

CINÉTICA DE DEGRADACIÓN *IN SITU* DE LA *Leucaena leucocephala* Y *Panicum maximum*

In situ Degradation Kinetics of *Leucaena leucocephala* and *Panicum maximum*

Rosa Razz¹, Tyrone Clavero¹ y Juan Vergara²

¹Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia. Apdo. 15098. Maracaibo 4005. Venezuela. E-mail: rosarazz@hotmail.com ²INIA-Estación Local El Guayabo. Estado Zulia

RESUMEN

Se realizó un estudio en la Estación Experimental El Guayabo-INIA, ubicada en el municipio Catatumbo, estado Zulia, en el occidente de Venezuela, zona caracterizada como bosque húmedo tropical; con el objeto de evaluar la degradabilidad *in situ* de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de la *Leucaena leucocephala* y pasto guinea (*Panicum maximum*). Los tiempos de incubación evaluados fueron 0, 6, 12, 24, 48 y 72 horas, utilizándose un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2 x 6 y tres repeticiones. Los parámetros de degradación fueron evaluados por regresión no lineal. Los resultados obtenidos mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$) de las especies sobre la cinética de degradabilidad *in situ* de la MS. Observándose una mayor degradabilidad inicial (20,83%) y efectiva (49,53%) en la leucaena, mientras que, la degradabilidad máxima (58,68%) fue superior en el pasto guinea. La menor tasa de degradación ($0,0389 \text{ h}^{-1}$) se observó en el pasto guinea y la degradabilidad potencial no mostró diferencias entre las especies. En cuanto a la PC, los mayores porcentajes de degradabilidad inicial (6,12) y potencial (52,10) se obtuvieron en el pasto guinea, mientras que, la tasa de degradación fue inferior ($0,013 \text{ h}^{-1}$) a la de la leucaena. La degradabilidad máxima de la PC fue similar entre las especies.

Palabras clave: Degradabilidad ruminal, *Leucaena leucocephala*, *Panicum maximum*

ABSTRACT

An experiment was carried out at El Guayabo-INIA Experimental Station, in Catatumbo municipality, Zulia state, in the western region of Venezuela, in a tropical humid forest; in order to evaluate *in situ* dry matter (DM) and crude protein

(CP) degradability of *Leucaena leucocephala* and guinea grass (*Panicum maximum*). Incubation times were 0, 6, 12, 24, 48 and 72 hours, in a completely randomized design with a 2 x 6 factorial arrangement and three replications. The obtained results showed significant effects ($P < 0.05$) of species on *in situ* degradability kinetics of DM. A greater initial (20.83%) and effective (49.53%) degradability was observed in leucaena, while, guinea grass showed the highest maximum degradability (58.68%). The lower degradation rate of DM (0.0389 h^{-1}) was observed in guinea grass and potential degradability was not different between species. The highest CP percentage of initial (6.12%) and potential (52.10%) degradability was obtained in guinea grass, while, the degradation rate was lower (0.013 h^{-1}) in leucaena. The maximum degradability of CP was the same for both species.

Key words: Ruminant degradability, *Leucaena leucocephala*, *Panicum maximum*.

INTRODUCCIÓN

Las gramíneas tropicales presentan fluctuaciones en su valor nutritivo a través del año, disminuyendo su calidad especialmente en la época seca, produciendo una deficiente respuesta animal y como consecuencia la presencia de sistemas productivos y reproductivos deficientes [12]. En esta época, las leguminosas forrajeras arbóreas juegan un papel muy importante debido a que proveen un forraje rico en nutrientes, específicamente en proteínas, vitaminas y minerales, por lo que se pueden utilizar como suplementos en las dietas para rumiantes e incrementar la ingestión y la digestibilidad de los forrajes de menor calidad [6].

La estimación de la degradabilidad *in situ* a través de las diferentes metodologías propuestas a nivel mundial, tiene como objetivo evaluar algunas características como la tasa y magnitud de la ingestión de alimentos, las cuales están relacionadas con la calidad nutritiva de los forrajes [29], y puede

dar un indicativo del aporte de nutrientes de las diferentes fuentes alimenticias utilizadas en los rebaños bovinos.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental

La fase experimental de esta investigación se realizó en la Estación Experimental El Guayabo, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA); ubicada en el municipio Catatumbo, estado Zulia, Venezuela. Localizada geográficamente a 08°39'16" latitud norte y 72°19'56" longitud oeste. La zona está clasificada como bosque húmedo tropical, cuya precipitación promedio anual es de 1802,5 mm/año y una temperatura media anual de 28°C [5].

