Funcionamiento ruminal y consumo voluntario en ovinos alimentados con fibra de palma de aceite amonificada con sulfato de amonio al 11 %*

Ruminal Behavior and Voluntary Intake of Sheep Feed With 11 %Ammonium Sulfate Ammonified Oil Palm Fiber

Abelardo Conde P.[1]
Aurora Cuesta P.[1]
Carmen J. Morales V.[2]

Resumen

La fibra de palma africana (*Elaeis guineensis*) en pruebas *in vitro* demostró su potencial valor nutritivo como recurso en la alimentación de rumiantes, constituyéndose en una alternativa para los sistemas de producción animal integrados o anexos a las explotaciones de palma de aceite. El estudio se realizó en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), localizada en Bogotá, con el objetivo de evaluar el consumo voluntario, pH y nitrógeno amoniacal (NNH_3) en fluido ruminal y la digestibilidad *in vivo* de materia seca, nitrógeno, pared celular y materia orgánica de fibra de palma de aceite amonificada con sulfato de amonio al 11% ($FPASO_4(NH_4)_2$) en ovinos alimentados con este material. Se emplearon seis ovinos machos enteros, canulados, con peso vivo promedio de 30 kilogramos, alojados en jaulas metabólicas individuales y sometidas a tres tratamientos: 1) Control: 0% ($FPASO_4(NH_4)_2$) + 100% heno de angleton *(Dichanthium aristatum);* 2) 35% ($FPASO_4(NH_4)_2$) + 65% heno de angleton; 3) 70% ($FPASO_4(NH_4)_2$) + 30% heno de angleton. Para evaluar las diferencias entre tratamientos se utilizó un diseño de parcelas divididas en tiempo y se realizó un análisis de varianza ANOVA y prueba de Tukey: Los consumos de materia seca (MS) en g/KgPV^{0,75} presentaron diferencias significativas ($p<0,05$) entre tratamientos, para el tratamiento 3 se encontró una disminución en consumo de 4,99 g/KgPV^{0,75}/día comparado con el testigo. El pH no presentó diferencias significativas ($p>0,05$) entre tratamientos; los análisis de NNH3 en el rumen reportaron valores de 18,96, 26,76 y 28,71 mg/100ml, en los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente ($p<0,05$). Los porcentajes de digestibilidad de la materia seca entre tratamientos fueron estadísticamente significativos ($p<0,05$), siendo superior para el tratamiento con 70% de fibra. La digestibilidad del nitrógeno presentó mayores valores a medida que se incrementó el nivel de fibra de palma amonificada en la

Palabras Clave

Subproductos de palma,
Amonificación,
Digestibilidad,
Comportamiento ruminal.

* El trabajo hace parte del proyecto de investigación: "Evaluación de subproductos de palma africana en la alimentación de rumiantes", financiado por UDCA, Cenipalma y Palmas de Casanare.

1. Docentes investigadores UDCA, A.A. 34204 Bogotá, Colombia, E-mail: acuestap@starmedia.com.co
2. Zootecnista UDCA.

Nota: Este artículo se publica "sin editar", la responsabilidad de los textos es de los autores.

dieta, con diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos 1 y 3 ($p<0,05$). Las digestibilidades de la pared celular y de la materia orgánica no presentaron diferencias significativas ($p>0,05$). Los parámetros ruminales y los valores de digestibilidad mostraron una mejor respuesta con la inclusión del 70% de fibra amonificada, sin embargo, este tratamiento mostró un menor consumo. De los resultados obtenidos se deduce que los dos niveles de inclusión, 35 y 70% de fibra de palma amonificada son adecuados para la alimentación de esta especie animal.

