

CINÉTICA DE DEGRADABILIDAD *in vitro* DE CUATRO VARIETADES DE *Panicum maximum* COSECHADAS A CUATRO EDADES

IN VITRO DEGRADATION KINETICS OF FOUR VARIETIES OF *Panicum maximum* AT FOUR CROP GROWTH STAGES

Juan Humberto Avellaneda Cevallos^{1,2}, Carlos Alberto Molina Hidrovo², Wilson Roberto Briones Caicedo³,
Máximo Fernando Tubay Moreira³, Santiago Coello Díaz¹

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Campus Finca Experimental "La María" km 7 vía Quevedo-El Empalme., EC.120501. Quevedo, Ecuador.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical Pichilingue, km 5 vía Quevedo-El Empalme, Quevedo, Ecuador.

³Universidad Técnica de Babahoyo, Extensión Quevedo, km 3½ vía Quevedo-Valencia. Quevedo, Ecuador.

Contacto: juan.avellaneda@iniap.gob.ec

RESUMEN

Se evaluó la degradabilidad *in vitro* de la materia seca (MS) de las hojas, tallos y planta completa de cuatro variedades de pasto Guinea (*Panicum maximum*: Común, Tanzania, Enano y Tobiata) en cuatro edades de cosecha (21, 42, 63 y 84 d). Se evaluó la composición química de las variedades. Para la digestibilidad *in vitro*, se empleó la primera fase de la técnica de Tilley y Terry, para lo cual se extrajo líquido ruminal de dos bovinos Brown Swiss canulados a rumen. Se evaluaron seis periodos de incubación (3, 6, 12, 24, 48 y 72 h). Para la cinética de degradación *in vitro*, se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), utilizando a la corrida (2) como criterio de bloqueo y repetición; se usó una incubadora Daisy^{II} 200 y una bolsita de degradabilidad por corrida. Se observó que la mejor degradabilidad *in vitro* se presenta en los primeros estadios fenológicos, y que las hojas demuestran mayores características nutricionales, seguida de la planta completa y tallos. Se demostró que las diferencias en degradabilidad no están fuertemente asociadas con la variedad de *Panicum maximum*, sino más bien con la edad de cosecha. Por lo que se concluye, que la degradabilidad *in vitro* de las variedades de pasto Guinea, difieren en función del estado de madurez de la planta.

Palabras clave: Madurez, digestibilidad, forraje, fenología, rebrote.

ABSTRACT

We evaluated the *in vitro* degradation of dry matter (DS) from leaves, stems and whole plants of four varieties of guinea grass (*Panicum maximum*; common names: Tanganyika grass and buffalograss) at four crop growth stages (21, 42, 63 y 84 days). We assessed the chemical composition of the four varieties. For *in vitro* digestibility, we used the first phase of the Tilley and Terry techniques, which required the extraction of rumen fluid from two cannulated Brown Swiss cows. Six incubation periods (3, 6, 12, 24, 48 y 72 hours) were evaluated. For *in vitro* degradation kinetics, we used the randomized complete block design (RCB), using run 2 as a block and replication. We used a Daisy^{II} 200 incubator and one bag per run. It was found that the highest level of *in vitro* degradation are present during initial phenological stages, and that leaves contain superior nutritional characteristics, followed by the whole plant and stems. It was demonstrated that the differences in degradation are not strongly linked to varieties of *Panicum maximum* but to crop growth stage. It was concluded that *in vitro* biodegradability of the four varieties of guinea grass vary according to plant growth.

Keywords: Maturity, digestibility, fodder, phenology, regrowth.



Recibido: 06 de marzo del 2015
Aceptado: 21 de octubre del 2015
ESPAMCIENCIA 6(2): 81-85/2015

INTRODUCCIÓN

Los rumiantes en el trópico basan su alimentación en el consumo de forrajes, por ello es necesario determinar tanto el contenido nutricional como la digestibilidad de los alimentos, con el fin de estimar nutrientes y la cantidad aprovechada por el animal. Sin embargo, su crecimiento y productividad está influida por las condiciones climáticas existentes principalmente por la distribución anual de las lluvias, que unido a otros factores del medio ambiente y de manejo, repercuten en que estos no reflejan totalmente su potencialidad productiva y nutritiva (Avelleda, 2003).