Recolección y preparación de las muestras

Las muestras fueron recolectadas en la hacienda "Nueva Venezuela", ubicada en el municipio Rosario de Perijá, estado Zulia, ubicada geográficamente a 10°15' latitud norte y 72°40' longitud oeste. Las muestras fueron cosechadas en un banco de proteínas de *Leucaena leucocephala*, y de potreros de pasto guinea (*Panicum maximum*) creciendo en monocultivo. Las muestras de leucaena estaban constituidas por material comestible (hojas y tallos con diámetro < a 5 mm) con 42 días de rebrote y las de pasto guinea se cosecharon antes de la floración, simulando pastoreo. Las muestras cosechadas se trasladaron al laboratorio de Nutrición Animal, de la Facultad de Agronomía-LUZ y se pesaron. Se colocaron en una estufa a 65°C durante 48 horas y posteriormente se molieron en un molino Willey, utilizando una criba de 2 mm, para su posterior análisis, según la metodología descrita por la AOAC [2]. La composición química de la *L. leucocephala* y *P. maximum* se muestran en la TABLA I.

Animales y alimentación

Se utilizaron dos animales, machos de la raza Criollo Limonero, con edad promedio de 25 meses y un peso de 380 ± 15 kg, con fístula permanente en el rumen. Antes de la incubación, los animales recibieron una dieta basada en 2 kg/día de leucaena (secada al aire) y pasto alemán (*Echinochloa polys-*

tachya) fresco repicado dos veces al día (a las 0800 y 1500 h) durante quince días, con la finalidad de mantener estable el ambiente ruminal.

Degradabilidad ruminal

Se utilizó la técnica de la bolsa de nylon, según la metodología descrita por Rskov y col. [22]. El tamaño de la malla de la bolsa es de 50 µm y el tamaño de la misma es de 140 x 90 mm. Las muestras de pasto guinea y leucaena se incubaron secas y molidas a 2 mm, empleándose 10 g de muestra/bolsa, se utilizaron 3 bolsas por cada especie para los diferentes tiempos de incubación, para un total de 36 bolsas por animal. Los tiempos de incubación fueron 0, 6, 12, 24, 48 y 72 horas. Se inició con la introducción de las bolsas de mayor tiempo de incubación (72 horas), finalizándose con el tiempo cero. Cumplidas las 72 horas de incubación, las bolsas fueron retiradas del rumen y lavadas con agua corriente hasta que ésta salió clara o limpia. Posteriormente, se secaron en una estufa de circulación forzada de aire a una temperatura de 105°C, obteniendo de esta forma la materia seca. A las muestras se les determinó proteína cruda mediante la técnica Kjeldahl [2].

Estimación de los parámetros de degradación ruminal

Los porcentajes de degradación de la MS y PC se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ degradabilidad} = \frac{\text{cantidad inicial (g)} - \text{cantidad residual (g)}}{\text{cantidad inicial (g)}} * 100$$

La degradabilidad de la materia seca y proteína cruda se ajustó por el modelo descrito por Rskov [23]:

$$Y = a + b(1 - e^{-ct})$$

Donde:

- Y = Porcentaje de degradación acumulada en el tiempo t, %.
- a = Intercepto de la curva de degradación cuando t = 0 (degradabilidad inicial, %).
- b = Fracción degradada por acción de los microorganismos (degradación máxima, %).
- c = Tasa de degradación, % h⁻¹.
- t = Tiempo de incubación en el rumen, horas.
- e = Base de los logaritmos naturales.

TABLA I
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA *L. leucocephala* y *P. maximum*

| Especie | MS | PC | FDN % | FDA | LIG |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|------|
| <i>Leucaena</i> | 89,16 | 26,78 | 42,64 | 34,19 | 5,08 |
| <i>Panicum</i> | 90,22 | 11,77 | 67,63 | 48,27 | 7,68 |

MS= materia seca PC= proteína cruda FDN= fibra detergente neutra FDA= fibra detergente ácida Lig= lignina.

