programa computacional Used Feed Formulation Done Again (UFFDA: Pesti y Miller, 1993) para ovinos enteros con PVi de 24.0 ± 3.0 kg y una GDP estimada de 300 g animal-1 día-1 de acuerdo con los requerimientos nutritivos para ovinos del NRC (2007). Los tratamientos experimentales evaluados fueron: T1 = Dieta con 15% de rastrojo de maíz (dieta testigo); T2 = Dieta con 15% de bagazo de agave, y T3 = Dieta con 15% de aserrín de pino. El bagazo de agave se procesó con un molino de martillos con tiro de tracto (Azteca, Mod. Único, México) usando la criba de 10 mm, al igual que el rastrojo de

Cuadro 1. Ingredientes (g kg⁻¹ BTC) y composición química de las dietas experimentales ofertadas a ovinos en engorda¹

Ingrediente	Rastrojo de maíz	Bagazo de agave	Aserrín de pino
Pasta de soya	80.0	80.0	80.0
Sorgo entero	350.0	350.0	350.0
Maíz molido	315.0	313.0	313.0
Melaza de caña	50.0	50.0	50.0
Urea	10.0	12.0	12.0
Aceite de maíz	20.0	20.0	20.0
Sal	5.0	5.0	5.0
Mezcla mineral+	20.0	20.0	20.0
Aserrín de pino	0.0	0.0	150.0
Bagazo de agave	0.0	150.0	0.0
Rastrojo de maíz	150.0	0.0	0.0
<i>Composición química (% MS)</i>			
Materia seca	86.23	85.72	86.45
Proteína cruda	13.12	13.34	13.56
FDN	41.78	42.26	43.06
Cenizas	5.87	6.23	6.52
ENg (Kcal kg MS ⁻¹)*	1201	1195	1195

¹Requerimientos para ovinos de 30 kg de PV con una GDP de 300 g animal-1 día-1: PC = 162 g día-1; ENg (Kcal día-1) = 0.63.

BTC: base tal como se ofrece; MS: materia seca; FDN: fibra detergente neutro.

+: Cada 100 g contienen: sodio 9.6 g, cloro 14.4 g, calcio 21.14 g, azufre 5.2 g, magnesio 0.8 g, zinc 0.42 g, manganeso 0.26 g, cobalto 10.0 mg, yodo 4.64 mg, selenio 0.4 mg.

*Energía Neta de Ganancia (Kcal kg MS-1) estimada en el programa UFFDA.

maíz, y el aserrín de pino se utilizó tal como se obtiene del aserradero.

Análisis químico de las dietas

El análisis químico proximal de las dietas experimentales se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara, ubicado en Ciudad Guzmán, Jalisco. De cada una de las dietas se analizó materia seca, cenizas, nitrógeno proteínico por el método de microkeldahl (AOAC, 1990), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA; Van Soest et al., 1991).

Animales, alojamiento y alimentación

Se utilizaron 21 ovinos machos enteros (Katahdin x Dorper) que fueron alojados en corrales individuales de 1.1 x 1.6 m equipados con comedero y bebedero. Antes de iniciar la prueba, los animales se desparasitaron interna y externamente, se aplicó 1 mL por cada 25 kg peso vivo de ivermectina vía subcutánea (1 mL contiene 10 mg de ivermectina), y 0.5 mL de vitaminas por animal vía intramuscular (cada mL contiene 300 000 UI de Vit. A; 45 000 UI de Vit. D; 150 mg Vit. E y 5.5 mg de selenito de sodio). Se asignaron aleatoriamente siete animales a cada uno de los tratamientos mencionados. El alimento se ofreció *ad libitum* todos los días en dos horarios (8:00 y 16:00 h) durante el período experimental. Se dio un período de adaptación de 10 días a las dietas experimentales para que los animales se acostumbraran al manejo alimenticio y las condiciones de confinamiento.

Consumo voluntario de materia seca (CVMS)

La medición de consumo fue por animal cada siete días, donde se cuantificó el alimento ofrecido (2 000 g en los períodos 1, 2 y 3; 2 500 g en los períodos 4, 5 y 6), posteriormente (a las 24:00 h) se midió el alimento rechazado con una balanza electrónica, el CVMS se obtuvo por la diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado, el promedio se obtuvo de los siete animales por tratamiento.

