



CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS, COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA, DIGESTIBILIDAD Y CONSUMO ANIMAL EN CUATRO ESPECIES DE PASTOS DE LOS GENEROS *Brachiaria* Y *Panicum*

[AGRONOMIC CHARACTERISTICS, BROMATOLOGICAL COMPOSITION, DIGESTIBILITY AND CONSUMPTION ANIMAL IN FOUR SPECIES OF GRASSES OF THE GENERA *Brachiaria* AND *Panicum*]

Carlos A. Ortega-Aguirre¹, Clemente Lemus-Flores^{*2}, Job O. Bugarín-Prado³, Gelacio Alejo-Santiago³, Antonio Ramos-Quirarte³, Oscar Grageola-Núñez³ and Jorge A. Bonilla-Cárdenas⁴

¹Estudiante de Maestría en el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, México,

²Posgrado CBAP-UAN, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, México, *E-mail: drclemus@yahoo.com.mx,

³ Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, México,

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México
*Corresponding author

SUMMARY

In order to select the most productive grass specie, four grasses were evaluated in terms of field performance, nutritive value and intake preference by sheep. The grasses were: *Brachiaria brizantha* cv Mulato, *Brachiaria brizantha* cv Toledo, *Panicum maximum* cv Tanzania and *Panicum maximum* cv Mombaza. Evaluation lasted 120 days, plant height every 30 days and at the end dry matter (DM), fiber fractions, crude protein (CP), *in vitro* digestibility and *in vitro* gas production were evaluated. A preference test was also carried out using male sheep (19 ± 3 kg). The main results were: Plant height was different (P<0.05), in each one of the sampling dates, being higher Toledo with 139.93 cm at 120 days; Mulato and Mombaza resulted in 8353 and 7903 Kg DM ha⁻¹ (P<0.05). Animal preference was higher for Mombaza with an intake of 299.43 g DM día⁻¹ (P<0.05). Higher values for NDF were registered in Mulato and Mombaza (66.32 and 68.45 %) (P<0.05). ADF content was lower for Mulato (40.55 %); Tanzania presented the lowest value for organic matter (84.86 %) while the remaining species contained more than 87 % (P<0.05). CP was higher in Tanzania, Toledo and Mombaza (10.68, 9.55 and 9.33 % respectively) (P<0.05). Higher CP production was found in Mombaza (709.71 kg CP ha⁻¹) (P<0.05). Toledo and Tanzania presented lower *in vitro* digestibility (64.19 and 56.99 %) (P<0.05). *In vitro* gas production at 72 hours was higher in Mulato and Mombaza (129.12 and 125.04 ml g⁻¹ DM) (P<0.05). It was concluded that *P. maximum* cv. Mombaza is the

grass with better agronomic performance, *in vitro* digestibility and higher preference by sheep.

Key words: *Brachiaria*; *Panicum*; preference; intake; sheep.

RESUMEN

Se evaluaron cuatro especies de pasto, para seleccionar la de mayor rendimiento agronómico, valor nutritivo y preferencia en el consumo animal. Los pastos fueron: *Brachiaria brizantha* cv Mulato, *Brachiaria brizantha* cv Toledo, *Panicum maximum* cv Tanzania y *Panicum maximum* cv Mombaza; distribuidos en Bloques repetidos al azar en parcelas de 15 m². La evaluación fue de 120 días, para determinar altura de planta cada 30 días; al final materia seca (MS), fracciones de fibra, proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* y producción de gas *in vitro*. Para la prueba de preferencia animal se utilizaron ovinos machos de 19 ± 3 kg. La altura de planta muestra diferencias (P<0.05) en cada una de las fechas de muestreo, sobresale Toledo con 139.93 cm a 120 días; Mulato y Mombaza presentaron valores de 8,353 y 7,903 Kg de MS ha⁻¹ (P<0.05). En la preferencia animal Mombaza fue superior al resto del grupo, con consumo de 299.43 g de MS día⁻¹ (P<0.05). Los valores más altos para FDN fueron en Mulato y Mombaza (66.32 y 68.45 %) (P<0.05), en FDA los valores más bajos fueron para Mulato (40.55 %); Tanzania presentó el valor más bajo en materia orgánica con 84.86 %, el resto de especies presentó valores superiores al 87 % (P<0.05). En PC los mayores porcentajes fueron para Tanzania, Toledo y

Mombaza (10.68, 9.55 y 9.33 %) ($P < 0.05$). En producción de PC, Mombaza obtuvo mayor rendimiento con 709.71 kg PC ha⁻¹ ($P < 0.05$). En la digestibilidad Toledo y Tanzania presentaron los porcentajes más bajos con 64.19 y 56.99 % ($P < 0.05$). Producción de gas a 72 horas de incubación fue más alta con Mulato y Mombaza con 129.12 y 125.04 ml⁻¹

de gas/g de MS ($P < 0.05$). Considerando todas las evaluaciones *P. maximum* cv. Mombaza es el que se asocia con mayor producción agronómica, mejor digestibilidad *in vitro* y preferencia por el animal.

Palabras clave: *Brachiaria*; *Panicum*; preferencia; consumo; ovinos.

INTRODUCCIÓN

La región tropical en México ocupa aproximadamente el 35% del territorio nacional, estas áreas se caracterizan por un elevado potencial para la explotación ganadera, donde se sostiene el 50% del ganado bovino del país. Sin embargo se presentan problemas de producción de forraje, tanto en cantidad como en calidad, lo cual es insuficiente para alimentar adecuadamente al ganado durante todo el año y obtener una producción pecuaria rentable (INIFAP, 2008).