El tiempo medio de degradación de la MS y PC, el cuál indica el tiempo necesario para que la mitad del material se degrade, se determinó según la metodología descrita por Kempton [15].

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con arreglo factorial 2 x 6 (dos especies y seis tiempos de incubación). El ajuste de las curvas de degradabilidad, se realizó mediante el procedimiento de regresión no lineal (PROC NLIN) del paquete estadístico SAS [30]. Asimismo, se efectuó un análisis de varianza y la comparación de medias a través de la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Degradabilidad *in situ* de la materia seca

Los análisis de varianza mostraron efectos significativos ($P < 0,05$) de la especie sobre la degradabilidad inicial, la tasa de degradación, degradabilidad máxima y la degradabilidad efectiva de la materia seca, mientras que, no existieron efectos sobre la degradabilidad potencial.

Las características de la cinética de degradación de la MS se muestran en la TABLA II y FIGS. 1 y 2. Los valores para la degradabilidad inicial (fracción soluble), tasa de degradación y degradabilidad efectiva fueron estadísticamente ($P < 0,05$) superiores en leucaena. La degradabilidad máxima fue mayor en el pasto guinea, mientras que, no existieron diferencias en la degradabilidad potencial en ambas especies. La degradabilidad potencial de la MS en ambas especies fue similar, sin embargo, en el pasto guinea el mayor porcentaje de degradabilidad estuvo constituido por la fracción insoluble que es potencialmente degradable por los microorganismos del rumen y que puede estar relacionada con los altos niveles de FDN y FDA presentes en esta especie que disminuyen la digestibilidad del forraje y trae como consecuencia una disminución en la tasa de degradación, tasa de pasaje del forraje a través del rumen y el consumo. Consideraciones similares fueron observadas por Pulido y Leavep [25].

Los valores observados en leucaena para los distintos parámetros son superiores a los reportados por Keir y col. [14] y Delgado y col. [6], quienes señalaron que la presencia de taninos en variedades de esta especie y otros factores de la

planta puede influir en la baja degradación de la materia seca. En la presente investigación se evaluó la accesión CIAT 7984 cuyo contenido de mimosina es 3,59 % [8], valor considerado bajo dentro del rango normal para la especie [4, 7].

La menor degradación de la materia seca en gramíneas tropicales de mediana a baja calidad, está asociada a los altos contenidos de paredes celulares, aunado a la lignificación de la pared celular, factores que se convierten en severas limitantes para el mejoramiento de la digestión ruminal de los nutrientes contenidos en los forrajes y afectan negativamente la degradabilidad de la materia seca [17, 26]. En esta investigación, el pasto guinea presentó altos contenidos de fibra detergente neutro (67,63%), pero estos valores son inferiores a los reportados en otras especies como *Brachiaria humidicola* [3], *Cenchrus ciliaris* y *Panicum halli* [23], con 85,56: 74,4 y 68,0%, respectivamente y con parámetros de degradabilidad menores a los observados en este experimento. Además, la velocidad o tasa de degradación de la MS en el pasto guinea es lenta, lo cual indica que la cantidad de energía que puede ser extraída del forraje durante el tiempo que permanece en el rumen es baja. Fernández [10] ha señalado que a medida que el nivel de fibra (FDN) se incrementa en valores superiores al 60%, aumenta en forma proporcional el tiempo de retención del alimento en el rumen, donde la celulosa y hemicelulosa fermentan lentamente y esto ocasiona un menor espacio ruminal, que trae como consecuencia un menor consumo voluntario de MS, conociéndose este efecto como llenado físico del rumen [9].

Los forrajes que tienen paredes celulares que se degradan rápidamente, como en el caso de la leucaena [6], pueden promover una mayor digestión ruminal y pasaje, que permite al animal consumir más alimento [31]. La alta degradabilidad de la leucaena implica que esta especie puede ser una fuente tanto proteica como energética, debido a que la tasa de degradación es mayor (por presentar menores contenidos de pared celular), queriendo decir que la retención de MS en el rumen es menor porque la tasa de pasaje es mayor y por lo tanto se incrementa el consumo de materia seca.

