

## Rendimiento, composición química y digestibilidad de dos cultivares de pasto Guinea, sometidos a diferentes edades de corte

### Yield, chemical composition and digestibility of two cultivars of Guinea grass, subjected to different cutting ages

Carlos Romero<sup>1</sup> y Alexander Sánchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). INIA Falcón. Coro. Venezuela.\*Correo electrónico: cromero@inia.gov.ve.

#### RESUMEN

Con el objeto de estudiar el efecto de la edad al corte sobre el rendimiento, la composición química y la digestibilidad de los cultivares de pasto Guinea común y Mombasa, se condujo un ensayo en una finca ubicada en el municipio Federación, estado Falcón, Venezuela, zona con condición climática de bosque seco tropical, con suelos de fertilidad mediana a baja, baja salinidad, pH ligeramente ácido y textura pesada. El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial 2x5 (2 cultivares x 5 edades de corte), con tres repeticiones. Se determinó el rendimiento en materia seca (MS) y materia orgánica (MO); las variables de la composición química estudiadas fueron: proteína cruda (PC), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD); igualmente se determinó la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO). Las evaluaciones se realizaron a 14, 28, 42, 56 y 70 días de edad al corte para ambos cultivares. Los resultados obtenidos muestran un rendimiento similar entre cultivares. Igualmente un efecto ( $P < 0,001$ ) de la edad de rebrote en todas las variables estudiadas, así MS, MO, FND, FAD y LAD incrementaron a medida que avanzó la edad, mientras que DIVMO y PC disminuyeron. Los contenidos en PC y LAD mostraron diferencias ( $P < 0,001$ ) entre cultivares y una interacción edad\*cultivar. Los valores promedios de PC (16,2%); DIVMO (72,6%) y LAD (4,6%) del cultivar mombasa indican su mejor desempeño y calidad frente al cultivar común (PC=14,8%; DIVMO=67,6% y LAD=6,0%).

**Palabras clave:** *Panicum máximum*, cultivar Mombasa, rendimiento, composición química, edad al corte, digestibilidad.

#### ABSTRACT

In order to study the effect of cutting age on yield, chemical composition and digestibility of Guinea grass, common and Mombasa cultivars, a trial was conducted on a farm located in the Federation municipality, Falcón state, Venezuela, area with climatic condition of tropical dry forest, with medium to low fertility soils, slightly acidic pH, low salinity and heavy texture. The experimental design was completely randomized with a 2x5 factorial arrangement (2 cultivars x 5 cutting ages), with three repetitions. The dry matter yield (DM) and organic matter (OM) were determined; the chemical composition variables studied were crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin acid detergent (LAD); *in vitro* digestibility of organic matter (IVDOM) was also determined. The evaluations were made at 14, 28, 42, 56 and 70 days of cutting age for both cultivars. The results obtained show a similar performance among cultivars. Likewise, the effect of regrowth age in all the variables studied, DM, OM, NDF, ADF and LAD increased ( $P < 0.001$ ) as the age progressed, while IVDOM and CP decreased. The PC and LAD contents showed differences ( $P < 0.001$ ) between cultivars and an age\*cultivar interaction. The mean values of CP (16.2%), IVDOM (72.6%) and LAD (4.6%) for Mombasa cultivar indicate a better performance and quality compared to the common cultivar (PC = 14.8%, IVDOM = 67.6% and LAD = 6.0%).

**Key words:** *Panicum máximum*, Mombasa cultivar, yield, chemical composition, B cutting age, digestibility.

Recibido: 07/11/14 Aprobado: 21/02/18

## INTRODUCCIÓN

La producción animal (carne y leche) establecida en pasturas de gramíneas tropicales, se caracteriza generalmente por bajos rendimientos debido al crecimiento estacional y bajo valor nutritivo del forraje producido. (Ramírez *et al.*, 2009).

A medida que los pastos envejecen su calidad disminuye a causa del aumento de elementos estructurales con la disminución asociada de carbohidratos solubles, proteínas, minerales y digestibilidad. Por tanto el factor más importante que afecta la calidad de los pastos es la edad de rebrote o edad de cosecha o pastoreo, la cual es independiente de la especie. (Ortega-Gómez *et al.*, 2011).

Las variaciones en la producción de materia seca (MS), composición química y digestibilidad de una especie forrajera dada, producto de los cambios estacionales y la edad, son datos esenciales que permiten comprender los procesos involucrados en la utilización del forraje por parte del animal. Las prácticas culturales y de manejo deben ser diseñadas para obtener un balance apropiado entre el rendimiento, la composición química y la digestibilidad, a fin de obtener una producción animal eficiente (Torregrozza *et al.*, 2006).

Los factores que determinan la composición química de los pastos son diversos. Entre ellos se citan factores propios de la planta (especie, edad, morfología, etc.), factores ambientales (temperatura, radiación solar, precipitación, fertilidad y tipo de suelo) y factores de manejo que el hombre ejerce sobre la pastura (Alonso *et al.*, 2009; Coauro *et al.*, 2004).

La ganadería bovina de Venezuela y en particular del estado Falcón, se desarrolla a base de pastizales naturales y cultivados; en la mayoría de los casos en condiciones de secano, razón por la cual, la producción forrajera presenta fluctuaciones según la distribución de las precipitaciones, afectando la disponibilidad y calidad del forraje (Homen *et al.*, 2010). A esta situación se suma el bajo contenido de nutrientes de los suelos, que origina carencias de minerales en las dietas establecidas únicamente en pastizales.

La actividad ganadera bovina en el estado Falcón se ha basado en el uso del pasto Guinea (*P.*

*maximum*), cv común, siendo considerado como una especie naturalizada. Sin embargo, debido a problemas de mal manejo y/o adaptación a las condiciones agroecológicas que limitan su persistencia en el tiempo, se han introducido otros cultivares y especies de pastos. Este es el caso del cv Mombasa, cuya introducción en la zona es reciente, sin que se hayan adelantado las investigaciones necesarias para obtener referencias técnicas y científicas que permitan a los ganaderos y profesionales regionales, una visión clara sobre las potencialidades y limitaciones de esta especie.

Fundamentado en la situación descrita anteriormente, el presente trabajo tiene como objetivo principal identificar las variaciones en el rendimiento, composición química y digestibilidad del *P. máximo*, cultivares común y mombasa, debidas a los efectos de la edad al corte.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en una finca ubicada en el municipio Federación, estado Falcón, Venezuela, con posición geográfica de 10° 45' latitud N y 69° 31' longitud W, situada a una altura de 700 m.s.n.m, con medias anuales de temperatura de 27 °C. En la Figura 1, se indican los datos de la precipitación promedio de la zona, la observada durante el año del ensayo y los riegos suplementarios realizados para evitar el déficit hídrico (Datos propios, 2006). El análisis de suelo mostró valores de mediana a baja fertilidad, ausencia de problemas de salinidad, pH ligeramente ácido y textura pesada (Cuadro 1).