Summary

Fibrous residues, obtained in the palm oil extraction process, have demonstrated some advantages for being use in animal nutrition and could be an alternative for animal production systems integrated with the oil palm industries. With the objective of evaluating the voluntary intake, the ruminal behavior, measured as pH and ammoniac nitrogen (NNH_3) and the In vivo digestibility of the 11 % ammonium sulfate ammonified African palm fiber (SO_4AAPF), this study was conducted in The Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA., located in Bogotá at 2600 m sea level. Six entire males sheep with live weight between 27 – 35 were allocated in individual metabolic cages and subjected to three treatments: 1) Control 0 % SO_4AAPF + 100 % Dichanthium aristatum Hay (DAH) ; 2) 35 % SO_4AAPF + 65% DAH ; 3) 70 % SO_4AAPF + 30 % DAH. A split plot in time design was used, where all sheep received the three diets and variation analysis and Tukey test were applied. Dry matter intake (DMI) in g/kg (Body Weight)$^{0.75}$ showed significant differences ($P<0.05$). This parameter decrease 4.99 g/kg $BW^{0.75}$ in treatment 3 in comparison with control. pH did not show significant differences ($p>0.05$). The values of NNH_3 in rumen were 18.96, 26.76, y 28.71 mg. / 100 ml for treatment 1, 2, 3 respectively. The digestibility of the dry matter presented significant differences ($p<0.05$) with a highest value in the treatment 3. The total nitrogen digestibility increase with the level of the SO_4AAPF with significant differences between treatment 1 and 3 ($p<0.05$). The Digestibility of the cellular wall and the organic matter did not present significant differences ($p>0.05$). The rumen parameters as well as the digestibility were better with 70 % of SO_4AAPF, but this treatment present a minor food intake. General results suggest that the use of SO_4AAPF is a feasible alternative for ruminant species feeding.

Introducción

El reto de competitividad y sostenibilidad de las empresas agrícolas y pecuarias en Colombia, requiere una reconversión urgente de la cadena agroalimentaria con el objetivo de lograr mayor eficiencia en los sistemas de producción con menor impacto ambiental. Una verdadera integración de los sistemas agrícolas y agroindustriales con los pecuarios, permite que productos y subproductos generados por los dos primeros puedan ser utilizados adecuadamente en la generación de productos de origen animal. Muchos son los ejemplos de subproductos agroindustriales que en el mundo son eficientemente utilizados para producir proteína de origen animal, generando un valor agregado para los sistemas productivos y la economía del país.

La agroindustria de la palma no escapa de esta realidad con subproductos obtenidos del proceso de extracción de aceite, los cuales representan un gran potencial de utilización en la alimentación animal, principalmente en especies capaces de digerir materiales altamente fibrosos. La fibra de palma de aceite se genera en cantidades significativas que normalmente constituyen un inconveniente para las plantaciones, las cuales, con las normas ambientales cada día más exigentes, requieren encontrar usos alternativos para ellas.

La amonificación con sulfato de amonio ha demostrado un mejoramiento de la calidad nutritiva de este material, representado principalmente en disminución de los valores de pared celular, medida como fibra en detergente neutra (FDN), aumentos en los niveles de proteína total, e incrementos en la degradabilidad de la MS entre otros. Rumiantes como bovinos, búfalos y ovinos son capaces de utilizar materiales fibrosos, valiéndose de la existencia de una fermentación pregástrica siendo capaces de convertir la pared celular, de alta proporción en la fibra de palma africana, en ácidos grasos volátiles y las fuentes de nitrógeno como el sulfato de amonio en proteína microbiana de alto valor biológico.

Para un adecuado funcionamiento de la fermentación pregástrica es necesario mantener condiciones óptimas para el crecimiento de los

microorganismos ruminales capaces de desdoblar fibra, dentro de las que se destacan un pH cercano a 7 y valores de nitrógeno amoniacal en rumen que de acuerdo a lo reportado por Leng, (1990) deben estar cercanos a 20 mg de NNH_3 / 100 ml de líquido ruminal.

En la medida que el rumen sea funcional puede degradar más fácilmente los alimentos ingeridos y generar una tasa de pasaje más rápido de estos al tracto posterior, permitiendo que el animal aumente su consumo voluntario. Si se logra lo anterior la producción de carne o leche puede incrementar significativamente.