Los tiempos medios de degradación de la materia seca fueron influenciados ($P < 0,05$) por la especie, TABLA II. Se observa que el tiempo medio en la leucaena fue inferior al compararse con el del pasto guinea. La respuesta obtenida se debe a los altos contenidos de fibra detergente neutro en el pasto guinea ($r=0,95$, $P < 0,001$), que ocasiona una lenta degradación de la materia seca, encontrándose una alta correlación negativa

TABLA II
PARÁMETROS DE DEGRADABILIDAD *IN SITU* DE LA MS EN *L. leucocephala* Y *P. maximum*

| Especie | Degradabilidad (%) | | | | | |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | DI | DM | c | DP | DE | T(1/2) |
| <i>Leucaena</i> | 20,83 ^a ± 0,58 | 50,62 ^b ± 1,79 | 0,0577 ^a ± 0,0057 | 71,45 ^a ± 1,92 | 49,53 ^a ± 2,31 | 12,11 ^b ± 1,2 |
| <i>Panicum</i> | 15,04 ^b ± 0,77 | 58,68 ^a ± 3,07 | 0,0389 ^b ± 0,0017 | 73,72 ^a ± 3,70 | 42,56 ^b ± 1,81 | 17,84 ^a ± 0,9 |

Medias con distintas letras en la misma columna difieren significativamente ($P < 0,05$). DI= degradabilidad inicial (%). DM = degradabilidad máxima (%). c= tasa de degradación (%h⁻¹). DP= degradabilidad potencial (%). DE= degradabilidad efectiva (%). T(1/2) = tiempo medio (horas).

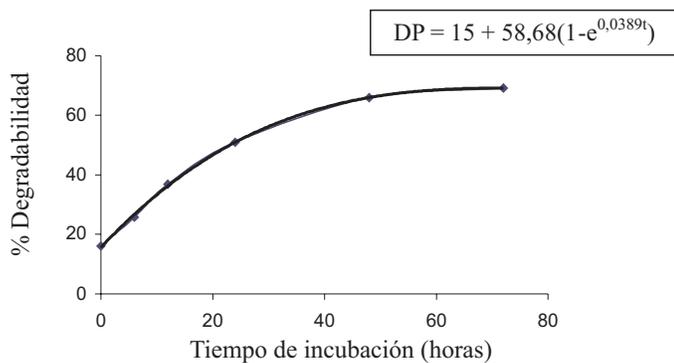


FIGURA 1. CURVA Y ECUACIÓN DE DEGRADABILIDAD *in situ* DE LA MS DE *Panicum maximum*.

($r=-0,99$, $P<0,001$) entre los tiempos medios y la tasa de degradación. Estos resultados, coinciden con los reportados por Godoy y Chicco [13] quienes trabajaron con diferentes fuentes de proteína de origen vegetal y animal e indicaron que el incremento del nivel de fibra afectó el tiempo medio de degradación de la materia seca de los diferentes materiales utilizados.

Degradabilidad *in situ* de la proteína cruda

Los parámetros de degradabilidad ruminal de la PC fueron afectados significativamente ($P<0,05$) por las especies evaluadas.

La cinética de degradación de la PC se muestra en la TABLA III y FIGS. 3 y 4. La degradabilidad inicial y potencial de la PC fue superior ($P<0,05$) en el pasto guinea. El caso contrario ocurrió con la tasa de degradación de leucaena, la cuál fue mayor ($P<0,05$) en leucaena y la degradabilidad máxima no mostró diferencias ($P>0,05$) entre ambas especies.

En *Panicum*, los valores observados de degradabilidad de este nutriente son inferiores a los reportados en otras gramíneas tropicales [26], probablemente debido a los altos niveles de FDN observados en el pasto guinea.

La mayor degradabilidad de la proteína está relacionada, en general, con un mayor nivel de amonio en el rumen y este puede contribuir al crecimiento de la población y actividad microbiana a nivel del rumen, que pueden dar lugar a un incremento en el aporte de nitrógeno microbiano al intestino delgado y maximizar el consumo de dietas altas en fibra [17,18]. Además, se ha considerado que en dietas con altos niveles de fibra, como es el caso de las gramíneas tropicales, los niveles amoniacaes en el rumen deben ser superiores a 50 mg/l y que por debajo de este valor se limita la síntesis proteica [24]. Se ha señalado que la concentración amoniacaal en el líquido ruminal en animales consumiendo pasto guinea es de 6,58 mg/100 mL [16].