**Diseño:** completamente al azar con un arreglo factorial 2x5 (dos cultivares y cinco edades de corte) y tres repeticiones.

**Variables:** se consideraron variables independientes, los cultivares Mombasa y común de *Panicum máximo* Jacq, y la edad al corte: 14, 28, 42, 56 y 70 días. Como variables dependientes: la biomasa, expresada en MS y MO, la DIVMO y los elementos de la composición química: PC, FND, FAD, LAD y Cenizas.

**Muestras:** se seleccionaron dos parcelas contiguas, establecidas el año 2005, cada una correspondiente a cada cultivar estudiado y

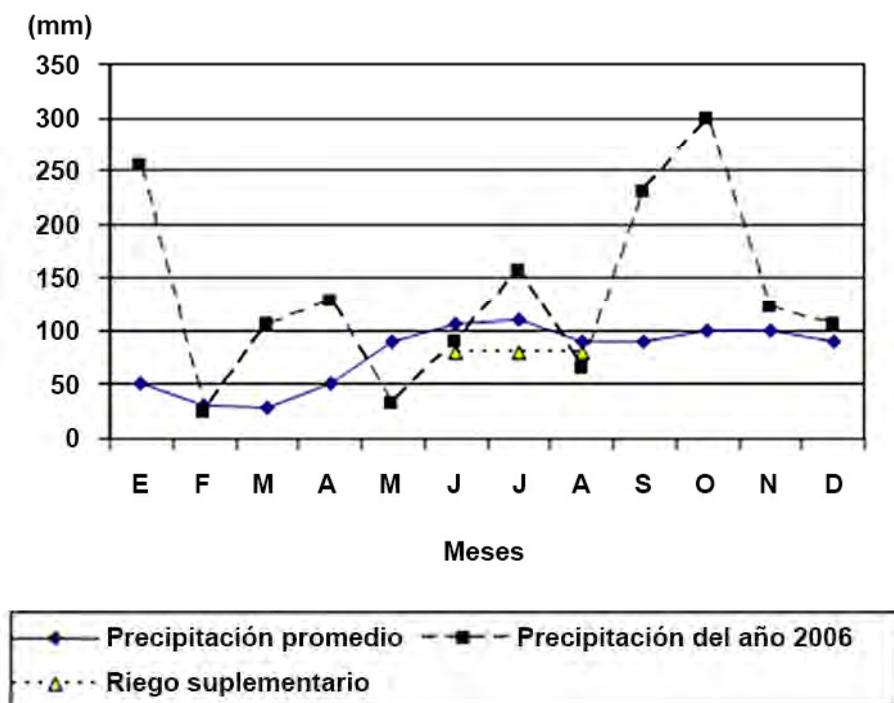


Figura 1. Valores de precipitación y riego suplementario durante el ensayo.

Cuadro 1. Análisis de suelo.

% Arena	% Limo	% Arcilla	Textura	Fósforo mg.kg <sup>-1</sup>	Potasio mg.kg <sup>-1</sup>	Calcio mg.kg <sup>-1</sup>	Materia Orgánica %	pH	C.E: dS.m <sup>-1</sup> a 25°
9,0	32,0	59	A	8	13	411	5,05	5,9	0,07
				Baja	Muy Bajo	Alto	Alto		Bajo

con condiciones agroecológicas homogéneas. En cada una se seleccionó un área con una superficie de 90 m<sup>2</sup> (9m x 10m), de cobertura uniforme; ésta superficie fue dividida en tres parcelas de 30 m<sup>2</sup> (3m x 10m c/u) y éstas a su vez, fueron subdivididas en 5 subparcelas de 6 m<sup>2</sup> (3m x 2 m c/u), a fin de establecer los lotes correspondientes a las diferentes edades de corte. Demarcadas las parcelas y subparcelas se realizó un corte de uniformidad el día 02 de junio, prolongándose los muestreos hasta el 11 de agosto de 2006.

#### **Determinación de la biomasa, composición química y digestibilidad de las muestras:**

en cada parcela se cortó el pasto a una altura de 10 cm del suelo, se determinó el peso del material cortado y se tomó una sub-muestra de 2 Kg de material verde que fue transportada al laboratorio en sacos de nylon. Esta sub-muestra fue colocada en estufa de ventilación forzada a una temperatura de 50°C durante 72 h, con la finalidad de evaluar el contenido de MS. Luego fueron molidas en un molino tipo Willey, provisto de una criba de 1 mm de diámetro, y guardadas en recipientes de vidrio. En cada cultivar se conformaron muestras por fecha y

parcela (n=15), que fueron sometidas a análisis bromatológico. Se determinó el nitrógeno total de acuerdo al método de Kjeldhal (AOAC, 1994), lo que permitió conocer los contenidos de MO, Cenizas y PC. Se evaluó FND según la metodología de Van Soest (1994), FAD y LAD con la metodología de Van Soest *et al.* (1991). La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO), se determinó de acuerdo a la metodología de Tilley y Terry (1963), modificado por Goering y Van Soest (1970) y ajustado por Ankom (2005).

**Análisis estadístico:** se realizó un análisis de covarianza mediante el procedimiento GLM; se consideró el cultivar como efecto fijo y la edad al corte como covariable. Para el efecto fijo, se separaron sus componentes lineal y cuadrática, mediante contrastes polinomiales, considerando igualmente las interacciones a estos niveles. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS versión 6.12 (SAS, 1985).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento de los cultivares estudiados

El análisis del rendimiento de los dos cultivares de Guinea, no mostró diferencias significativas para el rango de edades entre 14 y 70 días; siendo los valores promedios de 2.790 y 2.492 Kg MS/ha/corte en materia seca y 1.710y 1.718 Kg MO/ha/corte en materia orgánica, para Guinea común y Mombasa respectivamente.

Al contrastar el rendimiento obtenido para el cultivar Mombasa con lo reportado en la literatura, se evidencia variabilidad de los valores obtenidos en el presente estudio con respecto a las investigaciones previas. En este sentido, se han descrito rendimientos desde 2.470 Kg MS/ha a los 42 días de rebrote (Mesquita y Neres2008); 3.177 Kg MS/ha con acumulación de 49 días (Ramírez *et al.*, 2009); 6400Kg MS/ha a los 90 días de crecimiento (Cruz *et al.*, 2012); y 10.750 Kg MS/ha a los 56 días de crecimiento acumulado (Barillas *et al.*, 2012).