El objetivo de este trabajo es evaluar el consumo voluntario, el funcionamiento ruminal medido como pH y nitrógeno amoniacal y la digestibilidad in vivo de la materia seca (MS), pared celular y materia orgánica (MO) en ovinos alimentados con fibra de palma africana amonificada con sulfato de amonio al 11%

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, UDCA, localizada en Bogotá D.C., a 2660 msnm, con una temperatura media de 13°C y humedad relativa de 77%.

Se utilizó fibra de palma de aceite de la empresa Palmas de Casanare, ubicada en el Municipio de Villanueva, Departamento de Casanare. Este subproducto fue amonificado con sulfato de amonio SO_4 $(NH_4)_2$ al 11% en silos de bolsa plásticas negras cada una de 10 kilogramos, se extrajo el aire con una bomba de vacío, se selló con piola y se almacenó por espacio de 30 días.

Para evaluar el comportamiento ruminal y la digestibilidad *in vivo*, se utilizaron seis bovinos criollos machos enteros, canulados, con peso aproximado de 30 kilogramos. los cuales fueron alojados individualmente en jaulas de madera, distri-buidos en tres tratamientos de acuerdo a la inclusión de fibra amonificada.

Tratamiento 1 (Control): 0% fibra de palma africana amonificada con sulfato de amonio al 11% (FPAS) + 100% heno de angleton (*Dichanthium aristatum*).

Tratamiento 2: 35% FPAS + 75% heno de angleton (*Dichanthium aristatum*).

Tratamiento 3: 70% FPAS + 35% heno de angleton. (*Dichanthium aristatum*).

Los tres tratamientos fueron diariamente adicionados con igual cantidad de un suplemento compuesto de: maíz molido, 150g; torta de algodón, 30g; sal mineralizada al 7%, 30g y 150 ml de melaza. El heno fue picado buscando uniformidad en el tamaño de partícula ofrecida.

Por disponer de bajo número de animales (6) el ensayo se realizó en tres períodos, de tal forma que cada ovino recibió las tres dietas, utilizando un diseño de parcelas divididas en el tiempo, aplicando análisis de varianza y prueba de Tukey para el análisis de resultados. Cada uno de los tres períodos se realizó en dos fases, una experimental o de adaptación de 10 días y otra experimental de 6 días. La dieta fue suministrada en dos porciones diarias, a las 7:00 a.m. y 4:00 p.m. y agua *at libitum*.

El consumo voluntario de materia seca se evaluó pesando diariamente la cantidad de material ofrecido y rechazado. Para la digestibilidad *in vivo* se utilizó la técnica de recolección total de heces (Blaxter *et al.* 1956).

El ambiente ruminal se evaluó a través del nivel de nitrógeno amoniacal NNH_3 y el pH AOAC (1995) de las muestras de líquido ruminal extraídas diariamente por la cánula en todos los animales del estudio.

Se evaluó la composición nutricional de las fracciones ofrecidas rechazadas y excretadas para proteína cruda (N x 6,25) materia seca y cenizas de acuerdo a la técnica desarrollada por Hennerberg y Stohmann (1864) y reportadas por AOAC (1995). La pared celular y sus fracciones fue determinada por el método propuesto por Van Soest *et al.* (1991). Las muestras se analizaron por duplicado en el Laboratorio de Nutrición de la UDCA.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se muestra la composición nutricional final de las dietas ofrecida en cada uno de los tres tratamientos. Los niveles de nitrógeno total se incrementaron en la medida que se incrementó el nivel de fibra de palma amonificada en la dieta. La misma tendencia

presentaron los minerales totales, debido a la adición de sulfato de amonio.