Nayarit es un estado con suelos de vocación eminentemente forestal, sin embargo la degradación de la población forestal está en una tendencia creciente, sin olvidar que en la entidad tiene también importancia relevante la agricultura y la ganadería (CONAFOR, 2004). El estado de Nayarit cuenta con una superficie de 3,354.63 km² de pastizales; lo cual representa una buena posibilidad para el crecimiento de la ganadería en el estado (INEGI, 2000).

El bajo desarrollo económico de la actividad ganadera en Nayarit se debe, entre otras muchas causas, a aspectos socioeconómicos y ambientales típicos de los lugares de trópico seco (SAGARPA, 2004). Por su parte, la producción de forrajes está limitada por la mala distribución de lluvias en el año, lo cual provoca una marcada estacionalidad en la oferta de alimentos (INEGI, 2000).

Desde el punto de vista socioeconómico, la ovinocultura se ha considerado tradicionalmente como una actividad familiar, con una rentabilidad financiera secundaria y un bajo uso de tecnología; sin embargo puede constituir una fuente para satisfacer las demandas calóricas y proteicas del hombre, además La tendencia a largo plazo y los desarrollos recientes de mercado han promovido el aumento del precio de la carne de cordero y borrego en los mercados de todo el mundo en los últimos años (Figueredo e Iser, 2005). Por lo que su producción presenta perspectivas para una explotación eficiente en el trópico con la utilización de la amplia variedad de recursos forrajeros locales de que se dispone, lo cual se fortalece principalmente en la experiencia obtenida en cada región (Arece *et al.*, 2006).

En los últimos años y con el afán de mejorar la producción animal, se han establecido diversos cultivares del género *Brachiaria* en algunas regiones de México y otros países de Centroamérica, lo cual ha permitido aumentar la productividad animal, en un monto estimado de 26% de leche y 6% de carne, por el alto rendimiento y calidad del forraje producido (Argel, 2006).

Los rumiantes a nivel trópico basan su alimentación en el consumo de forrajes, los cuales por su alta producción de biomasa, representan una opción para mejorar la productividad a nivel tropical; sin embargo, es necesario determinar el contenido nutricional, digestibilidad y aceptabilidad de los alimentos, con el fin de estimar los nutrientes y la cantidad aprovechada por el animal. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar las características agronómicas, composición bromatológica y consumo animal en cuatro especies de pastos: dos del género *Brachiaria* y dos del género *Panicum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y duración del estudio.

El estudio se realizó del 17 de julio al 15 de noviembre de 2010, en la Unidad Académica de Agricultura (21° 26' 00" N, 104° 53' 30" O y 922 msnm), ubicado en el municipio de Xalisco, Nayarit, México. El clima es (A) C (w)2 (w) a (i), perteneciente a un clima semicálido, el más cálido de los templados con verano caluroso y lluvias (García, 1988), con temperatura y precipitación media anual de 20.9°C, y 1,120.9 mm, respectivamente.

Establecimiento y manejo de parcelas.

Antes de iniciar el laboreo del suelo fue necesario eliminar el tapiz vegetal del sitio experimental, mediante la aplicación de herbicidas de amplio espectro. Quince días después comenzó la preparación del terreno de manera convencional, con un pase de arado y dos de grada ligera. Entre cada una de las labores se dejó un periodo de 15 días, para dar tiempo a que germinaran las semillas de las arvenses

presentes en el sitio y así hacer más eficiente el control de malezas manualmente.

En suelo de textura arenosa se delimitó un lote de 17 x 25 m (425 m²), donde quedaron establecidos todos los tratamientos y las repeticiones respectivas. El tamaño de cada parcela fue de cinco metros de largo y tres de ancho (15 m²), con un metro de separación entre estas. De acuerdo a los análisis del sitio experimental la densidad aparente (gm.cm⁻³), porcentaje de materia orgánica, potencial hidrógeno, porcentaje de carbono, nitrógeno (kgAha⁻¹/año), fósforo (ppm) y potasio (ppm) fueron 1.2, 6.2, 6.2, 3.611, 224.1, 80.08 y 1067 respectivamente. La siembra se realizó de forma manual a chorrillo el 15 de julio de 2010 temporal de lluvias sin riego artificial, de manera que la semilla sexual fuera depositada al fondo del surco y se cubrió con una delgada capa de tierra, la distancia entre los surcos fue de un metro. La densidad de siembra fue de seis kilogramos de semilla por hectárea, como parte del manejo experimental de las parcelas, no se adicionó fertilización de ningún tipo, únicamente se consideró la aplicación de riegos de auxilio según lo exigieran las necesidades del cultivo.

VARIABLES EVALUADAS

Altura de planta.

Se determinó en cinco puntos por parcela, con una cinta métrica graduada en centímetros, a partir del suelo, en posición perpendicular y se tomó como punto de referencia donde se dobla la hoja más alta. Las lecturas se realizaron cada 30 días durante el periodo de investigación que fue de 120 días.

Producción de materia seca.

Esta variable fue estimada por el método alternativo propuesto por Martínez *et al.* (1990), la altura de corte fue a 20 cm sobre el ras del suelo, dentro de un marco de 50 x 50 cm. Se registró el peso de la biomasa cosechada y se seleccionaron tres submuestras de 500 g cada una, para enviarlas al laboratorio y colocarlas en una estufa de ventilación forzada a 60° C hasta peso constante, para finalmente realizar los cálculos en base seca.

Análisis químico del material biológico.