Para la guinea común, Homen *et al.* (2010), han referido comportamientos similares, al describir una biomasa promedio de 2.952 Kg MS/ha en el período de mínima precipitación. Igualmente describe incrementos entre 3.708 y 4.223 Kg MS/ha a los 35 y 42 días de edad, respectivamente, sin presentar diferencias significativas con la biomasa obtenida a los 56 días.

Se infiere que el bajo rendimiento expresado por los dos cultivares del presente estudio, se producen en respuesta a las condiciones de mediana a baja fertilidad que presenta el suelo y la época climática.

En ambas especies se observó un incremento significativo del rendimiento ( $P < 0,001$ ) con el aumento de la edad; los promedios fueron 592, 1043, 2607, 3294 y 5669 Kg MS/ha para las edades de 14, 28, 42, 56 y 70 días, respectivamente Figura 2. Esta tendencia de aumento del rendimiento con el incremento de la

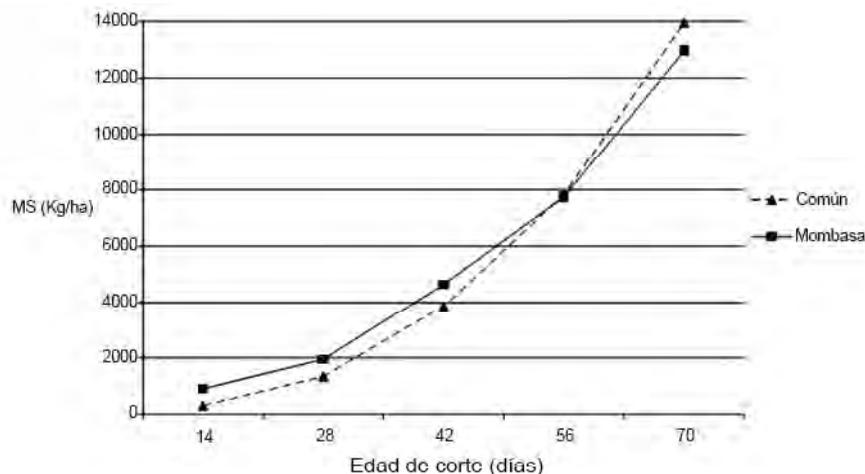


Figura 2. Evolución de la biomasa acumulada en dos cultivares de Guinea según la edad al corte.

edad de corte, han sido reportados previamente (Díaz y Manzanares, 2006; Verdecia *et al.*, 2009). En el presente estudio, los dos cultivares aún continúan en fase de crecimiento hasta los 70 días de edad, lo cual es concordante con el trabajo de Garcia-Cardoso *et al.* (2009) quienes afirman que en las condiciones de su investigación, la fase de máximo crecimiento ocurre entre 56 y 70 días.

Al expresar el rendimiento en Kg MS/ha/año, se mantienen las diferencias significativas entre edades de corte, pero no entre especies de Guinea. El rendimiento obtenido a los 42 días (23462 Kg MS/ha/año) supera al de 56 días (19763 Kg MS/ha/año), y se mantiene cercano al alcanzado a los 70 días (28347 Kg MS/ha/año). No obstante lo anterior, el corte a los 42 días mantiene la ventaja debido al número de pastoreos posibles en el año (9 veces), mientras que para las edades de 56 y 70 días, ese número disminuye a 6 y 5, respectivamente. Estos resultados son similares a los reportados por Ramírez *et al.* (2009), quienes reportan un acumulado de 24300 Kg MS/ha, durante un año, en cortes cada 49 días.

Ramírez *et al.* (2010), explican que el incremento del rendimiento con la edad puede deberse principalmente al aumento del proceso fotosintético y con ello la síntesis de carbohidratos estructurales, lo que trae consigo acumulación de materia seca, influyendo de forma directa los factores edafoclimáticos predominantes.

### Composición química de los cultivares de guinea estudiados

Los resultados de composición química para cada cultivar se muestran en el Cuadro 2. El

contenido en PC mostró diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ) entre cultivares; el cultivar Mombasa resultó superior con un valor promedio de 16,2% en relación a 14,8% del cultivar común.

El valor de proteína reportado en este ensayo es superior al descrito por Mesquita y Neres (2008), quienes refieren valores de 12,76% para Mombasa a los 42 días de rebrote sin fertilización.

En cuanto al parámetro LAD, el cv Mombasa presentó el menor contenido ( $P < 0,001$ ). Para las variables FND, FAD y Cenizas no se observaron diferencias entre los cultivares de Guinea estudiados.

Los contenidos de LAD obtenidos son inferiores a los reportados por Ortega-Gómez *et al.* (2011), quienes describen 9,2% y 8,4%, para el cv común y el cv Mombasa, respectivamente. Éstos investigadores igualmente obtuvieron valores superiores para FND (68,9% y 74,8%), y para FAD (47,1 y 48,7%), en los cultivares Mombasa y común, respectivamente. Esto probablemente causado por una mayor edad de rebrote (84 días) y diferentes condiciones hídricas y de suelo reportados en ese estudio. De igual forma, refieren ausencia de diferencias para FND y FAD entre los cultivares Mombasa y Privilegio (común).

### Relación del rendimiento de MS y el contenido de nutrientes

Los cultivares estudiados mostraron una relación inversa entre la producción de MS y su calidad bromatológica, la cual varía con la edad al corte (Cuadro 3). En las etapas tempranas de crecimiento la producción de biomasa es baja, los contenidos de FAD, FND y LAD son bajos,

Cuadro 2. Composición química de los cultivares de Guinea.

VARIABLE	PC (%)	FND (%)	FAD (%)	LAD (%)	CENIZAS (%)
Guinea común	14,8	65,6	39,3	6,0	10,0
Guinea Mombasa	16,2	64,3	38,0	4,6	10,0
Media	15,5	64,9	38,6	5,3	10,0
P	<0,001	0,078	0,165	<0,001	0,956

PC: proteína cruda; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente; LAD: lignina ácido detergente.

Cuadro 3. Efecto de la edad al corte sobre el rendimiento y la composición química de pasto Guinea.