En rumiantes alimentados con forrajes tropicales la principal fuente de proteína proviene de aquella sintetizada por los microorganismos del rumen. Por esto es de suma importancia

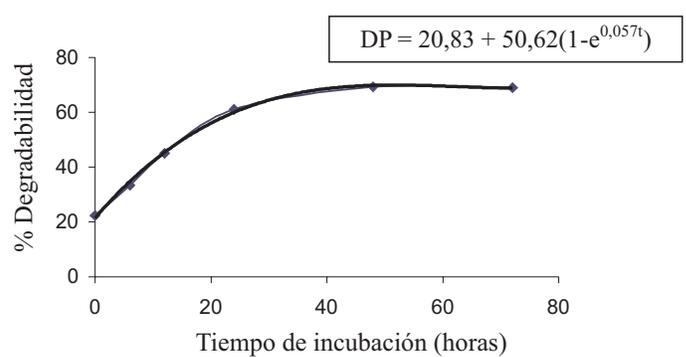


FIGURA 2. CURVA Y ECUACIÓN DE DEGRADABILIDAD *in situ* DE LA MS *Leucaena leucocephala*.

maximizar la cantidad de proteína microbiana que puede ser sintetizada por unidad (kg) de materia orgánica fermentada en el rumen, para así proveer al animal la cantidad de proteína microbiana en el intestino delgado que cubra sus requerimientos de mantenimiento y producción. Ku Vera y col. [17] señalaron que al incrementarse los niveles de *G. sepium* y *Brosimum aliscatrum* en la ración basal de pasto estrella y guinea, el aporte de nitrógeno microbiano al intestino delgado se incrementó linealmente, sugiriendo que la PC de las especies arbóreas es utilizada a nivel ruminal para la síntesis de proteína microbiana.

Con respecto a la leucaena, los valores de degradación de la PC son inferiores a los registrados por Ku Vera y col. [17] y Franzolin y col. [11], quienes obtuvieron una degradabilidad en esta especie de 71,70 % a las 48 horas y a otros árboles forrajeros como la *G. sepium* (94,50%). La diferencia en las respuestas puede asociarse a que la *Gliricidia* presentó una mayor tasa de degradación ($0,12 \text{ h}^{-1}$) comparada a la obtenida en esta investigación ($0,019 \text{ h}^{-1}$). Además, el contenido de mimosina (3,59%) de la leucaena está cercano al valor considerado como óptimo (4 a 6%) para prevenir la completa degradación de este nutriente en el rumen sin sobreprotegerla con miras a la digestión en el intestino delgado. Aunado al contenido de mimosina, Razz y col. [28], al evaluar el fraccionamiento de nitrógeno en el forraje de leucaena, observaron que el nitrógeno fácilmente soluble representó un 4,5% del nitrógeno total (NT) y que es transformado por la microflora del rumen en nitrógeno no proteico. Asimismo, indicaron un alto porcentaje (65) de nitrógeno difícilmente soluble del NT. Esta fracción de nitrógeno en su mayoría sobrepasa el rumen y es absorbida como proteína verdadera en el intestino delgado. Esta fracción está asociada a la pared celular en forma de glicoproteínas y unido covalentemente a las fibrillas de la celulosa. Resultados similares fueron obtenidos por Miquelena y col. [20] y Miquelena y col. [21] en *Gliricidia sepium* y *Acacia mangium*, respectivamente.

