

## Quality of three *Brachiaria* varieties in Guayas area, Ecuador

### Calidad de tres variedades de *Brachiaria* en la zona del Guayas, Ecuador

J. J. Reyes-Pérez<sup>1,2</sup>, Y. Méndez-Martínez<sup>1</sup>, R. A. Luna-Murillo<sup>2</sup>, D.M. Verdecia<sup>3</sup>, R. Macias-Pettao<sup>2</sup> and R.S. Herrera<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo, Los Ríos, Ecuador

<sup>2</sup>Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Extensión La Maná, La Maná, Los Ríos, Ecuador

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Granma, Apartado Postal 21, Bayamo, C.P. 85 100, Granma, Cuba

<sup>4</sup>Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

Email: dverdecia@udg.co.cu

Using a random block design with factorial arrangement (3x3) with five replications, the quality of *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria decumbens* x *Brachiaria ruziziensis* cv. Mulato I at different regrowth ages (21, 42 and 63 days) were evaluated in Guayas area, Ecuador. The yields of total dry matter, biomass, leaves and stems were determined; as well as the plant height, length and width of leaves, the contents of DM, CP, NDF, ADF, ADL, cellulose (Cel), hemicellulose (Hcel), cellular content (CC), P, Ca, ash, OM, DMD, OMD, ME, LNE and relations leaf-stem, NDF-N and ADF-N. There was significant interaction ( $P < 0.0001$ ) between the varieties and the regrowth age for all the studied indicators. The highest DM and biomass yields were obtained in Mulato I at 63 days of regrowth (1.59 and 5.23 t/ha, respectively). The CP and CC decreased with the maturity of the plant and the best values were obtained in Mulato I at 21 days of regrowth (15.74 and 73.45 %, respectively), while the components of the cell wall increased with age and *Brachiaria decumbens* showed the highest values. There was variability in terms of the varieties in the studied indicators, with the best general performance for Mulato I. In this study the variability of the nutritional quality was showed by the interaction between the variety and the forage maturity, determined, among other aspects, by the decrease of digestibilities and the energy contribution, as well as increases of the relations NDF/N, ADF/N, it is important to highlight that the biomass production, total yields of leaves and stems, in addition to the morphological indicators height, number of leaves, length and width showed the best results in Mulato I at 63 days.

Key words: quality, regrowth age, *Brachiaria*, digestibility, energy

The economic activity in tropical countries has been centered in the agricultural field, with emphasis on bovine livestock under an extensive production system, naturalized grasses with the use to a lesser extent those introduced or improved (López *et al.* 2018).

The low productivity of grasslands is one of the most important limitations in the feeding system for the cattle in the Ecuadorian tropics. The areas are sown with forage species such as *Brachiaria humidicola* and have limitations in productivity, adaptability and persistence in these environments; in addition, it is susceptible to spittlebug from grasses caused by *Aeneolamia spp.* and foliar fungi such as *Rizoctonia solani*, which significantly reduces its yield (Álvarez *et al.* 2013). However, new cultivars of the *Brachiaria* genus have

Mediante un diseño de bloques al azar con arreglo factorial (3x3) con cinco réplicas se evaluó la calidad de *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria decumbens* x *Brachiaria ruziziensis* cv. Mulato I en la zona del Guayas, Ecuador, a diferentes edades de rebrote (21, 42 y 63 días). Se determinaron los rendimientos de materia seca total, biomasa, hojas y tallos; así como la altura de la planta, longitud y ancho de las hojas, los contenidos de MS, PB, FDN, FDA, LAD, celulosa (Cel), hemicelulosa (Hcel), contenido celular (CC), P, Ca, ceniza, MO, DMS, DMO, EM, ENL y las relaciones hoja-tallo, FDN-N y FDA-N. Hubo interacción significativa ( $P < 0.0001$ ) entre las variedades y la edad de rebrote para todos los indicadores estudiados. Los mayores rendimientos de MS y de biomasa se obtuvieron en Mulato I a los 63 días de rebrote (1.59 y 5.23 t/ha, respectivamente). PB y el CC disminuyeron con la madurez de la planta y los mejores valores se obtuvieron en Mulato I a los 21 días de rebrote (15.74 y 73.45 %, respectivamente), mientras que los componentes de la pared celular se incrementaron con la edad y los mayores valores lo presentó *Brachiaria decumbens*. Se encontró variabilidad en cuanto a las variedades en los indicadores estudiados, con el mejor comportamiento general para el Mulato I. En el presente estudio quedó demostrado la variabilidad de la calidad nutritiva por interacción entre la variedad y la madurez del forraje, determinado, entre otros aspectos por, el decrecimiento de las digestibilidades y el aporte energético, así como incrementos de las relaciones FDN/N, FDA/N, vale destacar que la producción de biomasa, rendimientos total, de hojas y tallos, además los indicadores morfológicos altura, número de hojas, longitud y ancho arrojaron los mejores resultados en el Mulato I a los 63 días.