EDAD (días)	MS (Kg/ha)	PC (%)	FND (%)	FAD (%)	LAD (%)	CENIZAS (%)
14	592	21,5	59,5	33,7	3,7	10,5
28	1043	17,2	62,5	36,3	4,4	10,2
42	2607	13,8	66,4	39,7	5,4	9,8
56	3294	13,7	66,7	40,8	5,7	10,2
70	5669	11,2	69,9	42,9	6,9	9,3
Efectos						
Lineal	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Interacciones						
Edad*cultivar	0,5494	<0,001	0,002	0,002	0,004	0,034
R <sup>2</sup>	-	0,98	0,84	0,75	0,85	0,61

PC: proteína cruda; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente; LAD: lignina ácido detergente.

mientras que el contenido de PC es alto; con el avance de la edad esta relación se invierte.

Este mismo comportamiento es descrito por Vasconcelos *et al.* (2009) en Guinea Mombasa. Estos investigadores reportaron en base a MS, porcentajes de PC de 8,10; 7,10; 7,31 y 5,66; y de FND de 55,85; 60,21; 62,35 y 64,12; para edades de corte de 35, 45, 55 y 65 días, respectivamente.

Se considera que la edad de rebrote constituye uno de los factores de mayor influencia en el crecimiento y la calidad de los pastos, y a medida que la edad al corte es mayor, el rendimiento también se incrementa y la calidad nutricional desciende (Pérez *et al.*, 2010).

Según Ramírez *et al.* (2010), el incremento del rendimiento de materia seca con la edad, está relacionado con el aumento del proceso fotosintético en la planta, y con ello, la síntesis de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina); los cuales originan la disminución progresiva de la calidad del pasto a medida que aumenta la edad. Para Ortega-Gómez *et al.* (2011), las gramíneas con tasas de crecimiento más altas tienden a tener menor calidad nutritiva debido a que la mayor producción de MS aumenta la necesidad de formar las paredes celulares más fibrosas.

De acuerdo a lo anterior, se deduce que las tasas de crecimiento y la calidad nutritiva a la edad de rebrote tienen una relación inversa, por lo que debe establecerse un equilibrio entre estas dos variables con el fin de maximizar el rendimiento, tanto por animal como por hectárea.

### Composición química de los cultivares de pasto Guinea según la edad al corte

Se produjo una disminución lineal ( $P < 0,001$ ) del contenido de PC a medida que se incrementaba la edad al corte, concordantes con los dos cambios de pendiente que presentó este descenso, en ambos cultivares (Figura 3). Se puede apreciar una disminución importante hasta el día 42, un periodo estable hasta el día 56 y, a partir de esa edad, una caída moderada. Barillas *et al.* (2012), observaron una tendencia similar durante un estudio de calidad nutricional de la Guinea Mombasa, en el que reportaron una disminución lineal del porcentaje de PC, desde 11,76 a 9,11% a 30 y 58 días, respectivamente.

En el análisis de la PC, igualmente se observó una interacción edad\*cultivar altamente significativa ( $P < 0,001$ ); el cultivar común resultó superior a los 14 días de edad, pero a los 42 días el cultivar Mombasa fue superior y se mantiene en forma

sostenida durante las edades subsiguientes (Figura 3).

Ésta disminución se debe a un descenso de la actividad metabólica de los pastos a medida que avanza la edad de rebrote y con ésta, la síntesis de compuestos proteicos, lo cual origina una disminución progresiva de la calidad del pasto (Pérez *et al.*, 2010).

Las interacciones obtenidas en el presente estudio no coinciden con lo reportado por Coauro *et al.* (2004), al comparar los mismos cultivares en diferentes edades del rebrote. Éstos investigadores observaron los siguientes contenidos de PC: 17% vs. 12% a los 21 días, 12% vs. 10% a los 42 días y 11% vs. 9% a los 63 días, para cv común y cv Mombasa respectivamente. Estas diferencias posiblemente fueron causadas por condiciones de fertilidad del suelo diferentes a las observadas en el presente ensayo.

Ramírez *et al.* (2010), reportaron una disminución del tenor de proteína durante el envejecimiento de la planta, lo cual fue relacionado con la reducción de la síntesis de compuestos proteicos, en comparación con los estadios más jóvenes. Además, con el aumento de la edad disminuye la cantidad de hojas vivas, debido a la senescencia. Otros factores como la disponibilidad de agua, el nitrógeno del suelo, la temperatura pudieran influir en este comportamiento.

La interacción edad\*cultivar resultó significativa ( $P < 0,0001$ ) para los contenidos de FND y FAD; el cv común presenta valores inferiores a los 14 y 28 días, mientras que en las edades subsiguientes esa relación se invierte y es Mombasa el cultivar que presenta los menores contenidos de ambos parámetros (Figuras 4 y 5). Estos resultados coinciden con lo reportado por Coauro *et al.* (2004), quienes reportan valores inferiores de FND a los 21 días en cv común comparado al cv Mombasa. Igualmente reflejan que el cultivar común presenta una mejor calidad solo en las etapas tempranas.

Ramírez *et al.* (2012), concluyen que la relación inversa entre el contenido de proteína y la fracción fibrosa, pudiera describir el antagonismo clásico que existe en la formación de proteína foliar y los compuestos mayoritarios de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina), aspecto que ha sido descrito en el follaje de otras especies durante el proceso de envejecimiento de la biomasa y que da respuesta al comportamiento entre estas variables. Asimismo, afirman que la influencia negativa del incremento de la edad explica la disminución de la digestibilidad de la materia seca y orgánica. Igualmente explican que la composición nutricional se ve afectada por la especie de planta, etapa de crecimiento, medio ambiente, los insumos (luz, nutrientes, agua, entre otros) y el manejo.

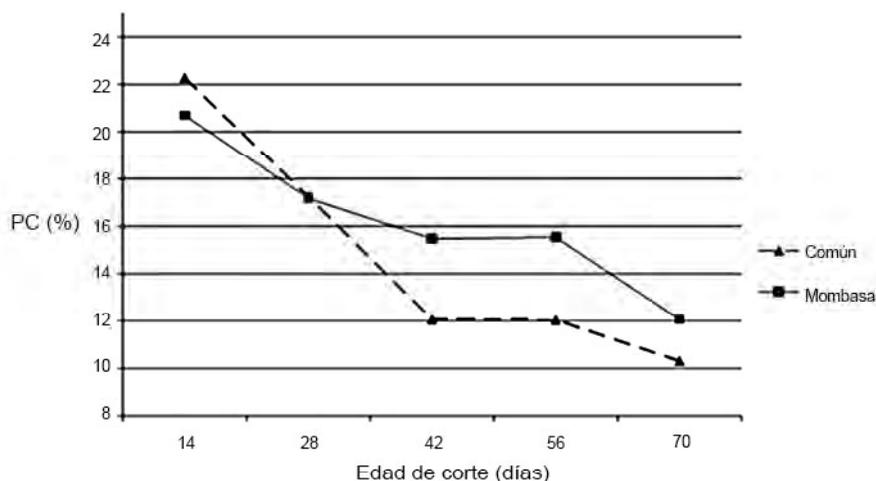


Figura 3. Evolución de la PC en dos cultivares de Guinea según la edad al corte.

