

INFLUENCIA DE LA SUPLEMENTACIÓN EN OVINOS SOBRE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL DEL EXPELLER DE ALMENDRA DE COCO (*Acrocomia aculeata*), Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL

*SUPPLEMENTATION INFLUENCE ON COCONUT KERNEL EXPELLER'S (*Acrocomia aculeata*) RUMINAL DEGRADABILITY, AND RUMEN FERMENTATION CHARACTERISTICS IN SHEEP*

Arias C¹, Valiente O², Corrales MP¹, Rosthoj S¹, Castellani P¹

1 Departamento de Bromatología, Nutrición y Alimentación Animal - Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional de Asunción - San Lorenzo - Paraguay

2 Departamento de Investigación Científica y Tecnológica - Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional de Asunción - San Lorenzo - Paraguay

RESUMEN. Los objetivos de la investigación fueron valorar la degradabilidad ruminal in situ de la Materia Seca (MS) y la Proteína Bruta (PB) del expeller de almendra de coco y, determinar el pH y la concentración de nitrógeno amoniacal en líquido ruminal de ovinos alimentados con una ración a base de heno de *Brachiaria brizantha* suplementados o no con una mezcla de trigo (3/4) y expeller de girasol (1/4). Para el estudio se emplearon 4 ovinos hembras, canuladas en el rumen con un peso promedio de 38 kg confinados en jaulas de piso asignados a dos tratamientos consistentes en: un tratamiento con suplementación (T1) y otro sin suplementación (T2). Las raciones fueron ofrecidas 2 veces por día en partes iguales a las 07:30 y 17:30 horas, y la cantidad suplementada correspondió al 1% del peso vivo en base seca. Para determinar la degradabilidad ruminal in situ de la MS y la PB, del expeller de almendra de coco fueron incubadas en cada animal 2 bolsas de nylon por hora de lectura, a las 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 96 horas. Como resultado del trabajo se observó que la suplementación afectó significativamente la degradación ruminal de las fracciones rápidamente degradable "a" ($p=0,0158$), la fracción potencialmente degradable "b" ($p=0,0499$), la tasa de degradación de la fracción b denominada "c" ($p=0,025$) y el tiempo en que se inició la degradación (LT) ($p=0,0037$) de la MS, sin embargo, los parámetros de degradabilidad ruminal de la PB no fueron afectados por la suplementación. La media general de pH, así como la concentración de nitrógeno amoniacal, fueron influenciadas significativamente ($p<0,001$) por la suplementación, disminuyendo sus valores para el pH y aumentando para el nitrógeno amoniacal.

Palabras clave: degradabilidad ruminal, expeller de almendra de coco, suplementación, ovinos.

ABSTRACT. The research objectives were to evaluate coconut kernel expeller's dry matter and gross protein ruminal in situ degradability and determine pH and ammonia nitrogen concentration in rumen fluid, from sheep fed with *Brachiaria brizantha* hay and supplemented or not with wheatgrass (3/4) and sunflower expeller (1/4) mixture. For the study, 4 sheep, 38 kg average weight, with cannulated rumen were confined in floor cages; assigned in two treatments: with supplementation (T1) and without supplementation (T2). Rations were offered 2 times per day, at 07:30 am and 05:30 pm, supplement amount corresponded to 1% body weight on a dry basis. To determine dry matter and gross protein ruminal in situ degradability, coconut kernel expeller were incubated in each cannula, 2 nylon bags per hour, sampling at 0, 3, 6, 12, 24, 48 and 96 hours. As results was observed that supplementation significantly affected ruminal degradation of rapidly degradable fractions "a" ($p=0.0158$), potentially degradable fraction "b" ($p=0.0499$), degradation rate b fraction called "c" ($p=0.025$) and dry matter degradation start time ($p=0.0037$), however, gross protein ruminal degradability parameters were not affected by supplementation. Overall mean pH and ammonia nitrogen concentration were significantly influenced ($p<0.001$) by supplementation, decreasing pH values and increasing ammonia nitrogen.

Keywords: ruminal degradation, coconut kernel expeller, supplementation, sheep.

Dirección para correspondencia: Prof. Dr. Oscar Luis Valiente Villalba - Departamento de Investigación Científica y Tecnológica Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional de Asunción - San Lorenzo - Paraguay.