Una vez que se determinó la materia seca, las muestras fueron molidas en un molino Thomas Wiley con malla de un mm y se identificaron las muestras para su almacenamiento en envases de plástico cerrados, a temperatura ambiente, hasta el momento de efectuar los análisis de laboratorio por triplicado a cada una de las muestras, que fueron: Determinación de materia seca (MS), cenizas (C) y materia orgánica (MO), de acuerdo a la metodología recomendada por

la AOAC (1995). Las fracciones de fibra (FDN y FDA) se analizaron con base en la metodología descrita por Goering y Van Soest (1970) y Van Soest *et al.* (1991), y de acuerdo a las modificaciones para el uso de bolsas filtrantes (F-57 ANKOM® Technology) y a los procedimientos para el uso del analizador semiautomático de fibras (ANKOM® Fiber Analyzer A200, ANKOM Technology), señaladas en los métodos 6 y 5 para FDN y FDA, respectivamente, descritos por ANKOM® (2010). Proteína cruda (PC) por micro Kjeldahl. Digestibilidad verdadera *in vitro* de la MS a 48 h (DIVMS) se determinó con base en la técnica descrita por Tilley y Terry (1963), modificada de acuerdo al método para el uso de bolsas filtrantes (F-57 ANKOM® Technology), y a los procedimientos para el uso del incubador "Daisy", descritos por ANKOM® (2010). La producción de gas *in vitro* se determinó en base a la técnica descrita por Menke y Steingass (1988), modificada por Theodorou *et al.* (1994) y de acuerdo al procedimiento para el uso del sistema automatizado inalámbrico de producción de gas y el software correspondiente, en su versión 9.5, descrito por ANKOM® (2009). Para describir la cinética de la producción de gas fue necesario el uso del software desarrollado por Chen (1995), el cual se fundamenta en el modelo propuesto por Ørskov y McDonald (1979).

Prueba de preferencia en el consumo con ovinos

Para la realización de esta variable se emplearon tres corderos jóvenes, machos sin castrar, de cuatro meses de edad, encastados de Pelibuey-Dorper, con un peso inicial de 19±3 kg, con una condición corporal de 3 en una escala de 1 a 5, desparasitados ocho días antes del experimento con Ivermectina al 1 %, (0.5ml por cada 25 kg de peso), los cuales se seleccionaron bajo el criterio de homogeneidad en cuanto a edad, condición corporal y sin antecedentes de consumo de las especies que se evaluaron; previo al inicio del experimento fue necesario proporcionar un periodo de adaptación a las condiciones de estabulación y manejo de dos semanas, durante este periodo los ovinos fueron alimentados con pasto estrella africana *Cynodon plectostachyus* y agua *ad libitum*.

Durante el periodo experimental que fue de 7 días, los animales fueron alojados en corrales individuales techados, de 4 X 5 metros, con piso de cemento y separados entre sí por paredes de dos metros de altura, cada corral tenía un comedero de lámina dividido en cuatro compartimentos donde fueron colocadas simultáneamente las cuatro especies de pastos, los cuales se ofrecieron a razón de 0.8 kg MS/animal/día⁻¹ por especie pratense, se consideró un consumo del 3 % del peso vivo del animal; dichos pastos fueron cortados y picados diariamente con una

picadora motorizada, el tamaño de partícula fue de una pulgada .

La oferta del alimento inició a las 08:00 am y culminó a 14:00 pm. La medición del consumo diario se determinó mediante la diferencia entre la cantidad del forraje ofrecido en los comederos y el rechazado por los animales al final de cada día de prueba; para evitar errores al realizar los cálculos del consumo de los alimentos, por la pérdida de humedad en el pasto; se monitoreo la pérdida de agua durante el día y se consideró tomar muestras en diferentes horarios de cada uno de los pastos.

El forraje de cada una de las especies fue distribuido aleatoriamente en cada compartimiento del comedero durante cada día de los 7 días que duró la evaluación, para realizar la mayor cantidad de combinaciones posibles dentro del comedero y con el objetivo de bloquear el hábito de reflejo de los animales a la posición, la distancia y el primer encuentro con el alimento. Los aspectos relacionados con el acondicionamiento y mediciones en la prueba de preferencia se realizaron de acuerdo con lo descrito por Pinto *et al.* (2005).

Diseño experimental

Para la evaluación agronómica, calidad nutricional y prueba de preferencia se utilizó un diseño de bloques completos al azar, donde los tratamientos fueron las especies de pasto. En la evaluación agronómica y calidad nutricional las parcelas fueron los bloques y los diferentes muestreos en cada parcela fueron las repeticiones. Para la evaluación de prueba de preferencia los ovinos fueron los bloques, finalmente los días de evaluación constituyeron las repeticiones.

Tratamientos

- 1.- *Brachiaria brizantha*. Mulato.
- 2.- *Panicum maximum* cv. Mombaza
- 3.- *Panicum maximum*, cv. Tanzania
- 4.- *Brachiaria brizantha*. Toledo.

Evaluación de resultados y análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza, en las variables donde se presentaron diferencias significativas para los tratamientos se realizó la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 95% ($P < 0.05$) de acuerdo a lo descrito por Steel y Torrie (1980).

Empleando las variables medidas para la evaluación agronómica, calidad nutricional y prueba de preferencia, se realizó un análisis de componentes principales, para la agrupación de los tratamientos

empleando el procedimiento PRINCOMP. En todos los análisis se utilizó el paquete estadístico SAS (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Agronómico

En la tabla 1 se presenta la altura de las especies pratenses a diferentes edades de muestreo, se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en cada una de los periodos, sobresaliendo el pasto Toledo del resto del grupo. Este resultado difiere de lo publicado por el CIAT (2004), quienes reportan que en condiciones de trópico subhúmedo en Costa Rica, el cultivar Toledo registro un promedio de altura de planta a cuatro meses después de establecidas de 73.5 cm. Esto coincide con las observaciones de Argel (2006), quienes indican que la amplia variabilidad natural del género *Brachiaria* ha permitido hacer diversos trabajos de selección con expectativas variadas.