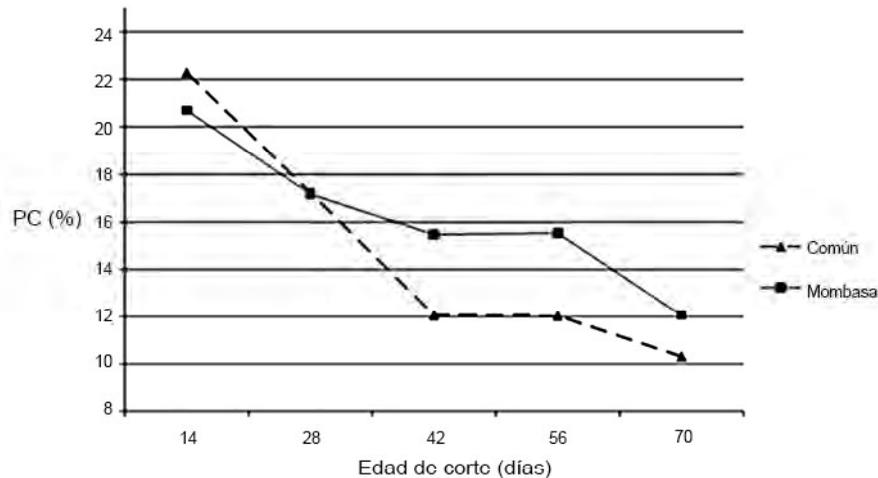


Figura 4. Evolución de la FND en dos cultivares de Guinea según la edad al corte.

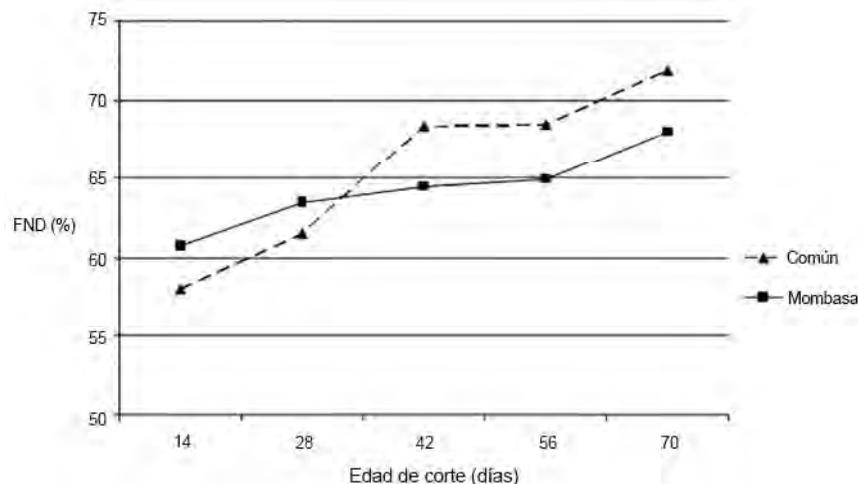


Figura 5. Evolución de la FAD en dos cultivares de Guinea según la edad al corte.

El contenido de LAD, también mostró una interacción cultivar\*edad al corte ( $P=0,004$ ). A los 14 y 28 días, se obtuvieron valores similares en los dos cultivares (3,6% y 4,4% el cv común vs. 3,7% y 4,4% el cv Mombasa); a partir de los 42 días, las diferencias se hacen evidentes (Figura 6), con valores inferiores para el Mombasa (4,1%; 4,9% y 5,6%) frente a la Guinea común (6,6%; 6,5% y 8,2%), para 42, 56 y 70 días de edad de rebrote respectivamente.

Según Casler y Jung (2006) las diferencias de composición de nutrientes entre los cultivares son atribuidas a la madurez de la planta,

distribución de la biomasa, la concentración de fibra y la composición estructural (porcentaje de hojas y tallos). A medida que se incrementa la edad del pasto disminuye la relación hoja tallo, es decir aumenta la proporción de tallos (Ramírez *et al.*, 2009).

A medida que el pasto madura, los contenidos de la pared celular se hacen cada vez más elevados debido al crecimiento secundario de la misma, producto de la lignificación. La lignina constituye un carbohidrato estructural complejo (polímero fenólico), heterogéneo, que se encuentra incrustado en la pared celular de

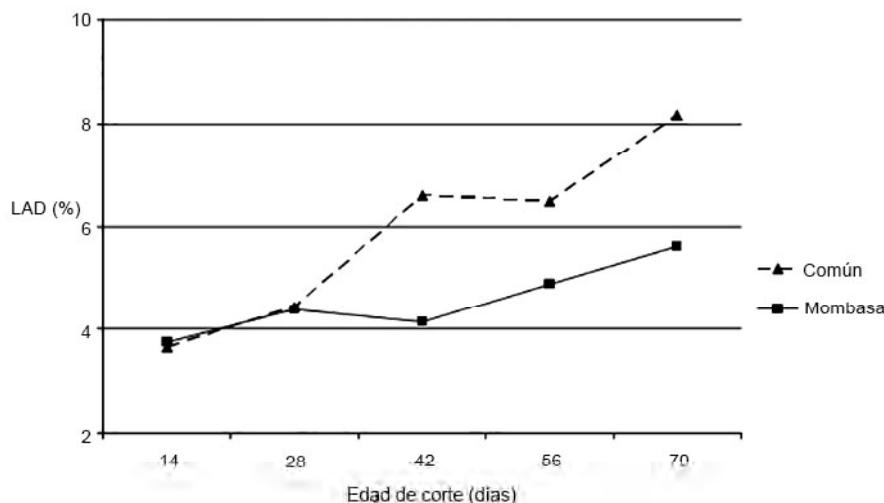


Figura 6. Evolución del contenido de LAD en dos cultivares de Guinea según la edad al corte.

los tejidos vegetales y no es digerible por los microorganismos ruminales, ni por las enzimas intestinales (Herazo y Morelo, 2008).