E-Mail: ovaliente@vet.una.py

Recibido: 16 de setiembre de 2014 / **Aceptado:** 09 de diciembre de 2014

INTRODUCCIÓN

La *Acrocomia aculeata* pertenece a la familia de las Arecaceae, cuya dispersión geográfica es mundial, con muchas especies útiles en forma doméstica e industrial. Los frutos de esta especie ya han venido utilizándose como materia prima oleaginosa desde inicios del siglo XX en Paraguay. Debido a la abundancia relativa de material "silvestre", su explotación no ha sido acompañada de una "domesticación" o cultivo racional de la especie (1).

El fruto solo se industrializa en el Paraguay y sus componentes más importantes en base a materia fresca comprenden la pulpa, que representa entre el 30 al 40% del peso del fruto, cuyo tenor de aceite varía desde 20 hasta 47%, y que tras la extracción deja un subproducto, el expeller de pulpa de coco (EPC). Mientras que el otro componente, la almendra, representa entre el 7 al 12 % del fruto, conteniendo entre 50 a 60% de aceite, quedando como subproducto de la extracción, el expeller de almendra de coco (EAC) (2).

El EPC y el EAC son utilizados como ingredientes en la ración de animales domésticos, en proporciones diferentes según la especie y categoría animal (3). En este sentido, son más ampliamente incorporados en la alimentación de los animales rumiantes como componentes en la formulación de concentrados, así como suplementos directos del forraje en condiciones de pastoreo.

El EAC se caracteriza por ser un suplemento con elevada concentración de PB (4), pero que para su uso como tal requiere todavía de algunos estudios fundamentales para ser más ampliamente incorporados en la alimentación animal.

En este sentido, cabe señalar que los sistemas modernos de alimentación requieren del conocimiento de características como la degradación ruminal de los componentes bromatológicos, especialmente de MS, Materia Orgánica (MO) y PB de las materias primas, para formular raciones y predecir el desempeño animal. La valoración in situ es un método adoptado como referencia para valorar los parámetros de degradabilidad ruminal (5).

A nivel país no se dispone de información

publicada sobre la degradabilidad ruminal del EAC como alimento único, a pesar de su amplia utilización como fuente proteica, y los estudios realizados, apenas se han enfocado sobre lo que es su digestibilidad aparente in vivo de la MS, MO, PB, Fibra Neutra Detergente (FND), Materia Grasa (EE), e in vitro de la MS y MO (2,4).

La información, más reciente que existe es la de Stanley, 2013, donde se encaró el estudio de la degradabilidad ruminal in situ del EAC, pero en condiciones de pastoreo sobre pastura cultivada monofítica (*Brachiaria brizantha*) y pradera nativa, con dos niveles de suplementación (6).

Teniendo en cuenta la escasa disponibilidad de antecedentes, el presente trabajo apunta a valorar la degradabilidad ruminal en condiciones controladas de alimentación, proporcionando como ración voluminosa heno de *Brachiaria brizantha*, que representa uno de los pastos más extensamente cultivados en el país, y con un nivel de suplementación que es aplicado frecuentemente en condiciones locales, para lo que se plantea utilizar como componentes del suplemento materias primas clásicas, entre los que se incluyen al expeller de girasol y el triguillo. Además, con la realización de este trabajo se busca comprobar cómo influye la suplementación sobre el ambiente ruminal y su relación con la degradabilidad.

Se plantea entonces como objetivo general valorar la degradabilidad ruminal in situ de MS y la PB del expeller de almendra de coco en ovinos que reciben dos niveles de suplementación, y determinar su efecto sobre el pH y el nitrógeno amoniacal del líquido ruminal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue de tipo experimental, para lo cual se utilizaron 4 ovinos hembras mestizas de las razas Corriedale y Hampshire Down, canulados en el rumen con peso vivo promedio de 38 kg. Los animales fueron asignados a dos tratamientos en los cuales se incubaron dos muestras de alimentos por cada hora de incubación (n=4).

Las muestras del EAC fueron tomadas a partir de las prensas extractoras de aceite de Industrial Aceitera S.A.C, que procesa

exclusivamente *Acrocomia aculeata*. La toma de muestra fue realizada de manera puntual de cada prensa hasta alcanzar los 40 kg que podía acumularse en cada saco, con una frecuencia de 2 veces por semana y por un periodo de 4 meses. Al final de este tiempo la totalidad de las mismas fueron molturadas y homogeneizadas en una mezcladora vertical (con capacidad de 2 toneladas por vez), una parte de la muestra homogeneizada fue utilizada para incubar en el rumen.