La producción de MS se presenta en la tabla 2, obteniendo los rendimientos más altos Mulato y Mombaza con 8,335 y 7,903 kg de MS ha⁻¹ respectivamente ($P < 0.05$).

Los resultados anteriores pudieran deberse a las características propias de cada especie, pues el pasto Mulato presenta un crecimiento menor, pero una de sus características más destacables es su alto amacollamiento, el cual inicia pocas semanas después de la emergencia y le da ventajas durante el establecimiento, sobre todo en sitios con alta incidencia de malezas (Pinzón y Santamaría, 2005). Mombaza presentó de acuerdo con Ramírez *et al.* (2010), mayor dinámica durante la época de lluvias, situación que favorece su producción forrajera.

Los rendimientos del pasto Mulato y Mombaza al igual que el de otras gramíneas depende de las condiciones climáticas, fertilidad y drenaje del suelo. Resultados de varias investigaciones indican que los rendimientos anuales oscilan entre 10 a 25 ton de MS ha⁻¹. Cuadrado *et al.* (2005), reportaron un rendimiento de 18.1 ton MS ha⁻¹ año, en condiciones de un suelo aluvial sin fertilizar. Por su parte Espín (2012), reporta un rendimiento de 19.71 ton de MS ha⁻¹, en la etapa de prefloración a 108 días de establecido, en la zona de Echaendía, provincia de Bolívar. Los resultados obtenidos en esta investigación se encuentran dentro de los más altos rendimientos reportados, concordando con Silva (2009), que obtuvo con Mombaza más alta producción de MS que con Tanzania.

Tabla 1. Altura (cm) de especies pratenses a 120 días de establecidas

Tratamientos	30 días	60 días	90 días	120 días
Mulato	16.53 ^c	61.93 ^b	101.66 ^b	118.66 ^b
Mombaza	21.06 ^b	79.93 ^a	107.86 ^b	119.93 ^b
Tanzania	21.93 ^b	80.66 ^a	109.73 ^b	118.93 ^b
Toledo	30.46 ^a	88.00 ^a	122.73 ^a	139.93 ^a
EEM	0.82	1.95	1.96	2.25

EEM: Error estándar de la media. Valores con la misma literal en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey (P<0.05).

Tabla 2. Producción de Materia Seca por hectárea a 120 días

Tratamientos	Materia Seca (kg ha ⁻¹)
Mulato	8335 ^a
Mombaza	7903 ^a
Tanzania	4173 ^b
Toledo	5634 ^a
EEM	491

EEM: Error estándar de la media. Valores con la misma literal en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey (P<0.05).

Nutricional

En la tabla 3, se presenta la composición nutricional de las especies utilizadas en la prueba de preferencia, en FDN los promedios más altos fueron para los pastos Tanzania y Toledo con 70.09 y 70.78 % respectivamente.

Juárez *et al.* (2009), reportaron valores de FDN en pastos Guinea y Tanzania de 72.7 y 74.6 % respectivamente, al inicio de la floración. Estos resultados son ligeramente superiores a los del presente estudio y similares a los obtenidos por González *et al.* (2012). En contraste Pérez (2002), mencionó contenidos de 64.8 % de FDN, en el centro de investigación Carimagua en la época de lluvias. Por su parte Sánchez y Soto (1997, 1999a y 1999b), citan valores de FDN del 67 % para el pasto Toledo durante la época lluviosa, en diferentes fincas ganaderas del trópico húmedo de Costa Rica. Estos datos son inferiores a los obtenidos en esta investigación. Generalmente el valor nutritivo de una especie no es estable, si no que varía con las condiciones edafoclimáticas, el manejo y la variedad o acesión que se está evaluando como lo reporta Ramírez *et al.* (2010), con Mombaza en diferentes épocas. Esto explica los rangos relativamente amplios que pueden encontrarse en la literatura para determinadas especies.

En la FDA también se encontraron diferencias significativas (P<0.05), presentando el cultivar Mulato 40.55 % el valor más bajo del grupo. Cuadrado *et al.* (2005), reportan valores de FDA de 40.1 % para la época de lluvias en el cultivar Mulato, valor similar al obtenido en el presente trabajo. Por su parte Canchila *et al.* (2009), reportan valores de fibra ácido detergente en el pasto Mulato de 45.5 %, bajo fertilización. Esta diferencia se debe probablemente a las condiciones edafoclimáticas del lugar y a la aplicación de fertilizante.

Tabla 3. Composición nutricional (%) en las especies utilizadas en la prueba de preferencia

Pasto	MO	CEN	PC	FDN	FDA
Mulato	88.71 ^a	11.29 ^c	7.74 ^b	66.32 ^a	40.55 ^c
Mombaza	87.12 ^b	12.87 ^b	9.33 ^{ab}	68.45 ^b	44.89 ^b
Tanzania	84.86 ^c	15.14 ^a	10.68 ^a	70.09 ^c	46.66 ^a
Toledo	88.58 ^{ab}	11.40 ^{bc}	9.55 ^{ab}	70.78 ^c	45.77 ^{ab}
EEM	0.37	0.37	0.41	0.005	0.005

EEM: Error estándar de la media. Valores con la misma literal en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey (P<0.05). FDN: Fibra neutro detergente, FDA: Fibra ácido detergente, MO: Materia orgánica, PC: Proteína cruda, CEN: Cenizas.