Dichos elementos interactúan y tienen un marcado efecto en el crecimiento de las especies y variedades de pastos en los diferentes meses del año, provocando un desbalance estacional en los rendimientos, que ocasiona un déficit de alimento principalmente en el periodo poco lluvioso. A esta situación tenemos que añadir, que los suelos destinados a cultivos de pastos en su mayoría son de baja fertilidad y mal drenaje, que conjuntamente con el clima, ejercen efectos negativos en la productividad, calidad y persistencia de las especies de pastos (Blanco, 1991).

En la costa ecuatoriana se cultiva *P. maximum* en diferentes tipos de suelo, haciendo necesario que se estudie la calidad nutricional que tiene este pasto, sobre todo por su capacidad productiva y resistencia, que lo hace importante para la fundamentación de la ganadería sometida a pastoreo. Por lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto que ejerce la variedad y la edad de rebrote en la degradabilidad de la materia seca de cuatro variedades de *P. maximum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional (RUMEN) de la Facultad Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7½ de la vía Quevedo-El Empalme, perteneciente al cantón Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador. La ubicación geográfica es de 01°0'6" de Latitud Sur y 79°29' de Longitud Oeste, a 75 msnm. La zona de vida pertenece al Bosque Húmedo Tropical.

Se usó material vegetativo de cuatro variedades de pasto *P. maximum* que forman parte de un banco de plantas forrajeras del área de Pasto-Forrajes y Rumiología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los pastos fueron cosechados en cuatro estados de madurez (21, 42, 63, 84 d). Se deter-

minó la degradabilidad ruminal *in vitro* de hojas, tallos y plantas completas. El forraje fresco colectado se colocó en bolsas de papel, las que fueron sometidas a deshidratación en una estufa por 48 horas a 65°C. Posteriormente, las muestras fueron molidas con el uso de una criba de agujeros de 1 mm de diámetro.

Para determinar la degradabilidad de la materia seca se utilizó una incubadora Daisy^{II} de Ankom para efectuar la primera fase de la técnica de Tilley y Terry (1963) que consistió en inocular por un tiempo determinado las muestras de forraje molido, con microorganismos del rumen (líquido ruminal) y una mezcla de saliva artificial de McDougal (1948). Para el efecto se empleó líquido ruminal de dos bovinos machos de raza Brow Swiss de 350±20 kg de PV, fistulados y con cánula ruminal, los mismos que fueron alimentados "ad libitum" con forraje fresco de *P. maximum* previo a la extracción del líquido ruminal. Para la cinética de degradación *in vitro*, se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBA) con arreglo factorial 4 x 4 (edad de corte x variedad-Común, Tanzania, Enano y Tobiata). Se evaluaron seis tiempos de incubación (3, 6, 12, 24, 48 y 72 h) y utilizando una bolsita como repetición para cada frecuencia de corte (21, 42, 63, y 84 d). La prueba de degradabilidad se efectuó en dos corridas que fueron utilizadas como criterio del bloque.

El modelo estadístico bajo el cual se analizó la variable de respuesta fue: $Y_{ijkl} = \mu + B_i + C_j + V_k + CV_{jk} + E_{ijkl}$; donde: Y_{ijkl} = valor de la variable respuesta; μ = media general; B_i = efecto de bloque; C_j = efecto de la edad de cosecha, j ; V_k = efecto de la variedad del pasto, k ; CV_{jk} = efecto del interacción edad de cosecha y variedad del pasto; E_{ijkl} = error experimental. Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1999) y las diferencias de medidas fueron comparadas usando la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la variedad en la cinética de degradación aparente (%) *in vitro* (DAIV) de la materia seca de hojas de *P. maximum*