Se establecieron dos tratamientos, en el tratamiento 1 (T1) la ración estuvo constituida por heno de *Brachiaria brizantha* cultivar MG5 (picado entre 3-5 cm de largo), mezclado con un suplemento de concentrado constituido por triguillo (3/4) y expeller de girasol (1/4) ambos de un mismo grupo de alimento, ofertado en cantidad correspondiente al 1% del peso vivo del animal en base a MS, con una frecuencia de 2 veces por día (en partes iguales), a las 07:30 y 17:30 horas. El tratamiento 2 (T2) fue sin suplementación con concentrado. Se determinó, además, la composición química de los alimentos utilizados.

La cantidad de alimento voluminoso proporcionado por animal fue de 400 gramos por día para los animales del T1 más 400 gramos de concentrado y 800 gramos por día del heno para los animales del T2 tanto en el periodo de acostumbramiento (15 días) como en el de incubación, todo en materia fresca.

El agua de bebida fue ofrecida a voluntad y renovada diariamente. También se ofertó a cada animal 30 gramos por día de sal mineral comercial, específica para ovinos.

Se realizó el pesaje individual de las ovejas al inicio y al final del experimento, que fueron colocadas en jaulas de piso individuales (2,65 x 2,65 metros de largo por ancho y 0,9 metros de alto). Se procedió a la desparasitación 15 días antes del inicio del periodo de acostumbramiento, aplicando albendazol en dosis de 10 mg por kg de peso vivo por vía oral y closantel en dosis de 10 mg por kg de peso vivo por vía subcutánea.

La incubación ruminal del EAC se realizó en bolsas de nylon, con porosidades de 48 μm de diámetro, 10 cm de ancho y 20 cm de largo, cargado con 5 gramos de materia seca del alimento por bolsa,

que fue molida en un molino martillo con una criba de 2 mm y depositadas en el rumen en un tiempo de incubación de 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 96 horas para cada animal. Luego de ser retiradas las bolsas del rumen fueron lavadas con agua de grifo hasta obtener un líquido transparente, seguidamente secadas a 60°C en estufa de aire forzado durante 24 hs, con el fin de determinar la degradación de la MS. Posteriormente se realizó la determinación de PB de los residuos de las bolsas de incubación.

Tanto las muestras de alimentos como los residuos de las bolsas de incubación y el líquido ruminal, fueron analizados químicamente siguiendo las técnicas propuestas por la AOAC, 1963 para determinar los porcentajes de MS, EE, PB correspondientes al método de Weende (7). Las determinaciones de FND y AFD se realizaron siguiendo el método de Van Soest, 1967 (8).

El líquido ruminal se obtuvo con la ayuda de una sonda de goma rígida, adaptada a una jeringa de 60 ml que inmediatamente fue descargada en un vaso precipitado de vidrio que fue recogido a las 07:00, 10:00, 14:00, 19:00, 23:00 y 07:00 horas del día siguiente de retirada la última bolsa de incubación ruminal, denominándose como horas 0, 3, 7, 12, 16 y 24, respectivamente.

El líquido ruminal fue filtrado a través de 4 capas de gasas en un vaso precipitado de vidrio, luego se tomaron 10 ml del mismo con una pipeta aforada del mismo volumen y se colocaron en tubos de ensayo de 13 ml que contenían como conservante ácido sulfúrico al 50% en una cantidad de 0,2 ml. Posteriormente la muestra fue refrigerada para la determinación de la concentración de nitrógeno-amoniaco (N-NH₃), a partir del siguiente día. El pH fue inmediatamente medido a través de un pHmetro digital y la concentración de amoniaco se determinó siguiendo la técnica de fenol-hipoclorito propuesta por Weatherburn, 1967 (9).

La MS y la PB degradadas en el rumen de cada bolsa incubada se ajustó según el modelo exponencial descrito por Orskov y Mc Donald (1979) (10):

$$Y = a + b[(1 - e^{-ct})] \quad \text{siendo:}$$

“Y” el porcentaje del componente que desaparece en el tiempo “t”;
 “a” el porcentaje de la fracción soluble o rápidamente degradable;
 “b” el porcentaje de la fracción potencialmente degradable;
 “c” la tasa fraccional de degradación de la fracción “b” expresada en % por hora.