Ganancia diaria de peso (GDP)

Para medir esta variable se pesaron los ovinos individualmente cada siete días por la mañana antes de ofrecerles el alimento, con una ba-

lanza electrónica con capacidad de 200 kg y precisión de 10 g. La GDP se obtuvo restando al peso final el peso inicial, entre el número de días transcurridos entre las dos pesadas (7 días) para cada período.

Conversión alimenticia (CA)

Para calcular esta variable se utilizaron los datos obtenidos de CVMS y GDP utilizando la siguiente ecuación: Conversión alimenticia = CVMS (g)/GDP (g).

pH ruminal

Para medir el pH ruminal se obtuvieron 200 mL de líquido, de la parte media ventral del rumen, por medio de una sonda esofágica, cuatro horas después de ofrecer el alimento por la mañana, se filtró con una tela de manta para evitar el paso excesivo de partículas de alimento y la lectura de pH se hizo con un potenciómetro portátil (Orion 210, Orion Research Corp., Boston, Massachusetts, USA) calibrado a dos valores de pH (4.0 y 7.0).

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar y se analizó GDP, CVMS, conversión alimenticia y pH ruminal con siete repeticiones por tratamiento. Los datos se analizaron mediante PROC GLM y la comparación de medias con Tukey (SAS, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2 muestra los resultados obtenidos con relación a la variable GDP. No hubo diferencia estadística entre tratamientos en los primeros cinco períodos ($P > 0.05$), sin embargo en el período seis, el tratamiento 3 obtuvo la mayor ganancia diaria de peso ($P < 0.05$), seguido del T2 y los que tuvieron la menor DGP fueron los ovinos del tratamiento 1.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, la utilización de aserrín de pino o bagazo de agave como fuente alterna de fibra, en sustitución de rastrojo de maíz, no afecta la GDP ($P > 0.05$) de los ovinos en engorda. Un estudio realizado por Slyter y Kamstra (1974) reporta que niveles mayores a 15% de aserrín de pino en la dieta afectan las variables producti-

Cuadro 2. Ganancia diaria de peso de ovinos en engorda (g animal⁻¹ día⁻¹)

Período ¹	Tratamiento			EEM
	Rastrojo de maíz	Bagazo de agave	Aserrín de pino	
1	337.0	255.0	316.2	131.4
2	297.5	392.7	273.5	155.4
3	397.8	367.4	326.5	112.1
4	316.4	317.8	295.8	113.6
5	255.0	326.7	336.7	69.2
6	223.7b	296.0ab	326.8a	73.9
Promedio	301.3	325.6	312.8	

1: cada período fue de siete días.

a, b: literales diferentes en la misma línea indican diferencias estadísticas entre los tratamientos (P>0.05).

vas. Guerra et al. (2010) evaluaron la inclusión de 30% de aserrín de pino (*Pinus patula* Schl. et Cham) en dietas para ovinos en engorda y se mejoró la GDP en 42.86 g por animal por día en comparación con la dieta donde se incluyó 30% de rastrojo de maíz; en otro estudio (Guerra et al., 2014) reportan que la GDP en ovinos que consumieron una dieta con 15% de aserrín de pino fue de 367 g por animal día⁻¹.

Con respecto al uso de bagazo de agave en la alimentación animal (Iñiguez et al., 2001), mencionan que su utilización en rumiantes es limitada por su baja digestibilidad, asociada al arreglo cristalino de la celulosa y a su alto contenido de lignina (7.2%); sin embargo, no existen estudios en los que se haya evaluado la utilización de bagazo de agave como fuente alterna de fibra efectiva en dietas concentradas en energía para la engorda estabulada de ovinos. En este estudio la GDP promedio de los ovinos que consumieron la dieta con 15% de bagazo de agave fue de 325.6 g animal⁻¹ día⁻¹, valor superior al estimado (300 g animal⁻¹ día⁻¹ de acuerdo con NRC), lo que indica que el bagazo de agave puede ser una fuente de fibra en dietas para ovinos de engorda intensiva. La GDP promedio obtenida en los tres tratamientos evaluados es superior a lo obtenido por Bárcena et al. (2002) con 211.55 g día⁻¹, Devendrá (1986), 200 g día⁻¹, López et al. (1995), 240 g día⁻¹, Castilla y Gómez (1993), 265 g día⁻¹, Huerta et al. (1995), 267 g día⁻¹.