La Tabla 2 muestra los consumos de materia seca, los cuales fueron estadísticamente significativos ($p<0,05$), presentándose menor consumo en la medida que se aumentaba el nivel de inclusión de fibra en la dieta. La inclusión de 70% de fibra amonificada mostró una disminución de 4,99 g/kg PV/día en el consumo comparado con el testigo. Sin embargo, este consumo de 27,75 g/kg PV/día está de acuerdo con lo reportado por la literatura como adecuado para materiales fibrosos sin que se afecte producción (Minson, 1990). De la misma manera los consumos expresados con respecto al peso metabólico ($PV^{0,75}$) presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre tratamientos, siendo el tratamiento 3 inferior comparativamente con los otros dos, sin que posiblemente, este menor valor afecte la producción del animal, debido a que está de acuerdo con la literatura, que reporta como promedio 63 gr/kg $PV^{0,75}$ para ovejas cuando consumen gramíneas de clima frío (Minson, 1992).

El consumo de nutrientes tales como MO y FDN se afectó por el menor consumo de MS en los tratamientos 35 y 70% comparado con el testigo. Sin embargo el consumo de nitrógeno aumentó debido al material amonificado, lo que sugiere un posible incremento hacia el duodeno de nitrógeno amoniacal y de aminoacidos (Leng, 1990). Los consumos de los nutrientes estuvieron de acuerdo a los requerimientos establecidos para esta especie por la National Research Council (1985).

Tabla 1 Composición nutricional de las dietas de los tres tratamientos con base en el 100% de materia seca

Parámetro	I Control 0% FPAS* 100% Heno**	II Control 35% FPAS* 65% Heno	III Control 70% FPAS* 30% Heno
Materia seca (%)	76,9	73,3	69,0
Nitrógeno total (g/kg)	13,3	16,6	21,1
Proteína total (%)	8,2	10,0	13,2
FDN (%)	76,1	70,3	61,4
Minerales totales (%)	9,5	9,6	10,2
Materia orgánica (%)	90,4	90,4	89,7
EM calculada	2,16	2,48	2,51

* FPAS=fibra de palma de aceite amonificada con sulfato de amonio al 11%
** Heno de angleton
FDN: Fibra en detergente neutro
EM : Energía metabolizable

Tabla 2 Consumo voluntario de MS total de ovinos alimentados con fibra de palma de aceite amonificada con sulfato de amonio al 11% en diferentes niveles de inclusión

Parámetro	I Control 0% FPAS 100% Heno	II Control 35% FPAS 65% Heno	III Control 70% FPAS 30% Heno
MS (g/kg PV/día)	32,74 +/- 4,73 a	31,84 +/- 3,41 b	27,76 +/- 9,31 c
MS (g/kg $PV^{0,75}$/día)	78,46 +/- 9,28 a	74,94 +/- 7,43 b	63,45 +/- 20,0 c
MO (g/kg PV/día)	29,60	28,78	24,91
FDN (g/kg PV/día)	24,93	22,39	17,05
Nitrógeno (g/kg PV/día)	0,44	0,51	0,59

FPAS: Fibra de Palma de aceite amonificada con sulfato de amonio 11%
MS: Materia seca
PV: Peso vivo
MO: Materia orgánica
FDN: Fibra en detergente neutro
Valores con diferentes letras entre columnas son estadísticamente significativos ($p<0,05$)

El funcionamiento ruminal evaluado como pH y nitrógeno amoniacal (NNH_3) medidos cada 24 horas prealimentación se presentan en la Tabla 3.

El pH no presentó diferencias significativas ($p>0,05$) entre tratamientos. Los valores de pH ruminal fueron superiores y más homogéneos a los encontrados cuando se suministró fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10% (Conde *et al.*, 2000), a ovinos en las mismas condiciones experimentales de este trabajo.

Los valores de pH para el presente ensayo se consideran como adecuados para un eficiente crecimiento microbiano a nivel ruminal, de acuerdo con lo citado por Grudsky y Arias (1983).

El pH para los tres tratamientos se ajusta a lo reportado por Jelan y Jelaludin (1985) quienes encontraron niveles de 6,6 y 7,4 en búfalos de pantano alimentados con una dieta a base de fibra de palma de aceite, 0,2 g de urea por kg de peso vivo y suplementados con diferentes niveles 0,180, 360 y 540 g de harina de pescado.

