

Consumo y comportamiento ruminal de ovinos alimentados con fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10%*

Consumption and ruminal behavior of ovine feed with urea ammonified oil palm fiber

Abelardo Conde P. ₁; Aurora Cuesta P. ₁; Rosa Esmeralda Manjarres P. ₂

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el consumo voluntario, el comportamiento ruminal, medido como pH y Nitrógeno amoniacal (NNH₃) y la digestibilidad *in vivo* de la fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10% (FPAU), se realizó un estudio en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA, localizada en Bogotá a 2.600 msnm. Seis ovinos machos enteros, canutados, con peso vivo entre 27-35 kg fueron alojados en jaulas metabólicas individuales y sometidos a tres tratamientos: 1) Control: 0% FPAU + 100% heno de panpola (*Digitaria decumbens* Stent.) (Hpa); 2) 50% FPAU + 50% Hpa; 3) 100% FPAU + 0% Hpa. Se utilizó un diseño de cuadrado latino, en el cual todos los ovinos recibieron las tres dietas y se realizó el análisis de varianza y prueba de Duncan. Los consumos de materia seca (MS) en g/kg PV^{0.75} no presentaron diferencias significativas (P > 0,05). El pH aumento al incrementar el nivel de FPAU, siendo significativamente mayor (P < 0,05) en el tratamiento III (6,9) en comparación con los otros dos tratamientos. El nivel de NNH₃ en rumen fue significativo (P < 0,05) con valores de 22,5, 40,9 y 75,2 mg/100 ml para los tratamientos I, II y III, respectivamente. La digestibilidades de la MS y la pared celular no presentaron diferencias significativas (P > 0,05). La digestibilidad del nitrógeno total fue superior y significativa (P < 0,05) para los tratamientos II y III en comparación con el control. Los parámetros ruminales, los valores de digestibilidad y de consumo de MS sugieren que el uso de FPAU se constituye en una alternativa viable de alimentacion para las especies rumiantes.

SUMMARY

With the objective of evaluating the voluntary consumption, the ruminal behavior, measured as pH and ammoniac nitrogen (NNH₃), and the digestibility *in-vivo* of the 10% urea ammonified African palm fiber (FPAU), this study was conducted in the Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA. located in Bogota at 2,600 m sea level. Six whole male ovine with live weight between 27 - 35 were allocated in individual metabolic cages and subjected to three treatments: 1) Control 0% FPAU + 100% pangola *Digitaria decumbens* hay (Hpa); 2) 50% FPAU +50% Hpa; 3) 100% FPAU + 0% Hpa. A latin square design was used, where all the ovine received the three diets and variation analysis and Duncan test were applied. The consumption of dry matter (MS) in g/Kg PV^{0.75} did not show significant differences (P > 0.05). The pH increased when the FPAU level was increased, being significantly higher (P < 0.05) on treatment 3, in comparison with the other two treatments. The NNH₃ level in rumen was significant (P < 0.05) with values in mg/100 ml of 22.5, 40.9 and 75.2 for treatments 1, 2, and 3 respectively. The digestibility of the MS and the cellular wall did not show significant differences (P > 0.05). The total nitrogen digestibility was superior and significant (P < 0.05) for treatments 1 and 3 in comparison with the control. The ruminales parameters as well as the digestibility and consumption of MS values suggest that the use of FPAU is a feasible alternative for ruminant species feeding.

Palabras Claves: Palma de aceite. Fibra, Subproductos, Amonificación, Digestibilidad, Consumo, Rumiantes.

* Este trabajo hace parte del proyecto de Investigación: "Utilización de subproductos de palma de aceite en la alimentación de rumiantes". Financiado por UDCA, Cenipalma y Palmas de Casanare.