El pasto Tanzania resultó ser el más alto, ya que presentó 46.66 % de FDA. Resultados similares fueron registrados por Razz *et al.* (2004a) en *Panicum maximum* cosechado antes de la floración en el estado de Zulia, Venezuela. En una zona caracterizada como bosque tropical húmedo con una precipitación 1,802 mm y temperatura media 28° C, registrando valores de 48.27 % de FDA. Razz *et al.* (2004b) reportan valores de 40.22 % de FDA en esta misma especie en un suelo con textura franco arenosa, con pH ácido de 6.44 y bajos contenidos de materia orgánica con 0.76 %, en la región occidente de Venezuela, zona caracterizada como bosque seco tropical con una precipitación de 1,110 mm y temperatura media de 29° C. Estos resultados comparativos permiten

suponer que las fracciones de fibra son más estables en estos pastos.

El contenido de MO y CEN mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$), alcanzando el valor máximo el pasto Mulato con 88.71 % de MO y un contenido de CEN de 11.29 %. Estos datos son afines a lo reportado por Avellaneda *et al.* (2008), quienes reportan valores de 88.58 % de MO y 11.42 % de CEN a 112 días de rebrote. Sin embargo lo publicado por Canchila *et al.* (2009), no coincide con los datos anteriores, ya que mencionan promedio de 91 % de MO y 9 % de CEN.

El pasto Tanzania presentó el valor más bajo con 84.86 % de MO y 15.14% de CEN. Estos resultados son comparables con los alcanzados por Juárez *et al.* (2009), quienes reportaron valores de 85 % y 15% al inicio de la floración.

El pasto Mulato obtuvo el más bajo nivel de PC con 7.74 %, este valor es similar a lo publicado por Canchila *et al.* (2009) donde evaluaron la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. Reportando valores promedio de proteína cruda entre 5.80 y 7.50 %. Por otro lado al evaluar el comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha (28, 56, 84 y 112 días), Avellaneda *et al.* (2008), mencionan valores de 7.49 % de PC para el cultivar Mulato a 112 días. Los reportes de PC oscilan alrededor de 8 % como lo reporta González *et al.* (2012), con el pasto Toledo.

Cuando se analiza el contenido de proteína entre diferentes genotipos de pastos tropicales, estos presentan diferencias entre los géneros y especies. La diferencia entre el hábito de crecimiento, morfología y metabolismo carbonatado determinan entre otros factores, la variabilidad en el contenido de proteína de los pastos (Juárez *et al.*, 2007). Ello explica las diferencias entre las especies utilizadas y evaluadas, bajo las mismas condiciones ambientales, lo que demuestra el efecto del genotipo sobre la producción y la calidad del forraje.

En la producción de kilogramos de proteína bruta por hectárea, se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) sobresaliendo el pasto Mombaza con 737.34 kg PB ha⁻¹ del resto del grupo (Tabla 4).

El crecimiento y la productividad de los pastos están influidos por las condiciones climáticas existentes principalmente por la distribución anual de las lluvias (Ramírez *et al.*, 2010), que unido a otros factores del medio ambiente y de manejo, repercuten en que estos no reflejen totalmente su potencialidad productiva y nutritiva.

Tabla 4. Proteína Cruda (PC) por hectárea y digestibilidad *in vitro* de las especies

Tratamiento	PC ha ⁻¹ (kg)	Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)
Mulato	658.52 ^a	69.26 ^a
Mombaza	709.71 ^a	67.94 ^a
Tanzania	418.44 ^b	56.99 ^c
Toledo	520.1a ^b	64.19 ^b
EEM	37.64	0.89

EEM: Error estándar de la media. Valores con la misma literal en las columnas no difieren estadísticamente.
Tukey ($P < 0.05$).

En la digestibilidad *in vitro* de igual manera se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), resultando superiores las especies Mulato y Mombaza (69.26 y 67.94 %) respectivamente. Una de las características más sobresalientes del pasto Mulato es la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) aunque esta puede variar con la edad de la planta, la época del año y el sitio del crecimiento del pasto. La información sobre la calidad del cultivar Mulato proviene en gran parte de siembras hechas en las partes bajas tropicales y en general muestran valores que oscilan entre 55 y 62 % de digestibilidad para planta entera en época de lluvia. Por su parte Guiot y Meléndez (2003), mencionan valores de 65 % de digestibilidad para el Mulato, en condiciones de Huimanguillo (México).

En el trópico húmedo de Veracruz, en la temporada de lluvia, Ortega *et al.*, (2011) al evaluar diez gramíneas, encontraron valores para los cultivares Mulato y Mombaza de 67.5 y 60.9% de digestibilidad *in situ*.

En la producción de gas a 72 horas se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), resultando ser superiores las especies Mulato y Mombaza con 129.12 y 125.04 ml/g de MS respectivamente (Tabla 5). En los valores de degradabilidad de la fracción “a” (fracción soluble rápidamente fermentable) no hubo diferencias significativas entre los tratamientos resultando ser estadísticamente iguales. En la fracción “b” (fracción parcialmente degradable), se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las especies pretenses y los valores más bajos fueron para Mulato y Toledo con 142.68 y 62.71 %. Para la fracción “a+b” (degradación potencial) de igual forma hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$), sobresalen Tanzania y Mombaza con 217.72 y 148.61 %.