Los niveles de nitrógeno amoniacal ruminal fueron muy diferentes para los tres tratamientos ($p<0,05$). El NNH_3 incrementó en la medida que aumentó el nivel de inclusión de fibra de palma africana amonificada al 11% con sulfato de amonio. El NNH_3 en rumen es una de las variables más importantes que determinan el funcionamiento ruminal. Navas (1995), señala que para obtener la máxima degradabilidad ruminal de la fibra y un consumo voluntario de MS adecuado, el nivel requerido de NNH_3 en rumen debe estar entre 15 a 20 mg NNH_3/100ml de líquido ruminal. El tratamiento control estuvo entre este rango y los tratamientos I y II superaron este parámetro, sin que se presentaran efectos adversos en el rumen. Los valores de los tres tratamientos posiblemente fueron adecuados para suministrar nitrógeno a los microorganismos ruminales, lo que se refleja en una adecuada digestibilidad de los materiales.

Los dos tratamientos que recibieron material amoniacal no evidenciaron síntomas de intoxicación en ningún momento durante el ensayo. En otro estudio con fibra de palma africana amonificada con urea al 10% los valores de NNH_3 fueron muy superiores a los presentes, 40,94 y 75,28 mg/100 ml con inclusión de material amonificado de 75% y 100% en la dieta respectivamente. Sin embargo, no se reportaron efectos adversos en la digestibilidad y eficiencia

Tabla 3 pH y nitrógeno amoniacal (NNH_3) en contenido ruminal de ovinos alimentados con fibra de palma de aceite *(Elaeis guineensis)* amonificada con sulfato de amonio al 11%

Parámetro	I Control 0% FPAS* 100% Heno	II Control 35% FPAS* 65% Heno	III Control 70% FPAS* 30% Heno
pH	6,97 a	6,93 a	6,89 a
Nitrógeno amoniacal mg/100 ml	18,96 c	26,76 b	28,71 a

FPAS: Fibra de palma de aceite amonificada con sulfato de amonio 11%
Valores promedios con letras diferentes entre columnas son estadísticamente significativos ($p<0,05$) prueba de Tukey

Tabla 4 Digestibilidad in vivo de la MS, nitrógeno total pared celular y MO en ovinos alimentados con diferentes niveles de fibra de palma africana amonificada con sulfato de amonio al 11%

Parámetros	I Control 0% FPAS 100% Heno	II Control 35% FPAS 65% Heno	III Control 70% FPAS 30% Heno
Digestibilidad de la MS (%)	64,03 +/- 6,92 C	69,65 +/- 3,22 B	74,28 +/- 6,2 A
Digestibilidad del nitrógeno total (%)	58,57 +/- 16,3 B	71,88 +/- 3,31 AB	79,28 +/- 6,2 A
Digestibilidad de la pared celular (%)	62,77 +/- 15,80 A	67,47 +/- 3,73 A	66,49 +/- 9,50 A
Digestibilidad de la materia orgánica (%)	61,55 +/- 16,12 A	69,48 +/- 2,84 A	76,32 +/- 6,34 A

Valores promedios con diferente letra entre columnas son estadísticamente significantes ($P<0,05$) prueba de Tukey.

ruminal ni efectos de posible toxicidad por excesos de nitrógeno (Conde *et al.* 2000).

La digestibilidad *in vivo* de la MS, nitrógeno total, pared celular y MO para los tres tratamientos se presentan en la Tabla 4.