La degradabilidad *in vitro* de la MS de las hojas de cuatro variedades de *P. maximum* cosechado en diferentes edades (Cuadros 1) presentó diferencias ($p < 0.05$) en las cinco primeras horas de incubación (3, 6, 12, 24 y 48), siendo Tanzania la que reportó mayor respuesta a las 3, 6 y 12 h, no obstante, a las 24 y 48 h fue la Saboya común y la Tobiata las que presentaron los mayores valores, respectivamente. Sin embargo, no se presentó diferencia estadística ($p > 0.05$) a las 72 h de incubación.

Cuadro 1. Efecto de la variedad en la cinética de degradación aparente (%) *in vitro* de la materia seca (DAIVMS) de hojas de *P. maximum*

Variedad	Horas de incubación					
	3	6	12	24	48	72
Común	19,65 b	20,48 ba	23,11 a	39,62 a	52,62 a	56,79 a
Tanzania	20,43 a	21,18 a	24,08 a	36,09 b	50,14 b	56,16 a
Enano	17,98 d	18,76 c	20,87 b	35,74 b	49,93 b	58,02 a
Tobiata	19,04 c	19,98 b	22,69 a	38,98 a	52,89 a	56,23 a
EEM	0,14	0,27	0,43	0,50	0,52	0,48

*Promedios iguales en la fila no difieren estadísticamente (Tukey, $p < 0.05$); EEM = Error estándar de la media

Efecto de la edad de cosecha en la cinética degradación aparente (%) *in vitro* (DAIV) de la materia seca de las hojas de *P. maximum*

Al determinar la digestibilidad aparente “*in vitro*” de las hojas cosechadas en diferentes edades de corte, se pudo observar que se presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en todas las horas de incubación, observándose que a los 21 d de corte se presentó la mejor digestibilidad por lo que se puede decir que las hojas tiernas se degradan más fácilmente por su fina pared celular. Sin embargo, no se observa diferencias entre las digestibilidades de plantas cosechadas entre los 63 y 84 d, exceptuándose a las 48 horas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la edad de cosecha en la cinética de degradación aparente (%) *in vitro* de la materia seca (DAIVMS) de hojas de *P. maximum*

Edad	Horas de incubación					
	3	6	12	24	48	72
21	27,28 a	27,82 a	30,71 a	51,26 a	65,58 a	68,91 a
42	17,11 b	18,08 b	20,19 b	35,41 b	48,64 b	55,22 b
63	16,27 c	17,16 b	19,79 b	31,37 c	47,13 b	50,71 c
84	16,44 c	17,37 b	20,07 b	32,39 c	44,24 c	52,36 c
EEM	0,14	0,27	0,43	0,50	0,52	0,48

*Promedios iguales en la fila no difieren estadísticamente (Tukey, $p < 0.05$), EEM= Error estándar de la media

Efecto de la variedad en la cinética de degradación aparente (%) *in vitro* de la materia seca de tallos de *P. maximum*

Al analizar la degradabilidad aparente *in vitro* de las cuatro variedades de *P. maximum* en diferentes edades de corte, se observó que se presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) en todas las horas de incubación, obteniendo en los tres primeros períodos de incubación los menores resultados con la variedad Enano, sin embargo, a las 24 y 72 h la Tobiata reportó la mejor digestibilidad, y en lo que respecta a 48 horas se pudo observar que la que presentó la mejor digestibilidad fue la variedad Tanzania (Cuadro 3).

Avellaneda et al...