La fracción no degradable “u” fue calculada con la fórmula $u = 100 - (a+b)$. La determinación de los parámetros a, b y c de este modelo fueron calculados a través de una regresión no lineal con la ayuda del paquete informático llamado Curve Expert en su versión 1.4. El lag time o tiempo para iniciar la degradación “LT” se calculó utilizando la fórmula $LT = \log(P - (a+b)/-b) / -c$ siendo P el porcentaje de degradabilidad de la hora 0.

La Degradabilidad Efectiva (DE) se calculó para las tasas de flujo ruminal teórico de 3% por hora y 6% por hora denominada Kp ($Kp = 0,03 \text{ h}^{-1}$ y $Kp = 0,06 \text{ h}^{-1}$), utilizando la fórmula:

$$DE = a + (b \times c) / (c + kp)$$

Cada uno de los valores de los parámetros ruminales determinados según las ecuaciones presentadas en los párrafos anteriores para ambos tratamientos fueron sometidos a test de significancia (t de student) con un nivel de error máximo de 5%, así como el nivel de pH y concentración de amoníaco, utilizando el paquete estadístico InfoStat versión 2013 (11).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los contenidos en MS, PB, FND, FAD, EE y cenizas del heno de *Brachiaria brizantha* del EAC, utilizados en el estudio y del expeller de girasol y el triguillo incluidos como suplemento.

La composición química del heno de *Brachiaria brizantha* muestra una baja concentración en PB, menor al 7% requerido como mínimo por los microorganismos del rumen para no deprimirse en su actividad (12). Aunque similares a otros henos de gramíneas que alcanzan un promedio de 4% de PB, así como en el contenido de FND (13).

Las características del EAC evidencian que se corresponden a las de un concentrado proteico, y es comparable con otros expellers de oleaginosas como el de algodón (media de 38,7% de PB) y girasol (media de 36 % de PB) (14). Otro aspecto a observar es el elevado contenido de FND y FAD en los análisis bromatológicos, debido al elevado contenido en carozo, que la industria hasta ahora no pudo separar totalmente como para reducir a niveles comparables a tortas de otras oleaginosas existentes en el mercado, valores similares fueron encontrados en

otros estudios (3).

Respecto al expeller de girasol, también presenta un tenor proteico elevado y el triguillo un valor intermedio, pero con niveles de pared celular bajo.

Tabla 1: Composición promedio en MS, PB, FND FAD y cenizas del heno de *Brachiaria brizantha* cultivar MG5, además de EE en expeller de almendra de coco, expeller de girasol y triguillo, todos expresados en porcentaje (%) en base seca, la MS está expresada en base fresca.

| Componente (%) | Heno de <i>Brachiaria brizantha</i> MG5 | Expeller de Almendra de Coco | Expeller de Girasol | Triguillo |
|----------------|---|------------------------------|---------------------|-----------|
| MS | 95,65 | 93,50 | 91,74 | 90,12 |
| PB | 4,38 | 37,76 | 34,11 | 14,43 |
| FND | 75,5 | 64,73 | 39,56 | 21,76 |
| FAD | 44,40 | 31,23 | 28,72 | 3,85 |
| EE | - | 9,36 | 4,21 | 1,96 |
| Cenizas | 5,64 | 7,45 | 6,59 | 2,13 |

En la Tabla 2 se presentan los valores de la degradabilidad ruminal potencial de la fracción soluble o rápidamente degradable denominada “a”, de la fracción potencialmente degradable denominada “b”, de la tasa fraccional de degradación de la fracción b denominada “c”, de la fracción no degradable denominada “u”, del lag time o tiempo hasta iniciar la degradación (LT), así como la degradabilidad efectiva con una tasa teórica de flujo ruminal de 3% por hora (DE03) y de 6% por hora (DE06) para la MS y PB del expeller de almendra de coco estudiados en ambos tratamientos.