Knauss y col. [16] indicaron que la utilización de fuentes alimenticias con proteínas resistentes a la degradación aumenta la cantidad y/o altera las proporciones de aminoácidos que pasan al intestino delgado e incrementan la retención de

TABLA III
PARÁMETROS DE DEGRADABILIDAD *IN SITU* DE LA PC EN *L. leucocephala* Y *P. maximum*

| Especie | Degradabilidad (%) | | | | |
|-----------------|--------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|---------------|
| | DI | DM | c | DP | T(1/2) |
| <i>Leucaena</i> | 4,45 ^b ± 3,05 | 48,81 ± 24,01 | 0,019 ^a ± 0,013 | 53,56 ^b ± 23,24 | 39,77 ± 19,27 |
| <i>Panicum</i> | 6,12 ^a ± 1,55 | 52,10 ± 17,84 | 0,013 ^b ± 0,013 | 58,22 ^a ± 16,39 | 38,39 ± 10,98 |

Medias con distintas letras en la misma columna difieren significativamente (P<0,05). DI= degradabilidad inicial (%). DM= degradabilidad máxima (%). c= tasa de degradación (% h⁻¹). DP= degradabilidad potencial (%). T(1/2) = tiempo medio (horas).

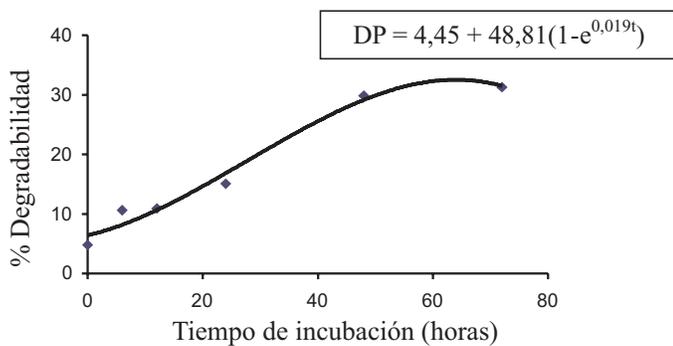


FIGURA 3. CURVA Y ECUACIÓN DE DEGRADABILIDAD *in situ* DE LA PC *Leucaena leucocephala*.

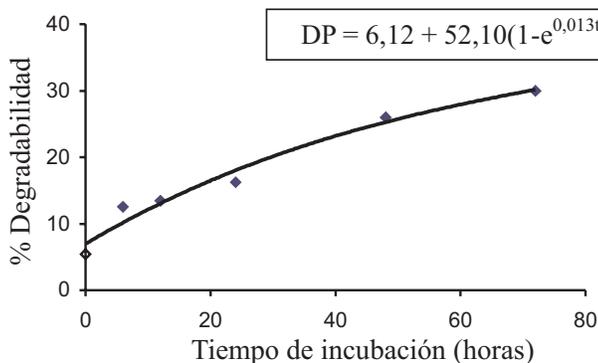


FIGURA 4. CURVA Y ECUACIÓN DE DEGRADABILIDAD *in situ* DE LA PC *Panicum maximum*.

nitrógeno. En este caso, la leucaena al tener menor degradación puede ser mejor aprovechada al permitir a una parte de la proteína pasar hacia las partes bajas del tracto gastrointestinal para ser utilizada por el animal. Consideraciones similares fueron realizadas por Delgado y col. [6].

Rskov [23] señaló que con este tipo de forrajes la proteína se usa más eficientemente, ya que, una alta degradabilidad del forraje puede resultar en un proceso digestivo ineficiente, sobre todo cuando no existe un sincronismo con los niveles de energía aportados por la ración [1].

Con respecto al tiempo medio de degradación de la PC, no se registraron diferencias estadísticas entre ambas especies, TABLA III. Se ha mencionado, que tanto los pastos como los forrajes son portadores de factores antinutritivos, pero apa-

recen con mayor fuerza en plantas con altos niveles de nitrógeno como las leguminosas y con mayor fuerza en las arbustivas que en las rastreras. Estos metabolitos actúan principalmente en la digestión y absorción de proteínas, pero también han sido observadas sus influencias sobre la digestión de carbohidratos, utilización de minerales y sobre la biodisponibilidad de vitaminas [19]. Ramírez y col. [27] señalaron que la leucaena posee taninos condensados en el orden del 7,5% que pueden ocasionar una pobre retención de N y una baja energía metabolizable aparente.