En la tasa constante producción de gas “c”, se mostraron diferencias significativas entre las especies pratenses ($P < 0.05$), los valores más altos se

apreciaron en Toledo, Mulato y Mombaza con 0.046, 0.045 y 0.03 h⁻¹ respectivamente y el tratamiento con menor tasa constante de producción de gas fue Tanzania con 0.004 (Figura 1).

Consumo

En la prueba de consumo igualmente se mostraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), el pasto Mombaza presentó el consumo más alto por los ovinos, con 299.43 g de MS día⁻¹ más que el pasto Toledo que es el más cercano (Tabla 6). Los resultados de la prueba de consumo están influidos por las características físico-químicas de las especies

pratenses utilizadas, se apreció una marcada diferencia en el contenido de proteína cruda, la digestibilidad, la producción de gas a 72 horas y finalmente textura de las hojas, en la literatura existe evidencia que los ovinos modifican su consumo en función a la especie que presente las mejores características nutricionales, experiencia previa con el alimento, sabor; así como la edad, sexo y hasta la raza del animal (Tarazona *et al.*, 2012), lo cual coincide con los resultados obtenidos en esta evaluación donde la especie Mombaza alcanzó uno de los valores más altos en PC, digestibilidad y producción de gas.

Tabla 5. Producción de gas y cinética de degradación de los pastos a 72 horas de incubación

Tratamientos	Producción de gas				
	a 72 hrs	Fracción a %	Fracción b %	(a+b)* %	c mL h ⁻¹ *
Mulato	129.12 ^a	-2.03 ^a	142.68 ^b	140.64 ^{ab}	0.045 ^a
Toledo	64.17 ^b	3.57 ^a	62.71 ^b	66.29 ^b	0.046 ^a
Mombaza	125.04 ^a	-5.61 ^a	154.22 ^{ab}	148.61 ^{ab}	0.03 ^{ab}
Tanzania	55.94 ^c	1.21 ^a	216.5 ^a	217.72 ^a	0.004 ^b

Valores con la misma literal en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey ($P < 0.05$). * a es el intercepto (fracción soluble rápidamente fermentable), b es el gas resultante de la fracción insoluble pero lentamente fermentable, a+b degradación potencial y c es la tasa constante de producción de gas, mL h⁻¹.

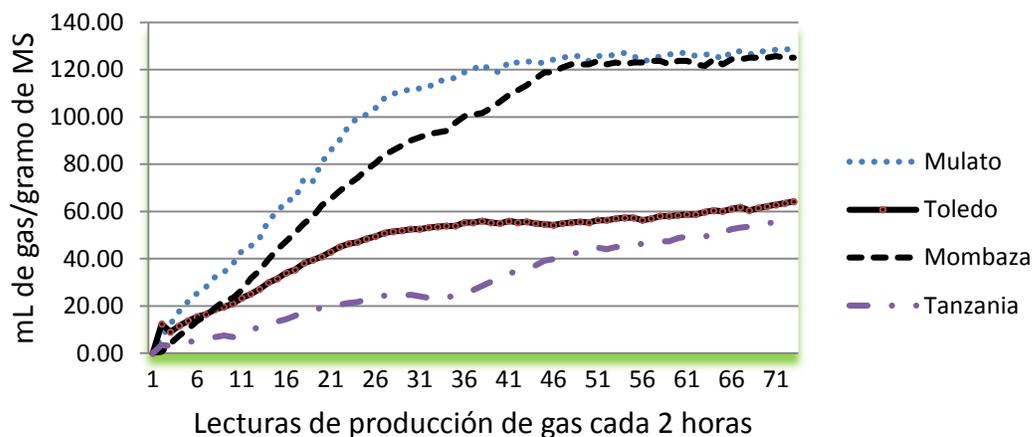


Figura 1. Producción de gas a 72 horas de incubación.

Asociación entre variables agronómicas, nutricionales y de consumo con los tratamientos

Con el análisis multivariado se encontró que los vectores 1 y 2 explican el 72% de la variación

conjunta. Estos vectores en los componentes principales explican en la tabla 7, que el vector CP1 agrupa a los pastos con mayor altura, PC, FDA, FDN y CEN. En el CP2 se agrupan pastos con mayor MO, MS, consumo y digestibilidad.

En la figura 2, al asociar los componentes principales 1 y 2 de mayor varianza acumulada, con los tratamientos y todas las variables, se aprecia que los tratamientos 2 Mombaza y 1 Mulato son los que se asocian con mayor producción agronómica, digestibilidad y consumo, siendo el tratamiento dos Mombaza el de mayor asociación, siendo similar al reporte de Silva (2009).

Tabla 6. Consumo de Materia Seca ofrecidos a ovinos en la prueba de preferencia

Pasto	Consumo de MS g día ⁻¹
Mulato	86.06 ^b
Mombaza	299.43 ^a
Tanzania	91.82 ^b
Toledo	155.00 ^b
EEM	20.47

EEM: Error estándar de la media. Valores con la misma literal en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey (P<0.05).

Tabla 7. Valores de los componentes principales considerando todas las variables agronómicas, nutricionales y de preferencia.