1 Docentes Investigadores UDCA. Apartado aéreo 34204 Santafé de Bogotá, Colombia. Correo Electrónico udca@impsat.net.co

2 Zootecnista UDCA. Apartado aéreo 34204 Santafé de Bogotá, Colombia.

La modernización e intensificación de las plantaciones de palma de aceite en Colombia conlleva a un incremento en el volumen de materiales de desecho generados en el proceso de extracción del aceite, los cuales requieren alternativas de utilización, para disminuir así su impacto ambiental. El desarrollo de esta agroindustria se efectúa en zonas con tradición ganadera como la Costa Atlántica, Magdalena Medio y los Llanos Orientales, despertando interés en estas empresas y en los centros de investigación para evaluar y desarrollar su uso potencial en la alimentación de rumiantes.

Los tratamientos químicos para mejorar la calidad nutritiva de forrajes y residuos de cosecha ofrecen una gran oportunidad para utilizar estos recursos en regiones tropicales. El tratamiento con alcalis y fuentes de amonio incrementa la digestibilidad, el consumo voluntario y el comportamiento animal (Brown y Adjei 1995).

La amonificación con urea al 10% ha demostrado un significativo mejoramiento de la calidad nutritiva de la fibra de palma de aceite en variables tales como: nitrógeno total, el cual incrementó de 1,3 a 5,2% (Proteína total de 8,1 a 32,6%), en la pared celular medida como fibra en detergente neutra (FDN), con una disminución de 77,7 a 74% y un aumento en la degradabilidad de la Materia Seca (MS) de 34,7 a 41,2%, (Cuesta et al. 1998).

La existencia de una fermentación pregástrica permite a los rumiantes obtener energía de materiales fibrosos y convertir el nitrógeno no proteico en proteína microbiana de alto valor biológico (Alien 1996).

La productividad de los rumiantes depende de su habilidad para consumir y extraer la energía de los alimentos. El consumo voluntario de alimento, en materia seca, puede ser limitado como resultado de múltiples factores físicos, químicos y metabólicos propios del alimento y del animal. Alien (1996) realizó una revisión amplia de las restricciones físicas que intervienen en el consumo voluntario de rumiantes, y a su

vez Ilius y Jessop (1996), presentan los principales componentes de las restricciones metabólicas del consumo de alimento para estas especies.

Las condiciones ruminales de temperatura, pH y nitrógeno amoniacal son determinantes en la eficiencia de utilización del alimento y del crecimiento microbiano. Valores de nitrógeno amoniacal entre 50 - 80 mg NNH_3/l de fluido ruminal son aceptadas para maximizar la síntesis de células microbianas; sin embargo, el consumo de forrajes de baja digestibilidad es óptimo cuando los valores están alrededor de 200 mg NNH_3/l de fluido ruminal, mientras que la digestibilidad *in sacco* del forraje es optimizada por encima de 100 mg NNH_3/l de fluido ruminal (Leng 1990).

Los objetivos de este trabajo fueron: determinar el consumo voluntario de ovinos alimentados con fibra de palma de aceite previamente mejorada mediante un tratamiento de amonificación con urea al 10% y establecer su funcionamiento ruminal medido como pH y nitrógeno amoniacal y obtener resultados de digestibilidad *in vivo* de la MS, la pared celular y la Materia Orgánica (MO).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA) localizada en Bogotá D.C. a 2.660 msnm con una temperatura media de 13°C, una precipitación de 630 mm y una humedad relativa del 77%.

Se utilizó fibra de palma de aceite obtenida en la plantación Palmas de Casanare, ubicada en el municipio de Villanueva, Departamento del Casanare. Este material se amonificó con urea al 10% y se almacenó en silos de bolsa plástica, con capacidad de 14 kg cada uno, previa extracción del aire con bomba de vacío, sellados con piola y almacenados por espacio de 30 días.

Para evaluar el comportamiento ruminal y la digestibilidad *in vivo*, se utilizaron seis ovinos

machos, enteros, canulados, con peso vivo entre 27-35 kg, los cuales se alojaron individualmente en jaulas metabólicas de madera. Se establecieron tres tratamientos así:

Tratamiento 1: (Control): 0% fibra de palma de aceite amonificada con urea 10% (FPAU) + 100% heno de pangola (*Digitaria decumbens* Stent.).