Para Ramírez *et al.* (2010), el aumento de la lignina debido al envejecimiento de la planta puede estar estrechamente relacionado con el grado de rigidez de la misma, la resistencia de los tejidos vasculares y la conducción de solutos, agua y sales minerales necesarias para su supervivencia. Estos procesos se incrementan de manera concomitante con la madurez fisiológica del pasto, lo cual se presenta de forma más marcada en el período lluvioso, donde los factores del clima aceleran dicha maduración.

#### **Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) y su relación con las variables estructurales estudiadas**

En cuanto a la DIVMO, los resultados del análisis de varianza muestran diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) entre cultivares, siendo los promedios de 67,6% y 72,6% para el cv común y el cv Mombasa respectivamente. Se registró una disminución lineal ( $P < 0,001$ ) de la digestibilidad, en la medida que se incrementó la edad al corte (Cuadro 4). Esto se produce como respuesta al aumento en los contenidos de FND, FAD y LAD; lo descrito está relacionado con el incremento de la concentración de lignina más rápidamente en los tallos que en las hojas y el aumento simultáneo de la proporción de tallos. La elevación del contenido de lignina, dada su

función protectora, trae como consecuencia una disminución en el grado de digestibilidad del pasto.

Las interacciones edad\*cultivar ( $P < 0,001$ ) y el efecto cuadrático edad\*cultivar ( $P = 0,001$ ) se derivan de la pérdida más acelerada de digestibilidad en la Guinea común. La misma presentó un valor ligeramente más alto de digestibilidad comparado al de Guinea Mombasa, *únicamente* a los 14 días de rebrote (81,1% contra 80,4%). Los valores para cv Mombasa a los 28, 42, 56 y 70 días, fueron 77,4%; 74,2%; 67,1% y 63,8% respectivamente, mientras que para cv común fueron 73,8%; 64,3%; 62,6% y 56,1% para las mismas edades. Esta diferencia sostenida a favor de cv Mombasa se observa en la Figura 7.

Una mayor concentración de PC y menores contenidos en FND, FAD y LAD observados en el cultivar Mombasa para las tres últimas edades de corte, concuerdan con el comportamiento de la DIVMO. Estos datos permiten inferir la superioridad de éste cultivar para el suministro de nutrientes al rumiante, en cualquier edad racional de aprovechamiento.

Los valores de DIVMO del cultivar Mombasa observados en este estudio, son superiores a los reportados por Verdecia *et al.* (2008), en *P. máximum*, cultivar Tanzania (69,28%; 64,48%; 60,42% y 59,08% a los 30, 45, 60 y 75 días respectivamente), lo que confirma la diferencia

Cuadro 4. Efecto de la edad al corte sobre la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

EDAD (días)	DIVMO (%)
14	80,7
28	75,6
42	69,3
56	64,9
70	59,9
Efectos	
Lineal	<0,001
Interacciones	
Efecto lineal edad*cultivar	<0,001
Efecto cuadrático edad*cultivar	0,001
RSD	1,22
CV	1,73
R <sup>2</sup>	0,98

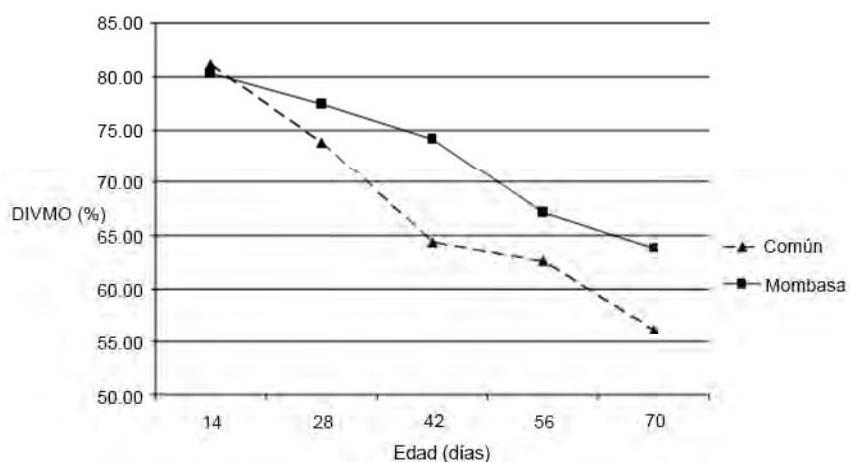


Figura 7. Evolución de la DIVMO en dos cultivares de guinea según la edad al corte.

entre cultivares y superioridad frente al cv común. Igual tendencia es observada por Ortega-Gómez *et al.* (2011), en un estudio de determinación de la digestibilidad de la materia seca y en el que se reporta 70,1%; 63,98%; 57,86% y 51,74% para el cultivar Mombasa comparado con 68,57%; 62,15%; 55,73% y 49,31% para el cv común, a los 21,42,63 y 84 días de corte.

Según Verdecia *et al.* (2008), la disminución de la digestibilidad tanto para la materia seca como para la orgánica, con el aumento de la edad está influenciada por el crecimiento de la planta, lo que trae consigo un engrosamiento de la pared

celular, fundamentalmente de la pared primaria, lo que reduce el espacio intercelular donde se encuentran los nutrientes (proteína).

La DIVMO presenta una alta correlación con la concentración de PC ( $P < 0,001$  y  $R^2 = 0,90$ ). Esta correlación es positiva, es decir, en la medida que aumenta el contenido de PC se incrementa la DIVMO (Figura. 8).

Por otra parte, se observó correlación negativa entre la DIVMO y los contenidos de FND, FAD y LAD (Figuras 9 a 11).

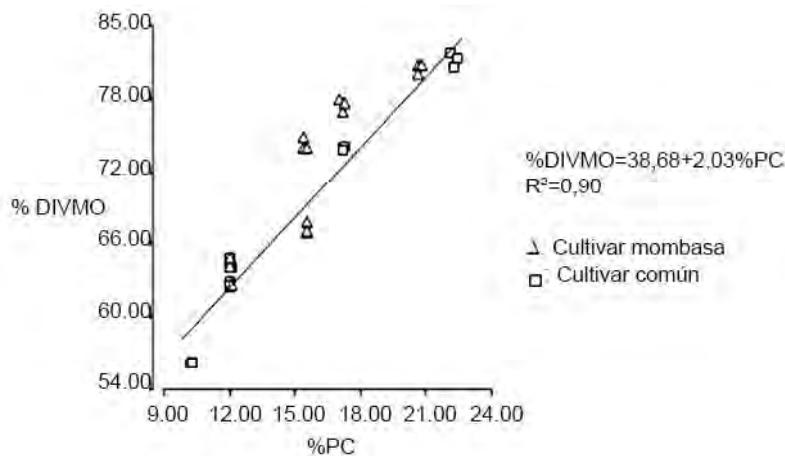


Figura 8. Correlación entre la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica y la proteína cruda.