CONCLUSIONES

La degradabilidad potencial de la materia seca fue similar entre el *Panicum maximum* (71,45%) y la *Leucaena leucocephala* (73,72%). Mientras que, la degradabilidad potencial de la proteína cruda fue superior en *Leucaena* (58,22%) en comparación al *Panicum* (53,56%). Debe tenerse en cuenta que los niveles bajos de degradabilidad de estos componentes están asociados con altos contenidos de fibra, especialmente detergente neutro, lignina y factores antinutricionales.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia, por el aporte económico a esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABDULRAZAK, S.A.; MUIGA, R.W.; THORPE, W.; RSKOV, E.R. The effects of supplementation with *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* on intake, digestion and live weight gains of *Bos taurus* x *Bos indicus* steers offered napier grass. **Anim. Sci.** 63:381. 1996.
- [2] ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. AOAC. 15th ed. Edited by Kenneth Helrich. Arlington, Virginia. 1117 pp. 1990.
- [3] BOLÍVAR, D.; IBRAHIM, M. Solubilidad de la proteína y degradabilidad ruminal de la *Brachiaria humidicola* en un sistema silvopastoril con *Acacia mangium*. **IV Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles**. Centro para la Investigación en Sistemas

- Sostenibles de Producción Agropecuaria (FUNDACIÓN CIPAV). Cali, Colombia. (En línea). <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99>. 1999.
- [4] BRAY, R.; COOKSLEY, D.; HALL, T.; RATCLIFF, D. Performance of fourteen *Leucaena* lines at five site site in Queensland. **Aust. J. Exp. Agric.** 28:69-76. 1988.
- [5] COMISIÓN DE PLAN NACIONAL DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRAÚLICOS (COPLANARH). **Atlas: Inventario Nacional de Tierras**. Región del Lago de Maracaibo. Venezuela. 91 pp. 1974.
- [6] DELGADO, D.; LA O.O.; CHONGO, B.; GALINDO, J.; OBREGÓN, Y.; ALDAMA, A. Cinética de la degradación ruminal in situ de cuatro árboles forrajeros tropicales: *Leucaena leucocephala*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Sapindus saponaria* y *Glicicidia sepium*. **Rev. Cubana Cienc. Agric.** 35(2): 141-145. 2001.
- [7] ECHEVERRI, J.; GÓMEZ, A.; PIZARRO, E.; FRANCO, L. Evaluación agronómica de accesiones de *Leucaena* en el Valle del Cauca, Colombia. **Pasturas Tropicales-Boletín**. 9(3):25-29. 1987.
- [8] FARÍA, M., J. Evaluación de accesiones de *Leucaena leucocephala* a pastoreo en el bosque seco tropical. II. Valor nutritivo. **Rev. Fac. Agron. (LUZ)**. 13(2):179-190. 1996.
- [9] FERNÁNDEZ, M., A. Fisiología de la producción de carne. EEA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria –INTA Bordenave, Argentina. Material Didáctico N°3:6-34. (En línea). http://produccionbovina.com/informaciontecnica/manejodelalimento32-fisiologia_de_la_produccion_de_carne.htm.1998.
- [10] FERNÁNDEZ, M.A. Manejo y calidad de la dieta. **La Mañana. Suplemento INTA**. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. (En línea). <http://www.lamanana.com.ar/01-12-02/notainta5.html>. 2002.
- [11] FRANZOLIN, R.; ANDRADE, P.; CAMPOS, D. Degradabilidade da proteína e desdobramento da mimosina de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit no rúmen de búfalos sob dietas com diferentes níveis de proteína. **Brazilian J. Vet. Res. and Anim. Sci.** 29(suplemento): 375-377. 1992.
- [12] GARMENDIA, J. Suplementación estratégica en la reproducción de vacas de doble propósito. En: T. Clavero (Ed.). **Estrategias de Alimentación para la Ganadería Tropical**. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. LUZ. Maracaibo. 43-52 pp. 1998.
- [13] GODOY DE L., S.; CHICCO R.C. Degradación ruminal in situ de diferentes fuentes de proteína. **Zoot. Trop.** 9(1):3-24. 1991.
- [14] KEIR, B.; VAN LAI, N.; PRESTON, T.R.; RSKOV, E.R. Nutritive value of leaves from tropical trees and shrubs. 1. In vitro gas production and in sacco rumen degradability. **Livestock Research for Rural Development**. 9(4). Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (FUNDACIÓN CIPAV). (En línea). <http://www.cipav.org.co/lrrd/index.html>. 1997.
- [15] KEMPTON, T.J. El uso de bolsas de nylon para caracterizar el potencial de degradabilidad de alimentos para el rumiante. **Prod. Anim. Trop.** 5: 115-126. 1980.
- [16] KNAUS, W.P.; BEERMANN, D.H.; ROBINSON, T.F.; FOX, D.G.; FINNERTY, K.D. Effects of dietary mixture of meat and bone meal, feather meal, blood meal and fish meal on nitrogen utilization in finishing Holstein steers. **J. Anim. Sci.** 76:1481-1487. 1998.
- [17] KU VERA, J.C.; RAMÍREZ, L.; JIMÉNEZ, G.; ALAYÓN, J.A.; RAMÍREZ, L. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico Mexicano. En: **IV Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles**. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (FUNDACIÓN CIPAV).Cali. Colombia. (En línea). <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99>. 1999.
- [18] LENG, R.A. **Application of biotechnology to nutrition of animal in development countries**. Roma, FAO. 145 pp. 1991.
- [19] MARTÍNEZ S., S. Los metabolitos intermedios como factores antinutricionales. Universidad de Camaguey, Cuba. (En línea). <http://www.reduc.edu.cu/CEDEPA/pags/Publicaciones/metab-int/Folleto.html>. 2000.
- [20] MIQUELENA, E.; FERRER, O.; CLAVERO, T. Efecto de tres frecuencias de corte y dos densidades de siembra sobre las fracciones nitrogenadas en hojas y tallos de *Glicicidia sepium*. **Rev. Fac. Agron. (LUZ)**. 12:193-207. 1995.
- [21] MIQUELENA, E.; FERRER, O.; CLAVERO, T.; RAZZ, R.; MEDINA, M. Frequency and height of defoliation on the nitrogenous fractions of *Acacia mangium* Willd. **Cuban J. Agric. Sci.** 34:65-71. 2000.
- [22] RSKOV, E.R.; HOVELL, F.D.; DE, B.; MOULD, F. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feed-stuffs. **Trop. Anim. Prod.** 5:195. 1980.
- [23] RSKOV, E.R. **Protein Nutrition in Ruminants**. Academy Press Limited U.K. London. 175 pp. 1982.
- [24] PRESTON, T.; LENG, R.A. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutri-