El Cuadro 3 muestra los resultados obtenidos de CVMS de ovinos en engorda. Hubo diferencia solo en el período 6 (P < 0.05) con el CVMS más bajo en los ovinos que consu-

Cuadro 3. Consumo de materia seca de ovinos en engorda (g animal⁻¹ día⁻¹)

Período ¹	Tratamiento			EEM
	Rastrojo de maíz	Bagazo de agave	Aserrín de pino	
1	1139.3	905.3	1157.1	351.6
2	1217.3	1560.7	1234.4	459.5
3	1319.3	1211.4	1176.9	320.1
4	1545.1	1254.7	1690.0	348.3
5	1647.4	1672.9	1746.6	189.8
6	2026.7a	1275.7b	1939.9a	427.6
Promedio	1482.1	1312.8	1490.3	

1: cada período fue de siete días.

a, b: literales diferentes en la misma línea indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P > 0.05).

mieron bagazo de agave, esta disminución en CVMS se vio reflejada en una menor GDP en el mismo período. En los primeros cinco períodos no hubo diferencia estadística entre tratamientos (P > 0.05), por lo que la utilización de bagazo de agave o aserrín de pino como fuente de fibra no afectó el CVMS. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que puede incluirse 15% de bagazo de agave o aserrín de pino en dietas para ovinos en engorda, sin afectar el CVMS.

El Cuadro 4 muestra los resultados obtenidos de la CA de ovinos en engorda. Esta variable fue similar entre tratamientos (P > 0.05) con excepción de los resultados obtenidos en el período 6 en el que los ovinos que consumieron la dieta con bagazo de agave mejoraron la CA, lo que indica una mejor eficiencia alimenticia. La CA promedio fue de 5.1 y 5.5 para los tratamientos rastrojo de maíz y aserrín de pino, respectivamente, este valor es similar al que reportan Meneses y Sánchez (1994) que fue de

Cuadro 4. Conversión alimenticia obtenida en ovinos en engorda

Período ¹	Tratamiento			EEM
	Rastrojo de maíz	Bagazo de agave	Aserrín de pino	
1	3.4	4.6	4.5	2.4
2	3.4	4.1	5.6	2.0
3	3.3	3.5	4.6	2.1
4	5.3	4.2	6.9	2.5
5	6.8	5.2	5.4	1.3
6	8.1a	4.5b	6.0a	1.8
Promedio	5.1	4.3	5.5	

1: cada período fue de siete días.

a, b: literales diferentes en la misma línea indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P > 0.05).

5.24, Bárcena et al. (2002) con 5.50, Huerta et al. (1995), 5.2; mientras que la CA promedio de los ovinos que consumieron la dieta con bagazo de agave es mejor a la reportada por los mismos autores.

El Cuadro 5 muestra los resultados obtenidos de pH del líquido ruminal de ovinos, donde existió diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$) en los períodos 2 y 5, el menor valor de pH ruminal observado fue en los ovinos que consumieron la dieta con bagazo de agave y aserrín de pino, que en ambos fue menor de 6.0. Esta respuesta pudiera estar relacionada con el tamaño de partícula del aserrín que es de alrededor de 2 mm y se utiliza tal cual se obtiene del aserradero, comparada con el tamaño de la partícula del rastrojo de maíz. Sin embargo, el valor de pH observado en los ovinos que consumieron la dieta con aserrín, no afectó la tasa de crecimiento de los animales.