Variables	CP1	CP2
Altura 30 días	0.160	-0.019
Altura 60 días	0.233	0.242
Altura 90 días	0.276	0.312
Altura 120 días	0.267	0.280
% Materia Seca	-0.248	0.247
Kg de MS ha ⁻¹	-0.360	0.008
% Proteína Cruda	0.332	-0.025
% FDA	0.360	-0.055
% FDN	0.313	-0.114
% C	0.235	-0.271
% Materia Orgánica	-0.235	0.271
Consumo MS g día ⁻¹	0.129	0.427
% Dig. <i>In vitro</i> MS	-0.179	0.469
Gas a 72 hrs	-0.239	-0.360
Constante c gas	-0.169	0.093

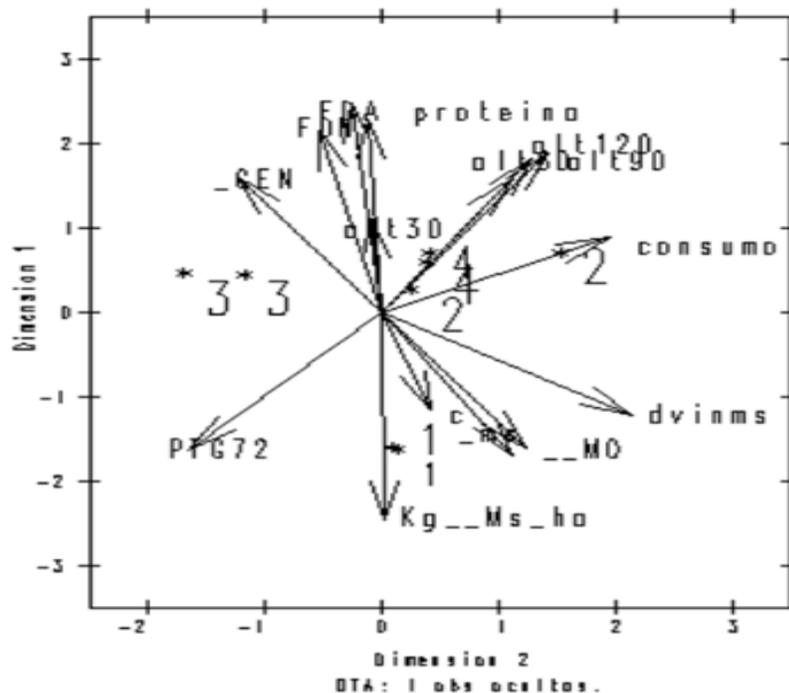


Figura 2. Asociación de las variables medidas con los tratamientos. 1= Mulato, 2= Mombaza, 3= Tanzania y 4= Toledo.

CONCLUSIONES

Brachiaria brizantha cv. Toledo presentó la mayor altura. La mayor producción de MS en *B. brizantha* cv. mulato y *Panicum maximum* cv. Mombaza. La FDN fue mayor con menor FDA en *B. brizantha* cv. Mulato y *P. maximum* cv. Mombaza. La MO más alta en el pasto *B. brizantha* cv. Mulato. Mayor PC para Tanzania, Toledo y Mombaza. Los mayores contenidos de cenizas Tanzania y Mombaza. Mayor producción kg de PC corte ha⁻¹, para Mombaza. En la digestibilidad *in vitro* Mulato y Mombaza presentaron mayor producción de gas *in vitro* a 72 horas. En la prueba de preferencia animal, la especie pratense que resultó ser la preferida por los ovinos fue el pasto Mombaza. En general, el pasto Mombaza es el de mayor asociación con la producción agronómica, digestibilidad y consumo; seguido por Mulato y Toledo.

REFERENCIAS

- Ankom Technology. (ANKOM). 2009. Gas production system Operator's manual. Ankom Technology. Macedon, N.Y.
- Ankom Technology. (ANKOM). 2010. Operator's manual "Daisy" incubator. Ankom Technology, Macedon, N.Y.
- Arece, J., Mazorra, C., Borroto, A., León, E., Fonseca, N., López, Y. 2006. Sistemas de alimentación para pequeños rumiantes. Recursos forrajeros. Herbáceos y arbóreos. (Ed) Universitaria. Universidad de san Carlos de Guatemala, Guatemala. 406-432 p.
- Argel, P. J. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganaderas en sistemas de doble propósito. CIAT. San José, Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 14 (2): 65-72.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Arlington. 1230 p.
- Avellaneda, C. J., Cabezas, Z. G., Luna, M. R., Montañez, V. O., Espinoza, G. I., Zambrano, M. S., Romero, G. D., Venegas, R. J., Pinargote, M. E. 2008. Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de brachiarias en diferentes edades de cosecha. Revista Ciencia y Tecnología. 1: 87-94.
- Canchila, E. R., Soca, M., Ojeda, F., Machado, R. 2009. Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. Pastos y Forrajes. 32 (4): 1-10. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000400002&lng=es&nrm=iso> (Consultado 2012/11/08).
- Chen, X. B. 1995. Neway Excel, an Excel application program for processing feed degradability data. International Feed Resources Unit. Rowet research institute. Aberdeen. <http://www.macaulay.ac.uk/ifru/>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 2004. Annual report 200. Projet IP-5. Tropical grasses and legumes: Optimizing genetic diversity for multipurpose use. 132 p.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2004. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. México. DF. 210 p.
- Cuadrado, H., Torrogrosa, L., Garces, J. 2005. Producción de carne con machos de ceba en pastoreo del pasto híbrido Mulato y *B. decumbens* en el valle del Sinú. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Informe mimeografiado. 9 p.
- Espín, G. E. 2012. Estudio del comportamiento agronómico del pasto Mulato (*Brachiaria híbrido*) a la aplicación de programas de fertilización edáficos, en la zona de Echeandía, provincia de Bolívar. Tesis de grado Ingeniero Agropecuario. 37 p.
- Figueroa, B. L., Iser, T. M. 2005. Los ovinos. Una producción de bajos insumos. Revista Electrónica de Veterinaria. 6 (9): 1-19.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset, Larrios, S.A. Cuarta edición, México, D.F.
- Goering, H. K., Van Soest, P. J. 1970. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). Agriculture Handbook No. 379. Agricultural Research Service/United States Department of Agriculture. Washington, D. C. USA. 20 p.
- González, A. M., Valles, M. B., Alonso, D. M. A., Castillo, G. E., Ocaña, Z. E., Jarillo, R. J. 2012. Effect of grazing *Cratylia argentea* associated with *Brachiaria brizantha*-Toledo on quality pasture and weight gain in holstein × zebu heifers. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 15 (SUP 2): 1-11.
- Guiot, J. D., Meléndez, F. 2003. Pasto Mulato. *Brachiaria* híbrido (CIAT 36061). Excelente alternativa para producción de carne y leche en zonas tropicales. Publicación del Estado de Tabasco, Semillas Papalotla. Villahermosa, Tabasco (México). 23 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). 2000. Cuaderno