Cuadro 3. Efecto de la variedad en la cinética de degradación aparente (%) *in vitro* de la materia seca (DAIVMS) de tallos de *P. maximum*

Variedad	Horas de incubación					
	3	6	12	24	48	72
Común	20,03 a	20,92 a	21,94 a	27,92 b	44,30 d	50,31 b
Tanzania	18,91 a	20,03 a	21,22 a	27,92 b	47,42 a	49,92 b
Enano	16,37 b	18,08 b	19,92 b	29,57 ba	46,71 b	52,30 b
Tobiata	19,55 a	20,46 a	21,96 a	31,71 a	45,30 c	55,46 a
EEM	0,29	0,38	0,30	0,55	0,16	0,70

*Promedios iguales en la fila no difieren estadísticamente (Tukey, $p < 0.05$), EEM= Error estándar de la media

Efecto de la edad en la digestibilidad aparente (%) *in vitro* de la materia seca (DAIVMS) de los tallos de *P. maximum*

Al comparar la digestibilidad *in vitro* de los tallos en diferentes edades de corte (Cuadro 4), se observó diferencias significativas ($p < 0.05$) en todas las edades de corte mostrándose que la mejor digestibilidad se la consiguió a los 21 d de corte. Esto se debe a que los cambios de los componentes del contenido celular de las plantas son más degradables en cortes tempranos.

Cuadro 4. Efecto de la edad de corte en la cinética de degradación aparente (%) *in vitro* de la materia seca (DAIVMS) de tallos de *P. maximum*

Edad	Horas de incubación					
	3	6	12	24	48	72
21	27,77 a	29,79 a	31,15 a	37,51 a	58,96 a	63,21 a
42	17,76 b	18,52 b	19,51 b	28,25 b	46,09 b	56,39 b
63	14,11 c	15,20 c	16,50 d	25,46 c	39,13 c	44,80 c
84	15,22 c	15,97 c	17,88 c	25,91 c	39,54 c	43,60 c
EEM	0,29	0,38	0,30	0,55	0,16	0,70

*Promedios iguales en la fila no difieren estadísticamente (Tukey, $p < 0.05$), EEM= Error estándar de la media

Efecto de la especie en la digestibilidad aparente (%) *in vitro* de la materia seca (DAIVMS) en planta completa de *P. maximum*

La digestibilidad *in vitro* aparente de cuatro variedades de *P. maximum* en diferentes edades de cortes de las plantas completa (Cuadro 5), presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) en el efecto de la especie a las 3, 6 y 24 horas de incubación, siendo los pastos Enano y Tobiata los que presentaron la menor degradación en los dos primeros períodos de incubación; pero a las 24 h el Tobiata, mejoró su respuesta, siendo el de mayor degradabilidad. En lo que respecta a 48 y 72 h no se presentó diferencia significativa ($p > 0.05$), sin embargo, el *Panicum* Tanzania y Tobiata fueron las que mayor digestibilidad presentaron, respectivamente.

Por su parte en lo relacionado a la digestibilidad *in vitro*

de la materia orgánica, Pieterse *et al* (1997) y Aganga y Tshwenyane (2004) de igual manera manifiestan que se producen cambios por efecto de la variedad. En su caso la variedad de *P. maximum* Vencedor presentó la mayor digestibilidad. Concordando lo anterior con los resultados encontrados en la presente investigación; pudiéndose considerar que las causas de este comportamiento es la diferencia constitutiva de los diferentes componentes celulares de la planta en función de la variedad, ya que como lo reporta Pieterse *et al.* (1997), la variedad Vencedor tuvo la menor concentración de fibra detergente ácida.

Cuadro 5. Efecto de la variedad en la cinética de degradación aparente (%) *in vitro* de la materia seca (DAIVMS) de la planta completa de *P. maximum*

Variedad	Horas de incubación					
	3	6	12	24	48	72
Común	21,29 a	22,08 a	22,93 a	35,20 b	44,84 a	49,07 a
Tanzania	21,82 a	22,04 a	22,53 a	33,40 c	45,13 a	48,95 a
Enano	19,83 b	20,21 b	22,01 a	33,07 c	42,57 a	49,22 a
Tobiata	20,14 b	20,67 b	22,01 a	36,21 a	43,49 a	49,25 a
EEM	0,18	0,14	0,39	0,13	0,76	0,67