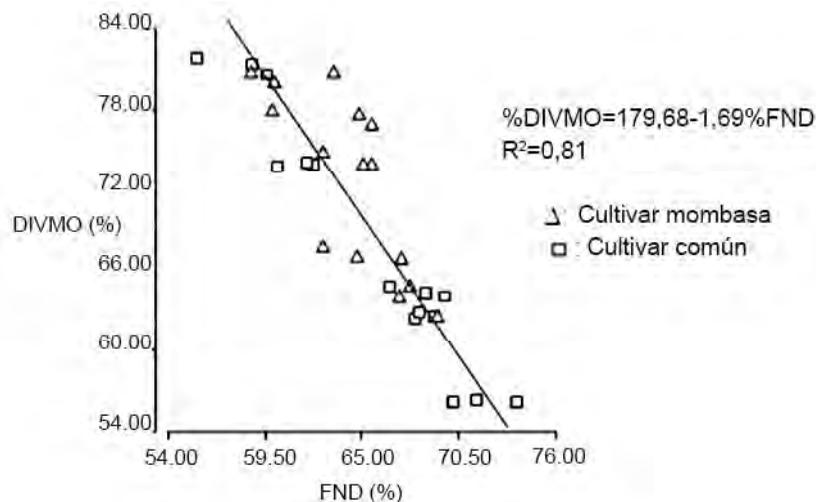


Figura 9. Correlación entre la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica y la fibra neutro detergente.

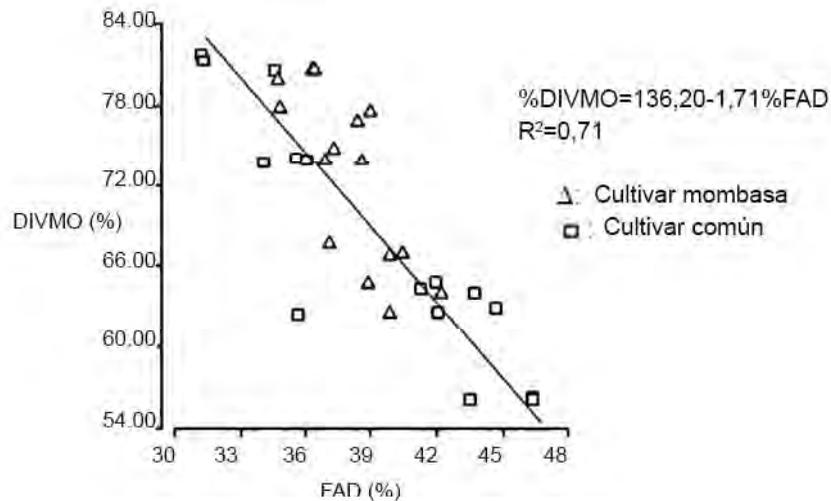


Figura 10. Correlación entre la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica y la fibra ácido detergente.

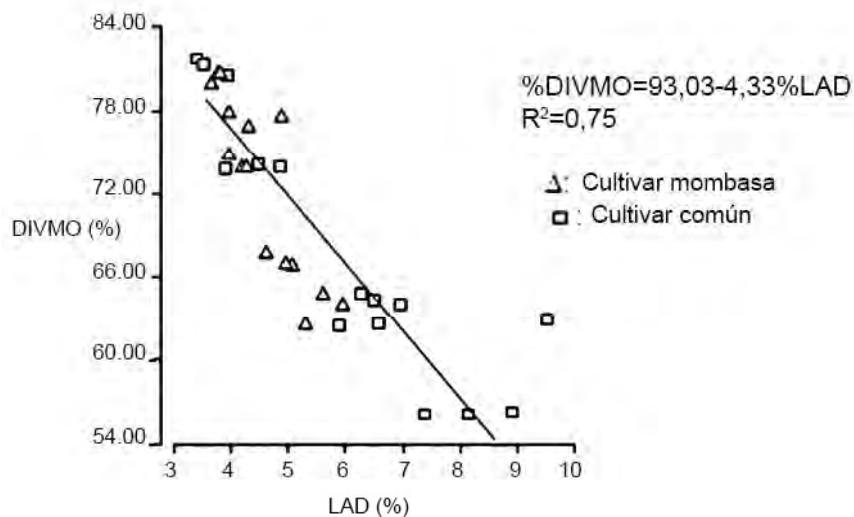


Figura 11. Correlación entre la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica y la lignina ácido detergente.

Es conocida la relación inversa que existe entre los contenidos de FND, FAD y LAD con el consumo y la digestibilidad de los pastos. La digestibilidad se encuentra negativamente correlacionada con la madurez de la planta, debido al creciente contenido de las fracciones de la pared celular (Juárez *et al.*, 2009). A medida que la planta madura, su contenido de celulosa y lignina aumenta; la primera se torna

cristalina, lo que la hace más difícil de digerir. El alto contenido de lignina es responsable de la digestión incompleta de la celulosa y la hemicelulosa, porque inhibe la digestión de los componentes de las paredes celulares, y es por tanto, el principal factor limitante de la digestibilidad de los forrajes (Herazo y Morelo, 2008).

## CONCLUSIONES

Los cultivares de pasto Guinea, común y Mombasa, mantuvieron valores similares de producción de biomasa.

Éstos cultivares, mostraron comportamientos distintos relacionados con la edad al corte; el cv común presentó una evolución o maduración sensiblemente más rápida, mientras que el cv Mombasa mostró una mejor calidad y aprovechamiento.

El efecto de la edad al corte sobre la composición química y la digestibilidad del pasto Guinea, se expresó en una disminución (lineal) del contenido de proteína cruda y un incremento (lineal) de los contenidos de fibra neutro detergente, fibra ácido detergente y de lignina ácido detergente, acompañados de una disminución sostenida de la digestibilidad en los dos cultivares, a medida que avanzó la edad de rebrote. Se confirma así que la edad de rebrote, edad al corte o pastoreo constituye uno de los factores más importantes y determinantes de la calidad nutritiva del forraje.

El cultivar Mombasa mostró mejor comportamiento en cuanto a calidad nutricional en edades posteriores a la cuarta semana, debido a su menor contenido de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina), mayor tenor de proteína y mayor digestibilidad.

Se confirma que la PC y la DIVMO son los índices más apropiados para medir la calidad forrajera.