Tabla 2. Valores promedios de degradabilidad ruminal de la MS y la PB del EAC del T1: con suplementación y T2: sin suplementación, error estándar de la media (EEM) y probabilidad de la diferencia (P).

| | Tratamientos | | | | |
|----|--------------|-------|-------|-------|--------|
| | T1 | T2 | EEM | P | |
| MS | a | 14,53 | 12,40 | 0,45 | 0,0158 |
| | b | 63,54 | 74,30 | 3,11 | 0,0499 |
| | c | 0,015 | 0,023 | 0,002 | 0,0225 |
| | u | 21,93 | 13,30 | 2,74 | 0,0677 |
| | LT | 3,11 | 6,10 | 0,46 | 0,0037 |
| | DE03 | 41,87 | 37,21 | 2,02 | 0,1546 |
| | DE06 | 31,98 | 23,34 | 1,39 | 0,0561 |
| PB | a | 13,80 | 13,82 | 2,25 | 0,9946 |
| | b | 70,91 | 80,32 | 6,28 | 0,3301 |
| | c | 0,03 | 0,02 | 0,010 | 0,4083 |
| | u | 15,30 | 5,86 | 4,87 | 0,2638 |
| | LT | 1,99 | 0,02 | 1,84 | 0,4785 |
| | DE03 | 44,57 | 45,13 | 4,55 | 0,9361 |
| | DE06 | 34,49 | 33,29 | 4,17 | 0,8521 |

a: la fracción soluble o rápidamente degradable, b: la fracción potencialmente degradable, c: la tasa fraccional de degradación de la fracción b, u: la fracción no degradable, DE03: la degradabilidad efectiva con una tasa de flujo ruminal de 3% por hora, DE06: la degradabilidad efectiva con una tasa de flujo ruminal de 6% por hora, LT: el lag time o tiempo hasta iniciar la degradabilidad.

La desaparición ruminal de la fracción soluble "a", de la fracción potencialmente degradable "b", la tasa fraccional de degradación de la fracción "c" y el LT de la MS fueron afectadas de manera estadísticamente significativas por los tratamientos ($p < 0,05$), observándose que la fracción "a" presenta un valor mayor en los suplementados (T1). Sin embargo, con la fracción "b" y la fracción "c" sucedió lo contrario, las cuales probablemente pudieran deberse a una menor actividad microbiana celulolítica atribuida a la incidencia de la suplementación (efecto del triguillo) tal como se ve reflejada en el descenso del pH como se verá más adelante que podría ocasionar la reducción de la actividad de este grupo de bacterias de la microflora ruminal. El LT también fue afectado significativamente ($p < 0,05$), apreciándose que la degradación se inicia más rápidamente en los animales suplementados (T1), y que concuerda con los resultados encontrados por Stanley (2013), al igual que la degradabilidad potencial sobre pradera nativa monofítica con suplementación reportada por dicho autor (6).

En cuanto a la fracción no degradable "u", la DE03 y la DE06 no presentan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p > 0,05$), aunque para el primero y el último se observa una tendencia a la significancia ($p < 0,1$) con valores promedios más elevados en los suplementados (T1). Con respecto a la degradabilidad potencial de la MS del EAC, esta fue menor a la del expeller de soja y de palmiste. Sin embargo, fue muy similar a la de expeller de girasol y de copra (15).

Los valores de las fracciones a, b, c, u, el LT, la DE03, DE06 de la PB del EAC no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$), resultados que corresponden a los observados en un trabajo similar (6). Aunque en el caso de la fracción potencialmente degradable "b" presenta una diferencia cuantitativa apreciable con mayores valores en el T2 en relación al T1 (80,32 vs 70,91), sin embargo la fracción no degradable "u" fue cuantitativamente más elevada en los suplementados (T1). En lo que se refiere a la degradabilidad potencial de la PB del EAC, en el presente trabajo fue inferior a la del expeller de soja, expeller de girasol y expeller de palmiste (15, 16).

En la Tabla 3 se presentan los valores promedio de pH y de las concentraciones de nitrógeno amoniacal (N-NH₃) en líquido ruminal obtenidos en diferentes momentos de muestreo durante 24 horas de los ovinos que recibieron suplementación (T1) y los no suplementados (T2).

El valor promedio general del pH para los tratamientos 1 y 2 fueron significativamente diferentes (6,02 vs 6,72, $p < 0,001$). A pesar de que los valores promedios generales presentaron dicha diferencia, se observa sin embargo, que en la mayoría de las horas analizadas no alcanzan a serlo, no así en la hora 3 donde sí se observó diferencia significativa ($p < 0,05$), la que probablemente se deba al efecto de la suplementación matinal. No obstante, si solo se aprecia desde el punto de vista cuantitativo, en todas las horas, en el tratamiento con suplementación los valores de pH son más bajos.