- ción de rumiantes en el trópico. Cali, Colombia. CONDRIT. 312 pp. 1989.
- [25] PULIDO, R.; LEAVEP, J.D. Degradabilidad ruminal del forraje disponible en la pradera y del aparentemente consumido por vacas lecheras. **Pesq. Agropec. Bras.** 35(5): 1103-1109. 2000.
- [26] RAMÍREZ, R.; MARTELL, A.; LOZANO, F. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. **CIENCIA UANL** (Universidad Autónoma de Nuevo León). IV(3):179-189. 2001.
- [27] RAMÍREZ, R.; RAMÍREZ, R.; LÓPEZ, F. Factores estructurales de la pared celular del forraje que afectan su digestibilidad. **CIENCIA UANL** (Universidad Autónoma de Nuevo León). V(2):179-189. 2002.
- [28] RAZZ, R.; CLAVERO, T.; URDANETA, J.; FERRER, O.; LEAL, M.; TROMPIZ, K. Fracciones nitrogenadas de dos ecotipos de *Leucaena leucocephala* bajo diferentes niveles de fertilización. **Pastos y Forrajes.** 22: 65-70. 1999.
- [29] SOSA, C.A.; CASTILLO, E.; JARILLO, J.; MANNETJE, L.T.; ALUJA, A.; MONSALVE, R.A. Ruminal degradation and crude protein content of native pastures with or without *Arachis pintoi*, in the humid tropics of México. **Live-stock Research for Rural Development.** Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (FUNDACIÓN CIPAV). 13(4). (On line). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/4/sosa134.htm>. 2001.
- [30] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. SAS/STAT **User's guide** (Versión 6,4 Ed.). SAS Inst. Inc., Cary, NC. 1989.
- [31] WILSON, J.R.; HATFIELD, R.D. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: Consequences for fiber degradation by rumen microflora. **Aust. J. Agric. Res.** 48:165. 1997.