Una estrategia que puede utilizarse en la formulación de dietas cuando se utiliza aserrín de pino como fuente de fibra, es limitar la cantidad de almidón en la ración para reducir el substrato disponible para las bacterias productoras de ácido láctico en el rumen como *Selenomonas ruminantium* y *Streptococcus bovis* (Van Soest, 1994), cuya población aumenta considerablemente en el rumen cuando la dieta contiene más de 50% de grano (Dehority, 2003), esto puede conseguirse con la inclusión de fuentes concentradas de energía como aceites o grasas, o también cascariillas digestibles como pulpa cítrica o cascariilla de soya. En este estudio se esperaba que los ovinos que consumieron bagazo de agave tu-

vieran un pH ruminal mayor a 6.0 debido a la composición química de este ingrediente y al mayor tamaño de partícula que el aserrín; sin embargo, fue similar al obtenido en los ovinos que consumieron la dieta con aserrín. Lo anterior pudo deberse a que el bagazo de agave tiene baja densidad y esto dificulta el mezclado homogéneo de la dieta, ocasionando que los borregos puedan seleccionar primero el concentrado y después la fibra, pero no fue un factor que afectara el CMS y la GDP.

Los resultados son similares a lo observado en otros estudios. Bárcenas et al. (2002) reportan pH de 6.07, 6.11 y 6.10 al incluir 30% de rastrojo de maíz en dietas para ovinos; López (2012) obtuvo valores de 6.26 al incluir 10% de rastrojo de maíz y 6.07 cuando se incluyó bagazo de agave y Hernández (2011) reporta valores de 6.12 y 6.0 cuando se incluyó 10 y 15% de bagazo de agave, respectivamente.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones que se realizó este estudio, no hubo diferencia en CVMS, GDP, CA y pH ruminal de ovinos en engorda que consumieron dietas con aserrín de pino o bagazo de agave ($P > 0.05$). Una de las desventajas observadas con el bagazo de agave es su baja densidad, lo que dificulta el mezclado y propicia mayor selección al consumir la dieta integral; sin embargo, no fue un factor que afectara el CVMS y la GDP. La CA obtenida con aserrín de pino y bagazo de agave es similar a la obtenida con el tratamiento testigo. Los resultados obtenidos sugieren que el aserrín de pino y el bagazo de agave pueden utilizarse como fuentes alternas de fibra en dietas para ovinos en engorda, sin afectar las variables productivas.

REFERENCIAS

- Association of Official Analytical Chemists. 2007. Official Methods of Analysis. 18th ed. AOAC. Washington, D. C.
- Bárcena, G. R., Mendoza, M. G. D., González, M. S. S., Herrera H. J. G. y Mora J. G. 2002. Respuesta Productiva y Fermentación Ruminal en Ovinos Alimentados con Grano de Sorgo Tratado con Amilasas. *Agrociencia*. 36:31-39.
- Castilla, A. E. y Gómez., P. M. 1993. Evaluación del manejo de corderos con alimentación intensiva en corrales utilizando F1 (Suffolk/Rambouillet) con cero pastoreo. Tesis de Licenciatura. UNAM FESC, México, D. F.
- Church, D. C., Pond, W. G. y Pond, K. R. 2007. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Limusa. 2a ed. México. 636 pp.

Cuadro 5. pH del líquido ruminal de ovinos en engorda

Período1	Tratamiento			EEM
	Rastrojo de maíz	Bagazo de agave	Aserrín de pino	
1	6.3	6.1	6.1	0.327
2	6.3a	5.7b	5.6b	0.396
3	6.2	6.0	5.9	0.255
4	6.1	6.0	5.9	0.258
5	6.4a	6.0b	5.9b	0.225
6	6.0	5.8	5.8	0.291
Promedio	6.2	5.9	5.9	

1: cada período fue de siete días.

a, b: literales diferentes en la misma línea indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$).