La digestibilidad *in vivo* de la materia seca presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p<0,05$). El nivel del 70% de inclusión de FPAS mostró 4,6 unidades porcentuales más de digestibilidad comparada con el 35% y 10,2 unidades porcentuales en relación con el tratamiento testigo que no recibió fibra amonificada. Esto debido posiblemente a los mayores niveles de NNH_3 aportados por la fibra amonificada en este tratamiento, permitiendo una mayor digestibilidad de la materia seca (Preston y Leng, 1989). Los valores encontrados para los tratamientos 2 y 3 fueron mayores a lo reportado por la literatura, ya que presentan 67,4% de digestibilidad de la MS cuando se alimentan ovinos con ensilaje de follaje de papa suplementado con maíz y torta de algodón (Pastrana *et al.*, 1999). Esta misma tendencia de aumentar la digestibilidad de la MS de materiales fibrosos, bagazo de caña tratada con urea, la reportó Araujo y colaboradores (1996).

Los resultados fueron muy similares a lo obtenido alimentando ovinos con fibra amonificada con urea al 10% (Conde *et al.*, 2000), con niveles reportados de 75,4 %, comparado con 74,28% para la máxima inclusión de material amonificado en el presente ensayo. Estos aumentos en la digestibilidad de la materia seca, se deben a la accesibilidad de los microorganismos ruminales a los constituyentes de la pared celular (Spencer y Atkin, 1980; Araujo *et al.*, 1996, citado por Minson, 1990) y al efecto de la amonificación sobre la digestibilidad de la pared celular que contribuye con el rompimiento de enlaces esteres entre carbohidratos y ácidos fenólicos (Mason *et al.*, 1990).

La inclusión de fibra de palma amonificada en los dos niveles, 35 y 70% , presentaron mayores coeficientes de digestibilidad del nitrógeno total de 13,31 y 20,49 unidades porcentuales respectivamente con relación con el testigo ($p<0,05$); esto se explica por una mayor disponibilidad de NNH_3 para el crecimiento bacteriano por efecto de la amonificación, y por mayor inclusión en estas dietas de nitrógeno amoniacal de fácil utilización por el animal. Estos aumentos en la digestibilidad del nitrógeno corroboran lo establecido por Zorrila *et al.* (1991) (citado por Araujo *et al.*, 1996), quienes reportaron que la amonificación incrementó casi al doble el contenido de proteína en paja de trigo tratada. Otros autores (Herrera *et al.*, 1982, Males y Ganskins, 1982) señalan que residuos fibrosos tratados con amoniaco incrementan significativamente su contenido de proteína cruda. Este aumento ocurre porque parte del nitrógeno proveniente de la urea y del amoniaco se fija a la pared celular.

La digestibilidad de la pared celular fue ligeramente superior en los dos niveles de inclusión de fibra de palma de aceite 35 y 70% sin que se presentaran diferencias significativas ($p>0,05$); sin embargo, las 4,7 unidades porcentuales de mayor digestibilidad del tratamiento de 35% con respecto a el control representa biológicamente una mayor utilización del material fibroso (probablemente por una mejor síntesis bacteriana) lo que permite obtener mejores niveles de metabolitos secundarios para el animal.

Las digestibilidades obtenidas se encuentran entre el rango reportado por la literatura como el adecuado (45 – 70%) para la pared celular (Minson, 1971).

Los valores de digestibilidad de materia orgánica no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p>0,05$). Sin embargo, los tratamientos 2 y 3 fueron superiores a lo reportado por la literatura, que señala promedios de 55,2, 53,9 y 51,5%, cuando se tratan de materiales fibrosos con NH_3 gas, NH_4OH y urea respectivamente (Hadjipanayiotou *et al.*, 1993). Estos valores superiores permiten una mayor formación de células microbiales en los animales alimentados con fibra de palma de aceite amonificada con sulfato de amonio al 11%.

Conclusiones

La inclusión de fibra de palma africana *(Elaeis guineensis)* amonificada con sulfato de amonio al 11% en niveles de 35 y 70% en la dieta de

ovinos presenta consumos adecuados; sin embargo, hay una ligera tendencia a disminuir el consumo de alimento cuando el nivel de suministro de fibra aumenta a 70%.

Los valores promedio de pH ruminal estuvieron dentro de los rangos que permiten una adecuado funcionamiento ruminal, garantizando de esta forma un eficiente uso microbial de los materiales evaluados.