Tratamiento 2: 50% FPAU + 50% heno de pangola.

Tratamiento 3: 100% FPAU + 0% heno de pangola.

Las tres dietas fueron adicionadas en igual cantidad, con un suplemento diario compuesto de: maíz molido 150 gr, torta de algodón 30 gr, sal mineralizada 30 gr y 100 ml de melaza. El heno se pica previo al suministro buscando, uniformidad en el tamaño de la partícula ofrecida.

Por disponer de un bajo número de animales, el ensayo se realizó en tres períodos, de tal forma que cada ovino recibió las tres dietas, utilizando un diseño de cuadrado latino, y usan aplicando análisis de varianza y prueba de Duncan para el análisis de los resultados. Cada uno de los tres períodos presentaron dos fases: una fase preexperimental o de adaptación, con una duración de 10 días y una fase experimental con una duración de seis días, durante los cuales se suministro la dieta correspondiente a cada tratamiento en dos porciones diarias, una a las 7:00 a.m. y otra a las 4:00 p.m. y agua ad libitum.

El consumo voluntario de MS 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).

La digestibilidad de la MS, del nitrógeno total, de la pared celular y de la MO se estimó con base a las fracciones consumidas y rechazadas.

Para evaluar el ambiente ruminal se determinó el pH potenciométricamente y el nivel de NNH_3 , (AOAC 1995) de las muestras de líquido ruminal extraídas diariamente vía cánula ruminal para todos los animales del estudio.

La composición química de los materiales de las fracciones ofrecidas, rechazadas y excretadas se evaluaron utilizando la técnica desarrollada por Hennerbeng y Stohmann (1864), en Weende Alemania para MS y Proteína Cruda (N x 6,25) y Cenizas, los métodos de análisis de la AOAC (1998) y para la cuantificación de pared celular y sus fracciones por el método propuesto por Van Soestet al. (1991). Las muestras se analizaron por duplicado en el laboratorio de Nutrición Animal de la UDCA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta la composición nutricional de las dietas ofrecidas para cada uno de los tres tratamientos evaluados, los cuales presentaron diferencias en los niveles de nitrógeno total, por efecto de la amonificación de la fibra, siendo mayor para las dietas con mayor inclusión de fibra amonificada, 9,33 y 3,61 unidades porcentuales más para los tratamientos 100% FPAU y 50% FPAU, respectivamente, en comparación con el Control. Las dietas con mayor inclusión de FPAU presentaron mayores niveles de minerales, esto debido a la adición de la urea. En cuanto a energía metabolizable calculada, las dietas para los tres tratamientos fueron isoenergéticas.

Tabla 1. Composición nutricional de las dietas ofrecidas. Base tal como ofrecido.

Variables	Tratamientos		
	I	II	III
	Control 0% FPAU 100% Heno*	50% FPAU 50% Heno	100% FPAU 0% Heno
Materia Seca (%)	78,47	80,08	82,88
Proteína Total (%)	7,5	8,43	9,31
Pared Celular (%)	55,55	57,57	60,56
Minerales Totales (%)	4,6	6,58	9,81
Materia Orgánica (%)	95,4	93,42	90,19
** Energía Metabolizable (Mcal/kg)	1,8	1,8	1,7

* Heno de pangola (*Digitaria decumbens*)

** Calculada

FPAU: Fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10% (30 días de almacenamiento).

La Tabla 2 muestra los consumos de materia seca (MS) para cada uno de los tratamientos, los cuales no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$); no obstante, se encontró una tendencia a un menor consumo a medida que se aumentó el nivel de fibra amonificada en la dieta.

Los datos obtenidos están dentro de lo reportado por Minson (1990), quien tomando como referencia 1.215 valores reportados en la literatura mundial sobre consumo voluntario en ovinos, estableció un promedio de 59 gr MS/kg PV^{0,75} de 1,3 gr/kg PV^{0,75}.