- Dehority, B. A. 2003. Starch digesters, other less numerous species and facultative anaerobes in the rumen. In: Rumen Microbiology. Nottingham University Press. Nottingham UK, pp. 243-249.
- Devendrá, C. Mc. y Leroy, G. B. 1986. Producción de cabras y ovejas en los trópicos, Ed. El manual moderno, S. A. de C. V., México, D. F.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climatología de Koppen. México, pp. 13-14.
- Guerra, M. C. E., Cobos, P. M. A., Montañez, V. O. D. y Pérez, S. M. 2010. Uso de aserrín de pino (*Pinus patula*) como fuente de fibra en dietas para ovinos en cebo. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 12: 667-673.
- Guerra, M. C. E., Medina, L. G. T. Montañez, O. D., Pérez M. y Ley De. C. A. 2014. Growth performance of growing lambs fed on pine (*Pinus patula*) sawdust as basal diet supplemented with monensin sodium. Animal Nutrition and Feed Technology. 14: 153-159.
- Hernández, P. O. 2011. Bagazo de agave como fuente de fibra en dietas para ovinos en engorda. Tesis de licenciatura. Ingeniero Agrónomo. Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Autlán, Jalisco.
- Huerta, B. M., Mezhuva, C. A. Téllez, H. A. Guevara V. G. y Marcof, A. C. 1995. Alimentación de ovinos con Sacharina Cubana. Memorias. VIII Congreso Nacional de Producción Ovina. Chapingo, México, pp. 72-89.
- Iñiguez, C. G., Lange, S. E. y Rowell, R. M. 2001. Utilization of by products from the tequila industry: part 2 potential value of agave Tequilana weber Azul leaves. Bioresource Technol. 77: 25-32.
- Kirk, T. K. 1987. Enzymatic "combustion": the microbial degradation of lignin. Ann. Rev. Microbial. 41:465-505.
- López, A., Márquez, J. J. Aguilera, S. R. Cruz, M. R. y Colorado D. A. 1995. Alimentación de ovinos Pelibuey en confinamiento con dietas basadas en grano y mazorca de maíz completa. Comportamiento productivo. Memorias. VII Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria del Estado de Veracruz, Ver. México, p. 208.
- López, R. J. O. 2012. Bagazo de agave y rastrojo de maíz en dietas para ovinos de engorda en corral. Tesis de licenciatura. Ingeniero Agrónomo. Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Autlán, Jalisco.
- Meneses, P. M. y Sánchez, H. 1994. Comparación de cuatro fuentes proteicas en la engorda intensiva de corderos. Tesis de Licenciatura. UAEM. FMVZ, Toluca, México.
- Mertens, D. R. 1997. Creating a System for meeting the fiber requirements of dairy cows. J. Dairy Sci. 80: 1463-1481.
- NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants. The national academies press. Washington, D. C. 362 pp.
- Orpin, C. G., y Joblin, K. N. 1997. The rumen anaerobic fungi. In: The Rumen Microbial Ecosystem. P. N. Hobson and C. S. Stewart, Eds. Blackie Academic and Professional, Publishers, London, pp. 140-195.
- Pesti, G. M. y Miller, B. R. 1993. Animal Feed Formulation, economics and computer applications (Plant and Animal Science). AVI Book, Van Nonstrand Reinhold, USA. 163 pp.
- SAS Institute, Inc. 2009. Statistical Analysis System, SAS, User's Guide: SAS Inst., Cary, NC. Recuperado noviembre 10 de 2014. Proviene de: <http://support.sas.com/documentation/onlinedoc>
- Slyter, A. L. y Kamstra, L. D. 1974. Utilization of pine sawdust as a roughage substitute in beef finishing rations. J. Anim. Sci. 38: 693-696.
- Starbuck, C. 1997. Producción y uso de composta de aserrín. III Simposium Internacional y IV Reunión nacional de agricultura sostenible. Universidad de Guadalajara, Jalisco. 96 pp.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, 2nd ed., Ithaca, NY. 476 pp.
- Van Soest, P. J., Robertson B. y Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
- Vidrio, L. G. 2006. Digestibilidad in vivo del bagazo de agave (*Tequilana weber* variedad Azul) tratado con enzimas exógenas. Tesis de maestría. 67 pp.
- Williams, A. G., y Coleman, G. S. 1997. The rumen protozoa. In: The Rumen Microbial Ecosystem. In: Hobson, P. N., & Stewart, C. S. (Eds.). Blackie Academic and Professional Publishers, London, pp. 73-139.