- estadístico Municipal. Rosamorada, Nayarit. México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2008. Campo experimental del valle de Apatzingán. Guía técnica para producir pasto Tanzania de temporal en Michoacán, México.
- Juárez, R. A., Cerrillo. S. M., Gutiérrez. O. E., Romero. T. E., Colín. N. J., Bernal. B. H. 2009. Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas *in vitro*. *Técnica Pecuaria en México*. 47 (1): Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61312109004>> ISSN 0040-1889 (Consulta: 4/10/2013).
- Juárez-Hernández, J., Bolaños-Aguilar, E. D. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Uciencia*. 23 (1): 81 http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/uciencia/junio_2007/9%20-%20190UC.pdf (Consultado 15/04/2012).
- Martínez, J., Milera, M., Remy, V., Yepes, I., Hernández, J. 1990. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*. 13 (1): 101-110.
- Menke, K. H., Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*. 28: 5-7.
- Orskov, E. R., McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal Agricultural Science, Cambridge*. 92: 499-503.
- Ortega, G. R., Castillo, G. E., Jarillo, R. J., Escobar, H. R., Ocaña, Z. E., Valles, M. B. 2011. Calidad nutricional de diez gramíneas en la época de lluvias en un clima cálido húmedo y suelo ultisol. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13: 481-491.
- Pérez, O. L., Pérez, R. A. 2002. Programa Regional Pecuario. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Regional 8. Resumen de actividades. Proyecto: Evaluación Agronómica y Productiva de Especies Forrajeras Herbáceas en la Orinoquia. (Manuscrito).
- Pinto R, H., Gómez, A., Hernández, F., Medina, B., Martínez, V. H., Aguilar, L., Tirado, L., Pérez, D., Galdámez, G. P., Carmona. J. 2005. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. *Memorias Primer Simposio Nacional de Forrajes Tropicales en la Producción Animal*. Universidad Autónoma de Chiapas, México.
- Pinzón, B., Santamaría, E. 2005. Valoración del comportamiento agronómico de nuevos híbridos y variedades de *Brachiaria*. Instituto Panameño de Investigación Agropecuaria (IDIAP). Informe mimeografiado. 3 p.
- Ramírez, R. O., Hernández, G. A., Carneiro, S. S., Pérez, P. J., de Souza, J. S. J., Castro, R. R., Enríquez, Q. J. F. 2010. Características morfológicas y su influencia en el Rendimiento del pasto mombaza, cosechado a diferentes Intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12: 303 – 311.
- Razz, R., Clavero, T., Combellas, J., Ruíz, T. 2004a. Respuesta productiva y reproductiva de vacas doble propósito suplementadas con concentrado pastoreando *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*. *Revista Científica, FCV-LUZ*. XIV(6): 526-529. http://www.fcv.luz.edu.ve/images/stories/revista_cientifica/2004/06/articulo6.pdf
- Razz, R., Clavero, T., Vergara, J. 2004b. Cinética de degradación *In situ* de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*. *Revista Científica, FCV-LUZ*. XIV (5): 424-430. http://www.fcv.luz.edu.ve/images/stories/revista_cientifica/2004/05/articulo6.pdf
- Sánchez, J. M. L., Soto. H. 1997. Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del Cantón de San Carlos. III. Energía para la producción de leche. *Nutrición Animal Tropical*. 5 (1): 31-49.
- Sánchez, J. M. L., Soto. H. 1999a. Niveles de energía estimada en forrajes de un distrito de mediana producción lechera, Fortuna de San Carlos en la zona Norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 23 (2): 179-185.
- Sánchez, J. M. L., Soto. H. 1999b. Contenido de energía estimado para el crecimiento del ganado bovino en los forrajes del trópico húmedo de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 23 (2): 173-178.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2004. Diagnóstico de la ganadería en Nayarit. Subdelegación de Ganadería. Estudio informativo. 35 p.
- Silva, V. V. J. 2009. Evaluación de pastos promisorios *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* en la finca "Buena fe" Parroquia 10 de agosto". Tesis de grado en Ingeniería Agropecuaria. Universidad estatal amazónica, Ecuador.

- Statistical Analysis System (SAS). 2007. User's Guide. SAS Institute In Company. Cary (North Carolina).
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach, 2nd Ed. McGraw-Hill, N.Y. 633 p.
- Tarazona AM, Ceballos MC Naranjo JF Cuartas CA. 2012. Factors affecting forage intake and selectivity in ruminants. Revista Colombiana en Ciencias Pecuarias. 25:473-487
- Tilley, J. M. A. and Terry, R. A. 1963. A two-stage techniques for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18: 104-111.
- Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, A. B. and France, J. 1994. A new gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. Animal Feed Science and Technology. 48: 185 - 197.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583.

Submitted December 18, 2013 – Accepted December 05, 2015