Debido a que en el tratamiento II, con 100% de fibra amonificada, se presentaron problemas de compactación del contenido ruminal durante dos de los tres ensayos, en diferentes animales, considerándose esto un 33% de la población consumidora de este nivel, se hace necesario establecer la tasa de pasaje ruminal así como aumentar el período de alimentación, para establecer si esta situación es eventual o permanente y poder definir sus consecuencias.

La Tabla 3 indica los valores promedios de pH y nitrógeno amoniacal (NNH₃) registrados durante el ensayo. Se presentaron valores de pH mayores a medida que aumento el nivel de inclusión de fibra amonificada en la dieta, y esta diferencia fue estadísticamente significativa en el Tratamiento III (100% de fibra amonificada) en comparación con los otros dos tratamientos evaluados. Sin embargo, los valores de pH para los tres

tratamientos se ajustan a los reportados por Grudsky y Arias (1983) como adecuados para un eficiente crecimiento microbiano.

Los niveles de nitrógeno amoniacal en los tres tratamientos fueron muy diferentes ($P < 0,05$). El nivel de nitrógeno amoniacal en rumen es uno de las variables más importantes que determinan un adecuado funcionamiento ruminal, Navas (1995) recopilando varios autores, señala que el crecimiento microbiano es lineal a la suplementación con urea, hasta que el nitrógeno amoniacal empieza su acumulación por encima de 5 mg NNH₃/100 ml de liquido ruminal, y que concentraciones superiores no muestran efecto sobre la síntesis microbiana, sin embargo, para

Tabla 2. Consumo de Materia Seca Total de ovinos alimentados con fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10% y heno pangola en diferentes niveles de inclusión.

Consumos de Materia seca *1	Tratamientos		
	I Control 0% FPAU 100% Heno*	II 50% FPAU 50% Heno	III 100% FPAU 0% Heno
kg MS/día	0,940 de 0,20	0,94 de 0,24	0,810 de 0,1
gr MS/kg PV **	32,3 de 10,8 a	30,8 de 6,7 a	27,1 de 6,8 a
(gr MS/kg PV 0,75)***	75,0 de 21 a	72,2 de 21 a	63,3 de 13,7 a

Fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10%
promedio de seis animales por tratamiento

** Gramos de MS por kg de peso vivo

*** Gramos de MS por kg de peso metabólico

Valores con la misma letra en la misma fila no son estadísticamente diferentes ($P > 0,05$). Prueba de Duncan.

Tabla 3. pH y Nitrógeno amoniacal de ovinos alimentados con fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10% y heno en diferentes niveles de inclusión.

Consumos de Materia seca *1	Tratamientos		
	I Control 0% FPAU 100% Heno*	II 50% FPAU 50% Heno	III 100% FPAU 0% Heno
pH*	6,5 de 0,45 b	6,7 de 0,37 b	6,9 de 0,48 a
Nitrógeno amoniacal mg/100ml	22,58 de 8,78 c	40,94 de 15,29 b	75,28 de 32,55 a

FPAU: Fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10%

* promedio de seis determinaciones diarias

** Valores con diferente letra son estadísticamente significativos ($P < 0,05$). Prueba de Duncan.

obtener una máxima degradabilidad ruminal de la fibra y un consumo de materia seca en animales con dietas muy fibrosas, subproductos fibrosos de cosecha, el nivel requerido esta entre 15 y 20 mg $\text{NNH}_3/100$ ml de liquido ruminal.

Los valores de NNH_3 , reportados en el presente ensayo fueron superiores a los valores expresados anteriormente, incluso para el tratamiento Control (100% heno de pangola), el cual pese al bajo contenido de proteína en el heno fué suplementado con torta de algodón y maíz que al parecer en conjunto aportaron adecuados niveles de nitrógeno amoniacal a nivel ruminal.