Tabla 3: Valores promedios de pH y de concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH₃) en líquido ruminal de ovinos encontrados en las distintas horas de muestreo de ambos tratamientos (T1 y T2), así como el error estándar de la media (EEM) y la probabilidad de la diferencia (P).

| pH | Tratamientos | | | |
|-------------------|--------------|------|-------|------|
| | T1 | T2 | EEM | P |
| Hora 0 | 6,03 | 6,72 | 0,10 | 0,16 |
| Hora 3 | 5,84 | 6,65 | 0,03 | 0,03 |
| Hora 7 | 6,29 | 6,62 | 0,05 | 0,26 |
| Hora 12 | 6,02 | 6,48 | 0,08 | 0,24 |
| Hora 16 | 5,80 | 6,37 | 0,06 | 0,14 |
| Hora 24 | 6,15 | 6,27 | 0,13 | 0,77 |
| N-NH ₃ | | | | |
| Hora 0 | 18,76 | 4,6 | 6,9 | 0,03 |
| Hora 3 | 30,95 | 2,96 | 11,58 | 0,01 |
| Hora 7 | 26,41 | 1,70 | 54,65 | 0,07 |
| Hora 12 | 24,50 | 1,26 | 6,13 | 0,01 |
| Hora 16 | 21,99 | 1,98 | 4,24 | 0,01 |
| Hora 24 | 16,47 | 4,98 | 6,45 | 0,04 |

En comparación con otras investigaciones realizadas en animales suplementados y no suplementados, los valores de pH del presente trabajo son similares a otro, donde se obtuvieron niveles de pH que variaron de 6,42 a 6,95. Sin embargo, rangos más elevados de pH fueron encontrados por Foster 2009 (7,9 a 7,1) y Manella 2003 (6,9 a 7,4), que incluso superaron, a los no suplementados T2 (18, 19). Hay que señalar que estas investigaciones se realizaron en condiciones de pastoreo y recibiendo solamente suplementación

proteica en distintos niveles. Otro aspecto a tener en cuenta es que casi todos los valores observados en el presente trabajo se encuentran dentro del rango de valores considerados fisiológicos de 5,5 a 6,5 (13).

Las concentraciones promedio general de nitrógeno amoniacal en líquido ruminal evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) entre tratamientos, y las ovejas sometidas a la suplementación (T1) presentaron una concentración media de 23,18 mg/100ml, mientras que en las no suplementadas (T2) la media solo fue de 2,91 mg/100ml. Además, se observan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) prácticamente en todas las horas de muestreo, debido al efecto de la suplementación ofrecida, que en todos los casos presentaron valores de N-NH₃ más elevados. En tal sentido, la máxima concentración de nitrógeno amoniacal para el T1 se presentó en la hora 3 que concuerda con el segundo pico más bajo de pH (ver Tabla 3) como consecuencia de la suplementación recibida unas 3,5 horas antes de tomar dicha muestra, que coincide con el trabajo de Cajarville et al (2006) quienes también encontraron una relación negativa entre estos dos parámetros (20).

Los valores obtenidos de N-NH₃ en el T1 se encuentran dentro del rango de concentración óptima, que oscila entre 8 a 30 mg/100ml (13), y como es de esperar al ser el heno de *Brachiaria brizantha* muy pobre en PB (ver Tabla 1) todos los valores encontrados en el T2 fueron inferiores al mínimo necesario para una buena eficiencia de síntesis de proteína microbiana.

CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos en la investigación se puede señalar que la suplementación afecta significativamente a algunos de los parámetros de degradabilidad ruminal de la MS, primero retrasando el ritmo fraccional de degradación de la fracción b denominada "c", y segundo reduciendo la degradabilidad de la fracción potencialmente degradable "b". En cuanto a la degradabilidad efectiva (DE) tanto de la MS como de la PB se observan que estas se incrementan cuando se considera el flujo ruminal más lento, y de manera independiente de la suplementación. El tiempo para iniciar la degradabilidad de la MS (LT) se adelanta cuando se mejoran las condiciones ruminales en los animales que reciben la suplementación.

Respecto a los parámetros de degradabilidad ruminal de la PB estudiados, en ningún caso fueron afectados de manera significativa por la suplementación.

Los valores promedios de pH en los animales suplementados fueron inferiores a los no suplementados, pasando lo contrario con el nitrógeno amoniacal.