## LITERATURA CITADA

- Alonso, J., G. Febles, T. E. Ruíz y G. Achang. 2008. Características bromatológicas de guinea (*Panicum maximum* cv. Likoni) en un sistema silvopastoril con leucaena (*Leucaena leucocephala* cv. Perú. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Tomo 42(3):295.
- Ankom. 2005. In Vitro trae digestibility using the DAIYII incubator. available online: [http://www.ankom.com/09\\_procedures/Daisy%20method.pdf](http://www.ankom.com/09_procedures/Daisy%20method.pdf) [Mar. 30, 2016].
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists).1994. Official Methods of Analysis. 15ta ed. Washington, D.C. p 1015.
- Barillas, C., M. Gutiérrez y Á. Rodríguez-Petit. 2012. Dinámica del rendimiento de forraje y calidad nutricional de *Panicum maximum* cv. mombasa y *Pennisetum purpureum* cv. King grass a diferentes edades de corte. Revista Científica, FCV-LUZ /Vol. XXII, Suplemento 1.
- Casler, M. and H. Jung. 2006. Relationships of fibre, lignin, and phenolics to in vitro fibre digestibility in three perennial grasses. Anim. Feed Sci. Technol. 12(5):151-161.
- Coauro, M., B. González, O. Araujo-Febres y J. Vergara. 2004. Composición química y digestibilidad *in vitro* de tres cultivares de guinea (*Panicum maximum* Jacq.) a tres edades de corte en bosque seco tropical. Memorias XII Con. Ven. Prod. Ind. Animal. Maracay, Venezuela. p 121.
- Cruz, M., L. Curbelo, R. Guevara, J. Pereda, D. Muñoz, Y. Tamayo, L. Rivero, M. Ponce, L. Ferreiro y Y. Cabrera. 2012. Evaluación agronómica de tres gramíneas bajo condiciones edafoclimáticas. Rev. Producción anim. 24(2):1-5.
- Díaz, C. y N. Manzanares. 2006. Producción de biomasa de *Panicum maximum* cv Mombaza a tres frecuencias de corte y dos condiciones ambientales (con y sin árboles), en la Hacienda "Las Mercedes". UNA. Managua, Nicaragua. Tesis. Ing. Zootecnista. p. 60.
- García-Cardoso, C., R. Martínez, R. Tuero, A. M. Cruz, A. Romero, L. Estanquero, A. Noda y V. Torres. 2009. Evaluación de *Panicum maximum* cv. Mombaza y modelación de indicadores agronómicos durante tres años en un suelo ferralítico rojo típico de la provincia La Habana. Rev. Cubana de Ciencia Agrícola. 43(3):297-306.
- Goering, H. K., and Van Soest P. J. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications), Agric. Hand book No. 379. Ars-USDA. Washington, DC. p 379.
- Herazo, R y C. Morelo. 2008. Evaluación del crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad del cultivo de pasto guinea mombaza (*Panicum maximum*, jacq) bajo

- cuatro fuentes de abonamientos en la finca Pekín, municipio de Sincé, Sucre - Colombia. Tesis de grado, Univ. de Sucre, Fac. de Ciencias Agrop. p. 83.
- Homen, M., I. Entrena, L. Arriojas y M. Ramia. 2010. Biomasa y valor nutritivo del pasto Guinea *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs. Gamelote' en diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda. Rev. Zootecnia Trop. 28(2):255-265.
- Juárez, R., S. Cerrillo, O. Gutiérrez, T. Romero, N. Colín y B. Bernal. 2009. Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas *in vitro*. Rev. Técnica Pecuaria en México. 47(1):55-67.
- Mesquita, E., M. Neres. 2008. Morfogênese e composição bromatológica de cultivares de *Panicum máximum* em função da adubação nitrogenada. Rev. Bras. Saúde Prod. An. 9(2): 201-209.
- Ortega-Gómez, R., E. Castillo-Gallegos, J. Jarillo-Rodríguez, R. Escobar-Hernández, E. Ocaña-Zavaleta and B. Valles de la Mora. 2011. Nutritive quality of ten grasses during the rainy season in a hot-humid climate and ultisol soil. Tropical and Subtropical. Agroeco systems. 13: 481- 491.
- Pérez, A., A. Pérez y M. Figueredo. 2010. Efectos del estado de madurez en el valor nutritivo y momento óptimo de corte del forraje napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) en época lluviosa. Rev Mex Cien Pecu. 1(3):277-286.
- Ramírez, O., A. Hernández, S. Carneiro, J. Pérez, J. Enríquez, A. Quero, J. Herrera y A. Cervantes. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum máximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. Rev. Pecuaria de México. 47(2):203-213.
- Ramírez, J., D. Verdecia, I. Leonard y Y. Álvarez. 2010. Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Panicum máximum* vc. Likoni en un suelo fluvisol de la región oriental de Cuba. REDVET, 11(7). Disponible en línea <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/pdf> [Mar. 10, 2016].
- Ramírez, J., R. Herrera, I. Leonard, D. Verdecia y Y. Álvarez. 2012. Relación de los indicadores de la calidad y la edad en dos especies de Brachiaria. Rev. electrón. vet. 13 (11). Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet.n111112.htm>. [Mar. 10, 2016].
- SAS (Statistical Analysis System). 1985. SAS user's guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC.
- Tilley, J, Terry K. 1963. A two stages techniques for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 18(2):104-111.
- Torregrozza, L., H. Cuadrado y A. Vega. 2006. Producción, composición química y digestibilidad del pasto braqui para (*brachiaria arrecta*) en diferentes épocas y edad de rebrote. CORPOICA. Centro de Invest. Turipana. p. 5.
- Van, Soest P. J. 1994. Nutritional Ecology of the ruminant. 2 ed. New Cork: Cornell University. p. 475.
- Van, Soest P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. DairySci. 74:3583-3597.
- Vasconcelos, W., E. Santos, A. Zanine, T. Pinto, W. Lima, R. Edvan e O. Pereira. 2009. Valor nutritivo de silagens de capim-mombaca (*Panicum máximum* Jacq) colhido em função de idades de rebrotacao. Revista Brasileira de Súde e Produccion Animal. 10: 874-884.
- Verdecia, D., J. Ramírez, I. Leonard, Y. Pascual y Y. López. 2008. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. Rev. electrón. vet. 09(5). Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvetn050508/050807.pdf> [Feb. 09, 2016].
- Verdecia, D., J. Ramírez, I. Leonard y F. García. 2009. Potencialidades agroproductivas de dos cultivares de *Panicum maximum* cv. Mombasa y Uganda. Rev. Electrón. Vet. 10(5):10-20.