Los tratamientos con niveles de inclusión de 50 y 100% de fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10% reportaron valores promedios de 40,94 y 75,28 mg/100 ml, respectivamente, los cuales, a pesar de ser altos, no mostraron síntomas de intoxicación en el animal y por el contrario reportaron paralelamente mejores consumos de materia seca y digestibilidad de la misma. Jelani y Jelaludin (1985) reportan concentraciones de 60 a 90 mgr/100 ml y niveles de pH de 6,6 y 7,4 en búfalos de pantano alimentados con una dieta a base de fibra de palma de aceite, 20 gr de urea por kg de peso vivo y suplementados con diferentes niveles, 0, 180, 360 y 540 gr de harina de pescado. Igualmente en Colombia, Ramírez (1996) reporta que en ovinos alimentados con avena y *Vicia* y suplementados con bloques multinutricionales

de 12,5% y 10% de urea, los niveles de nitrógeno amoniacal en el rumen fluctuaron entre 23,57 hasta 78,2 mg/100 ml a las 24 horas de alimentados, sin efectos negativos o intoxicación por urea.

En el presente estudio, la ausencia de efectos negativos en los parámetros de fermentación ruminal medidos como pH y NNH_3 , en dietas con 50 y 100% de inclusión de fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10% ofrece un panorama promisorio de utilización práctica de estos materiales.

La digestibilidad *in vivo* de la MS, Nitrógeno Total, Pared Celular y MO para los tres tratamientos evaluados se indican en la Tabla 4.

La Digestibilidad de la MS y la MO presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos ($P > 0,05$); no obstante, los dos tratamientos con inclusión de FPAU presentaron una ligera tendencia a una mayor digestibilidad en comparación con el tratamiento Control (sólo heno de pangola).

Los valores de digestibilidad de MS para los tres tratamientos comparados con los reportados para gramíneas de trópicos bajo por Laredo y Cuesta (1988) son similares y en ocasiones superiores, lo que indica la alta posibilidad de uso práctico de la FPAU en sistemas de producción de rumiantes en el trópico.

Tabla 4. Digestibilidad *in vivo* de la Materia Seca, Nitrógeno Total, Pared Celular y Materia Orgánica de ovinos alimentados con fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10% y heno de pangola.

Consumos de Materia seca *1	Tratamientos		
	I Control 0% FPAU 100% Heno*	II 50% FPAU 50% Heno	III 100% FPAU 0% Heno
De la Materia Seca (%)	72,58 a de 10,59	75,15 a de 10,50	75,46 a de 9,91
Del Nitrógeno Total (%)	34,81 b de 11,54	79,28 a de 7,15	84,13 a de 5,58
De la Pared Celular (%)	74,48 a de 11,04	74,08 a de 9,25	75,83 a de 10,54
De la Materia Orgánica (%)	75,80 a de 9,07	76,26 a de 9,02	77,52 a de 8,95

FPAU: Fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10%

Valores con la misma letra en la misma fila no son estadísticamente significativas ($P > 0,05$). Prueba de Duncan.

La digestibilidad de la pared celular no reportó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P > 0,05$); sin embargo, se encontró una ligera tendencia a una mayor digestibilidad de este componente en el tratamiento con mayor nivel de inclusión de FPAU. Los valores de digestibilidad de la pared celular se consideran aceptables según lo reportado por Laredo y Cuesta (1988).

Satter y Slyter (1973), citados por Navas (1995), señalan que el bajo contenido de proteína total (5 - 8 % MS) en pasturas tropicales conlleva a que las concentraciones de nitrógeno en el rumen no sean adecuadas para obtener máxima eficiencia de síntesis de células, proteína microbiana, y menos aún, el nivel requerido para obtener máxima digestibilidad y consumo de materia seca.

Teniendo como referencia que la base fundamental de la dieta Control fue heno de pangola, con 4,69% de proteína, se debería esperar niveles de digestibilidad de la MS y pared celular bajos; sin embargo, la inclusión del suplemento de maíz, la torta de algodón y la melaza mejoraron las condiciones ruminales al aportar proteína y carbohidratos disponibles para las bacterias y posiblemente por ello no se presentaron diferencias entre los tres tratamientos.