*Promedios iguales en la fila no difieren estadísticamente (Tukey, $p < 0.05$), EEM= Error estándar de la media

Efecto de la edad en la digestibilidad aparente (%) *in vitro* de la materia seca (DAIVMS) de planta completa de *P. maximum*

Al hacer la evaluación de la digestibilidad *in vitro*, aparente de las plantas completas en las edades de corte, se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en todas las edades de corte, manifestándose que la mejor digestibilidad se presentó a los 21 días de corte (Cuadro 6). Por otra parte, según como lo expone la Minson (1972) y Lanyasunya *et al.* (2006) los cambios que se dan en la digestibilidad de los forrajes también se deben a la edad de cosecha. La madurez es uno de los principales factores que afectan a la morfología de la planta, determinando esto la calidad del forraje (Nelson y Moser 1994). Según la disminución de la calidad de los forrajes con la edad es el resultado primario de una disminución en la relación hoja tallo (Ugherughe, 1986; Hill *et al.* 1989) y en la disminución de la calidad de los tallos (Ugherughe, 1986).

Lo anterior, según Kephart y Buxton (1993) también se debe a que con el incremento de la edad los componentes de fibra detergente neutra aumentan, concordando con lo encontrado por Niekerk *et al.* (2002) y Taute *et al.* (2002) quienes evaluaron la digestibilidad *in vitro* e *in situ* (Relling *et al.*, 2001a, b) de la variedad de *P. maximum* cv. Gatton en diferentes edades de madurez, que al comparar lo examinado en la presente investigación, sustenta lo encontrado.

Con base en las investigaciones realizadas sobre el tema en Ecuador, se puede reportar que Tuárez (2008) quien investigó sobre la composición química y cinética de degradación *in vitro* del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum thipoides*) en tres estados de madurez, encontró cambios significativos por efecto de la edad de cosecha en los componentes químicos de la especie estudiada, con mayores valores en estados fenológicos temprano, y que la degradabilidad aparente de la materia seca fue mayor para los estados tempranos de cosecha del forraje. Resultados similares fueron encontrados por Avellaneda *et al.* (2008) quienes evaluaron la degradabilidad *in situ* de tres especies de *Brachiaria*, observándose que los forrajes difieren en sus características nutritivas en función de la edad y variedad.

Cuadro 6. Efecto de la edad de corte en la cinética de degradación aparente (%) *in vitro* de la materia seca (DVIVMS) de la planta completa de *P. maximum*

Variedad	Horas de incubación					
	3	6	12	24	48	72
21	29,09 a	29,90 a	30,47 a	46,29 a	53,71 a	61,62 a
42	18,61 b	18,94 b	19,89 b	34,15 b	45,26 b	49,82 b
63	18,19 b	18,40 b	19,31 b	27,87 d	38,57 c	42,55 c
84	17,18 c	17,76 c	19,81 b	29,58 c	38,48 c	42,51 c
EEM	0,18	0,14	0,39	0,13	0,76	0,67

*Promedios iguales en la fila no difieren estadísticamente (Tukey, $p < 0.05$), EEM= Error estándar de la media

CONCLUSIONES

Los resultados experimentales permitieron concluir que la degradabilidad *in vitro* de la materia seca de las variedades de pasto Guinea, difieren en función del estado de madurez, variedad y parte constitutiva de la planta, siendo los forrajes de menor edad de cosecha la que reporta un mejor potencial de utilización ruminal.