El nitrógeno amoniacal en rumen para los tres tratamientos 0, 35 y 70% de inclusión mostraron valores de 18,9, 26,7 y 28,7 mg/100ml respectivamente, permitiendo un eficiente ambiente ruminal y determinaron digestibilidades y consumos de materia seca adecuados.

La inclusión de fibra de palma africana amonificada en la dieta para ovinos en niveles de 35 y 70% determinaron mejores digestibilidades para la materia seca, nitrógeno total y materia orgánica.

La inclusión de fibra de palma amonificada con $SO_4 (NH_4)_2$ al 11% en dietas para ovinos permite un adecuado funcionamiento ruminal, consumos de materia seca dentro de los rangos normales y mejor digestibilidad de la dieta.

Bibliografía

A.O.A.C. 1995. Oficial Methods of Analysis. Association of official analytical chemists. Inc. Arlington, USA. 16ª. Edición.

ARAUJO, O.; MARQUEZ, A.; MARZOCCA, G. 1996. Efecto del tratamiento con urea sobre la composición química y digestibilidad del bagazo de caña de azúcar. Archivos Latinoamericanos. Prof. Animal. v. 4 (1), p.1–6.

CONDE A.; CUESTA P.; MANJARES, P R.E. 2000. Consumo y comportamiento ruminal de ovinos alimentados con fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10 %. Revista Palmas, Bogotá, Colombia, v.21, no. Especial, Tomo 1, p.275–281.

HADJIPANAYIOTOU, M.; VERHAEGHE, L.; GOODCHILD, T.; SHAKER, B. 1993. Ammoniation fo using urea, ammonia gas or ammonium hydroxide. Livestock research for rural development. v.5, no.3, p.1-5.

HERRERA SALDAÑA, R.; CHURCH, D.C.; KELLEMS, R.O. 1982. The Effect of Ammoniation Treatment on intake and nutritive value of wheat straw. Journal Animal Science, v.54, p.603.

JELAN, Z.; JALALUDIN, S. 1985. Suplementation of palm press fibre based diets for swamp buffaloes. Department of animal sciences, University Pertanient Malasia, 1983. The utilization of fibrous agricultural residues as animal feeds. University of Merbourne, Canverira. Australia.

LENG, R.A. 1990. Factors affectinf the utilization ofc «poor – quality» forages by ruminants partoculary under tropical conditions. Nutrition research review 3 p.277-303.

MALES, R.I.; GASKINS, C.T. 1982. Growth, Nitrogen Retention, dry matter digestibility and ruminal characteristic asscociated with ammoniated wheat straw diets. Journal Animal Science, v.55, p.505.

MASON, V.C.; COOK, J.E.; DHANOA, M.S.; KEEN, A.S.; HOADLEY, C.J.; HARTLEY, R.D. 1990. Chemical composition, digestibility invitro and Biodegradability of grass hays oventreated with different amounts of ammonia. Animal feed science technology, v.29, p.237.

MINSON, D.J. 1990. Frage in ruminant nutrition. Academic Press, Inc., San Diego California, 483 p.

NATIONAL RESEACHR COUNCIL. 1985. Nutrient requeriments of Sheep 6th Sixth Rev. Ed.

NAVAS, A. 1995. Nutrición de poligástricos. Universidad a Distancia. Facultad de Ciencias Agrarias, UNISUR, Bogotá D.C.

PASTRANA, R. 1992. Amonificación de Productos Fibrosos para la Alimentación Animal. Memorias del Evento Curso Especies Forrajeras para Colombia ICA. p.190–205.

PRESTON, T.R.; LENG, R. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Edit. Circ. Impresores Ltda., Cali, Colombia.

SPENCER, R.R.; ATKIN, D.F. 1980. Rumen microbial degradation of posassium hydroxide treated coastal bermudagrass leaf blades examined by electron microscopy. Journal Animal Science, v.51, p.1189.