Según lo reportado por varios autores, Berner et al. (1997), Mancine et al. (1997) y Preston y Leng (1987), la adición de carbohidratos fácilmente solubles en dietas con materiales fibrosos amonificados, bajo condiciones prácticas y de experimentación, tiene un efecto positivo muy importante para que la fuente de nitrógeno, en este caso la urea, sea adecuadamente utilizada por las bacterias ruminales.

La inclusión en este ensayo de suplementos fácilmente fermentables, principalmente maíz y melaza, con altos contenidos de carbohidratos solubles (Bergner et al. 1997), posiblemente fueron determinantes para aportar la energía suficiente a las bacterias y lograr un adecuado ambiente ruminal y por ende una adecuada digestibilidad de la MS y pared celular para los tres tratamientos, principalmente en aquellos con altos niveles de nitrógeno amoniacal en el rumen generados por la inclusión de FPAU.

La digestibilidad de nitrógeno total, Tabla 4, fue mayor para los tratamientos con inclusión de FPAU en comparación con el tratamiento Control ($P < 0,05$), pues este último presentó un nivel de digestibilidad bajo (34,81 %). Esto se atribuye principalmente a que en los tratamientos II Y III el nitrógeno provenía de una fuente de más fácil utilización por las bacterias, como es la urea, en

comparación con el tratamiento Control, cuya principal fuente de nitrógeno fue la proteína del heno de pasto pangola y con ausencia total de nitrógeno no proteico procedente de la urea.

CONCLUSIONES

- La alimentación con fibra de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) amonificada con urea al 10%, en niveles de 100% y 50% de la dieta, presentan consumos voluntarios dentro de los límites normales en ovinos alimentados en el trópico.
- La ausencia de efectos negativos sobre el funcionamiento ruminal, medido como pH y nitrógeno amoniacal, demuestra que los individuos en experimentación hicieron un eficiente uso microbiano de los materiales evaluados.
- Los niveles de digestibilidad de la materia seca y de la materia orgánica obtenidos en el presente estudio, indica que los ovinos alimentados con fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10%, en niveles de 100% y 50% de la dieta, realizaron un buen uso de estos materiales.
- La alta digestibilidad del nitrógeno total reportada para el tratamiento III (100% FPAU), demuestra la adecuada utilización que hicieron los microorganismos ruminales del nitrógeno aportado por el alimento amonificado.
- La digestibilidad de la pared celular para los tres tratamientos fue importante, debido al proceso de amonificación y a la suplementación proteica, lo cual permitió una óptima fermentación por parte de los microorganismos ruminales.
- Las unidades experimentales hicieron un buen uso de los componentes celulares de los materiales ofrecidos, demostrado por la alta digestibilidad de la materia orgánica.
- Los resultados encontrados en este experimento sugieren que la alimentación con

fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10% se constituye en una alternativa alimenticia para ruminantes cuando se usa en niveles de 50 y 100%.

RECOMENDACIONES

- Debido a que el 33,33% de la población que consumió fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10%, en niveles de 100% de su dieta, presentaron problemas de compactación del contenido ruminal durante dos de los tres ensayos, se recomienda medir la tasa de pasaje ruminal de la fibra, así como aumentar el período de alimentación, buscando determinar si es un caso eventual o permanente y poder definir sus consecuencias.
- Se sugiere medir qué tipos de microorganismos ruminales están presentes durante la alimentación con 100% y 50% de fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10%, ya que debido a las altas concentraciones obtenidas de nitrógeno amoniacal ruminal, se puede pensar en una posible defaunación ruminal, lo cual beneficiaría la digestibilidad de los nutrientes aportados.
- Se recomienda adelantar nuevas investigaciones que conlleven a establecer diferentes niveles de inclusión de fibra de palma de aceite amonificada con urea al 10%, para establecer las cantidades que mejor se adapten en la nutrición de animales poligástricos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan un agradecimiento póstumo muy especial al Doctor José Antonio Estévez Cancino, piedra angular en el impulso y desarrollo del presente proyecto.