LITERATURA CITADA

- Aganga, A. A., S. Tshwenyane. 2004. Potential og guinea grass (*Panicum maximum*) as forage crop in livestock production. Pakistan J. Nutr. 3:1-4.
- Avellaneda, J. 2003. Efectos de enzimas fibrolíticas exógenas en características nutritivas en gramíneas tropicales. Tesis Doctor en Ciencias. Montecillo – Texcoco. Edo de México. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Programa de Ganadería. Colegio de Posgraduados. 120 p.
- Avellaneda, J., F. Cabezas, G. Quintana, R. Luna, O. Montañez, I. Espinoza, S. Zambrano, D. Romero, J. Vanegas,

- E. Pinargote. 2008. Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. *Ciencia y Tecnología*. 1:87-94.
- Blanco, F. 1991. La persistencia y el deterioro de los pastizales. *Pastos y Forrajes*. 14 (2): 87-103.
 - Hill, K., J. R. Wilson and M. Shelton. 1989. Yield, persistence and dry matter digestibility of some C3, C4 and C3/C4 *Panicum* species. *Tropical Grasslands*. 23: 240-249.
 - Kephart, KD., . D. R. Buxton. 1993. Forage quality responses of C3 and C4 perennial grasses to shade. *Crop Sci*. 33:831-837.
 - Lanyasunya, T. P., H. R. Wang, E. A. Mukisira, S. A. Abdulrazak, W. O. Ayako. 2006. Effect of seasonality on feed availability, quality and herd performance on smallholder farms in ol-joro-orok location, Nyandarua district, Kenya. *Tropical and Subtropical Agroecosys*. 6:87-93.
 - McDougal, E.I. 1948. Studies on ruminant saliva. I. The composition and output of sheep's saliva. *Biochem. J*. 70:99-109.
 - Minson, D. J. 1972. The digestibility and voluntary intake by sheep of six tropical grasses. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Husbandry*. 12: 21-26.
 - Nelson, C. J. and L. E. Moser. 1994. Plant factors affecting forage quality. In: Fahey, G. (ed) *Forage Quality. Evaluation and Utilization*. Wisconsin, USA. Pp: 115-154.
 - Niekerk, W. A., A. Taute, R. J. Coertze. 2002. An evaluation of nitrogen fertilized *Panicum maximum* cv. Gatton at different stages of maturity during autumn: 2. Diet selection, intake, rumen fermentation and partial digestion by sheep. *South Afric. J. Anim. Sci*. 32:217-225.
 - Pieterse, P. A., N. F. G. Rethman, J. van Bosch. 1997. Production, water use efficiency and quality of four cultivars of *Panicum maximum* at different levels of nitrogen fertilisation. *Tropical Grasslands*. 31:117-123.
 - Relling, E. A., W. A. van Niekerk, R. J. Coertze, N. F. G. Rethman. 2001a. An evaluation of *Panicum maximum* cv. Gatton: 2. The influence of stage of maturity on diet selection, intake and rumen fermentation in sheep. *South Afric. J. Anim. Sci*. 31:85-91.
 - Relling, E. A., W. A. van Niekerk, R. J. Coertze, N. F. G. Rethman. 2001b. An evaluation of *Panicum maximum* cv. Gatton: 3. The partial digestion by sheep of organic matter, nitrogen and neutral detergent fibre of herbage at three stages of maturity during summer, autumn or winter. *South Afric. J. Anim. Sci*. 31:93-99.
 - SAS. 1999. SAS User's guide statistics [CD-ROM Computer file]. Version 8. Statistical Analysis System Institute. Cary, NC.
 - Taute, A., W. A. van Niekerk, N. F. G. Rethman, R. J. Coertze. 2002. An evaluation of nitrogen fertilized *Panicum maximum* cv. Gatton at different stages of maturity during autumn: 1. Dry matter yield and certain qualitative parameters. *South Afric. J. Anim. Sci*. 32:208-216.
 - Tilley, J. M., R. A. Terry. 1963. A two – stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit Grass. Soc*. 28: 104 – 111.
 - Tuárez, J. 2008. Composición química y cinética de degradación *in vitro* del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum thipoides*) en tres estados de madurez. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad de Guayaquil. 64 p.
 - Ugherughe, P. O. 1986. Relationship between digestibility of *Bromus inermis* plants parts. *J. Agron. Crop Sci*. 157:136-143.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por el financiamiento, y a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-México, por su participación como contraparte Internacional para el desarrollo del presente proyecto de investigación.