AGRADECIMIENTOS

A Industrial Aceitera S.A.C por proveer y recoger las muestras de expeller de almendra de coco durante 4 meses. A Winston Stanley por proveer las ovejas canuladas y las bolsas de incubación. A Rafael Pintos y Roger Gonzáles por canular a las ovejas. También a los profesionales, técnicos y personal de apoyo del Departamento de Bromatología, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). A Carlos Méndez, del Laboratorio de Calidad de Agua de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNA por el análisis de nitrógeno amoniacal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acrocomia Solutions, Acrocomia: palmera de múltiple utilización y alto potencial productivo. (monografía en Internet). Obligado, Paraguay: Acromias Solutions 2013. Consultado el 13 de Noviembre de 2014. Disponible en: <http://acrocomiasolutions.com/es/acrocomia/descripci on-botanica>
2. Duarte Rodríguez JE. Valor nutricional del expeller de almendra de coco a través de ensayos de digestibilidad in vitro de la materia orgánica y la materia seca en ovinos. (Tesis.) San Lorenzo, Paraguay: Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Asunción; 2009.
3. Sheffer S, Rodríguez A. Efectos del empleo de coco (Mbokajá) en la alimentación animal. San Lorenzo, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción, DDI, CEMIT; 1992.
4. Corrales MP. Valoración de la Digestibilidad in vivo e in vitro del expeller de almendra del AcrocomiaTotaiMart en ovinos. (Tesis Maestría en Nutrición y Alimentación Animal). San Lorenzo, Paraguay: Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional de Asunción; 2010.

5. Vanzant ES, Cochra RC, Titgemeyer EC. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. *J. Anim. Sci. (US)*. 1998; 76: 2717-2729
6. Stanley W. Degradabilidad in situ y fermentación ruminal en ovinos en pastoreo que reciben suplementos de expeller de almendra y de pulpa de coco (*Acrocomia aculeata*). (Tesis Máster of Science). Zaragoza: Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza; 2013.
7. Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analyses of the Association Of Official Agricultural Chemists. 9a ed. Washington: Association of Official Agricultural Chemists; 1963.
8. Van Soest PJ, Wine RH. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell-wall constituents. *J. Association Official Analysis Chemists*. 1967; 50:50.
9. Weatherburn MW. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Anal Chem*. 1967; 39: 971-974.
10. Orskov ER, McDonald I. Estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. AGR. SCU*. 1979; 92: 499-503.
11. Di Rienzo J, Casanoves F, Balzarini M.G, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStatversión. Córdoba: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2013.
12. McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA. *Nutrición Animal*. Trad. Por Rafael Sanz Arias. 5ª ed. Zaragoza: Acribia; 2006. 517p.
13. Valadares Filho SC, Machado PAS, Chizzotti ML. BR-Corte 1.0. Cálculo de exigencias nutricionais e formulacao de dietas. 2012. (Acceso el 13 de noviembre de 2014). Disponible en <http://www.brcorte.com.br>
14. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Tabla de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. (monografía en Internet). España; 2010. (acceso el 13 de noviembre de 2014). Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/concentrados_proteina_vegetal
15. Sauvant J, Pérez J, Tran G. Tablas de composición y valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas de la Asociación Francesa de Zootecnia y el Instituto Nacional Agronómico de Paris-Grignon. Madrid: Mundi Prensa; 2004. 320 p.
16. AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Wallingford, UK: CAB International; 1993.
17. Muinga RW, Topps JH, Rooke JA, Thorpe W. The effect of supplementation with *leucaena-leucocephala* and maize bran on voluntary food-intake, digestibility, live weight and milk-yield of bos-indicus x bos-taurus dairy-cows and rumen fermentation in steers offered *pennisetum-purpureum* ad-libitum in the semi-humid tropics. *J. Anim. Sci.* 1995; 60: 13-23.
18. Foster JL, Adesogan AT. Intake, digestibility, and nitrogen retention by sheep supplemented with warm-season legume hays or soybean meal. *J. Anim. Sci.* 2009; 87: 2891-2898.
19. Manella, QM, Lourenço, JA, Leme, PR. Recria de bovinos nelore en pastos de *Brachiaria brizantha* com suplementação proteica ou com acesso a banco de proteína de leucaenaleucocephala. Características de fermentação ruminal. *RBZ*. 2003; 32: 1002-1012.
20. Cajarville C, Aguerre M, Repetto JL. Rumen pH, NH3-N concentration and forage degradation kinetics of cows grazing temperate pastures and supplemented with different source of grain. *INRA, EDP, Sciences. Anime Res.* 2006; 55: 511-520.