Igualmente expresan su gratitud a Cenipalma, en especial al Doctor Pedro León Gómez, Director Ejecutivo; a Palmas de Casanare, a la Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales, UDCA, principalmente al Doctor Germán Anzola Montero y a la Doctora Ligia Marlene Forero Rey por su permanente apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST. WASHINGTON (USA). 1995. Official Methods of Analysis (16th edit.). AOACM Washington, D.C.
- ALLEN, M.S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal Animal Science* (Estados Unidos) v.74, p.3063-3075.
- BERNER, H.; WOJDKE, D.; LENK, J. 1997. The sacco digestibility of dry matter of wheat straw after treatment with urea sucrose mixtures. *Animal Research and Development* (Alemania) v.45, p. 36-45.
- BLAXTER, K.L.; GRAHAM, N.M.; WAINMAN, F.W. 1956. *In vivo* digestibility. *British Journal of Nutrition*. (Reino Unido) v.10, p.69-91.
- BROWN, W.F.; ADJEI, M.B. 1995. Urea ammoniation effects on the feeding value of guineagrass (*Panicum maximum*) hay. *Journal Animal Science* (Estados Unidos) v.73, p.3085-3093.
- CUESTA R, A.; CONDE R, A.; CARVAJAL S.J.; MORENO, M. 1998. Efecto de la amonificación sobre la calidad nutritiva de la fibra de palma de aceite *Elaeis guinnensis*. *Revista UDCA, Actualidad y Divulgación Científica* (Colombia) v.1 no. 1, p.43-51.
- GRUDSKY, P.; ARIAS, J. 1983. Aspectos generales de la Microbiología del Rumen. Laboratorio de Biología Celular. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile, Santiago de Chile, p. 63-89.
- HENNEBERG, W.; STOHMAN. 1864. Under du Ausnutzung der futterstoffe durch das volljahrige Rind und uder fleischbildung imkoper Desselben. *Beitrage 2 Ur Begrundun einer rationellen futterung der wiedekaver*. Vol. 2 CA. Scheuetsgko and Son Braunschweig.
- ILLIUS, A.W.; JESSOP, N.S. 1996. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *Journal Animal Science* (Estados Unidos) v.74, p.3005-3062.
- JELAN, Z.; JALALUDIN, S. 1985. Supplementation of palm press fibre based diets for swamp buffaloes. Department of Animal Sciences, University Pertanian Malaysia. 1983. *In: The Utilization of fibrous agricultural residues as animal feeds*. University of Merbourne, Canberra. Australia.
- LAREDO M., A.; CUESTA P, A. 1988. Tabla de Contenido Nutricional de Pastos y Forrajes de Colombia. ICA-Colanta, Bogotá, D.C. 70p. (Manual Técnico).
- LENG, R.A. 1990. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. 281 p. *Nutrition Research Review*, v.3, p.277-303.
- MANCINI, U.; LEBZIEN, R.; REINHARDT, R.; FLACHOLOSKY, G.T. 1997. Studies on the influence of differently treated molasses

- ses/urea mixtures versus soybean meal on parameters of rumen fermentation, duodoneal nutrient flow, and *in sacco* degradation of maize silage and wheat straw in non lactating dairy cows. *Animal research and development (Alemania)* v.46, p.75-86.
- MINSON, D.J. 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press, Inc., San Diego, California. 483p.
- NAVAS, A. 1995. *Nutrición de poligástricos*. Universidad a Distancia. Facultad de Ciencias Agrarias, Unisur, Santafé de Bogotá, D.C.
- PRESTON, T.R.; LENG, R.A. 1987. *Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics*. Penambul Books, Armidale, Australia. 245p.
- RAMÍREZ, M. 1996. *Efecto de diferentes niveles de inclusión de urea en bloques multinutricionales sobre el funcionamiento ruminal*. Facultad de Zootecnia, Universidad de la Salle, Santafé de Bogotá, D.C. (Tesis de Zootecnista).
- VAN SOEST, P.J. ROBERTSON J.; LEWIS, B. 1991. Symposium: Carbohydrate Methodology. Metabolism and nutritional Implication in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science (Estados Unidos)* v.74, p.3583 - 3597.