Palabras clave: calidad, edad de rebrote, *Brachiaria*, digestibilidad, energía

La actividad económica en los países tropicales ha estado centrada en el campo agropecuario, con énfasis en la ganadería bovina en un sistema de producción extensiva, pastos naturalizados con la utilización en menor medida los introducidos o mejorados (López *et al.* 2018).

La poca productividad de los pastizales es una de las limitaciones de mayor importancia en el sistema de alimentación para el ganado en el Trópico Ecuatoriano. Las áreas se siembran con especies forrajeras como *Brachiaria humidicola* y tienen limitaciones en productividad, adaptabilidad y persistencia en estos ambientes; además, es susceptible al salivazo de los pastos causado por *Aeneolamia spp.* y hongos foliares como la *Rizoctonia solani*, que reduce significativamente su rendimiento (Álvarez *et al.* 2013). Sin embargo, han

been launched to the market to overcome the observed problems in traditional forages and thus provide better options for farmers (Pizarro *et al.* 2013).

In Ecuador, several cultivars of *Brachiaria spp.* have been introduced, which have the potential to increase the productivity of existing grasses systems. Among them are Decumbens, Brizantha and Mulato I, from which there are some reports on their acceptance by farmers due to their high nutritional value, adaptation to a wide range of soils and tolerance of pests and diseases (Garay *et al.* 2017).

The productive capacity and quality of forage species can be affected by some factors such as: use of different genotypes or cultivars, age of the plants and weather conditions (Lara *et al.* 2010). Therefore, it is necessary to know the productive performance of new promising *Brachiaria* varieties, as well as their nutritional contribution in different edaphoclimatic conditions. Hence, the objective of this study was to evaluate the quality of three *Brachiaria* cultivars in Guayas area, Ecuador at different regrowth ages.

### Materials and Methods

*Location.* This research was carried out in El Mamey farm, located in El Ají sector, Guayas parish, Guayas province, Ecuador. It is located between the geographic coordinates 01° 00' of south latitude and 79° 30' of west longitude at 75 m.o.s.l. The research was conducted in the period between July-September (dry season) of 2015.

*Agrometeorological conditions.* The climate of the territory is classified as humid subtropical (Köppen 1931), with rainfalls of 117.2mm during the experimental period. The average, maximum and minimum temperature is: 23.87; 29.17 and 21.03°C, respectively and relative humidity 79 %, indicators that are within the range of the historical average until 2014 (116.32 mm, 22.4, 29.52, 21.1°C for the average, maximum and minimum temperature and 75.6 % of relative humidity). The soil of the area is Inceptisol (Soil Survey Staff 2003) and its chemical composition is in table 1.

*Treatment and experimental design.* A random block design with factorial arrangement (3x3) was used: three

han sido lanzado al mercado nuevos cultivares del género *Brachiaria* para superar los problemas observados en los forrajes tradicionales y propiciar así mejores opciones para los ganaderos (Pizarro *et al.* 2013).

En Ecuador, varios cultivares de *Brachiaria spp.* han sido introducidos, los cuales tienen potencial para aumentar la productividad de los sistemas de gramíneas existentes. Dentro de ellos están Decumbens, Brizantha y Mulato I, de los cuales existen algunos reportes sobre su aceptación por los agricultores debido a su alto valor nutricional, adaptación a un amplio rango de suelos y tolerancia de plagas y enfermedades (Garay *et al.* 2017).

La capacidad productiva y calidad de las especies forrajeras pueden afectarse por algunos factores como: uso de diferentes genotipos o cultivares, edad de las plantas y condiciones climatológicas (Lara *et al.* 2010). Por eso, se precisa conocer el desempeño productivo de nuevas variedades promisorias de *Brachiaria*, así como su aporte nutritivo en diferentes condiciones edafoclimáticas. De ahí que el objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad de tres cultivares de *Brachiaria* en la zona del Guayas, Ecuador a diferentes edades de rebrote.

### Materiales y Métodos

*Localización.* La presente investigación se llevó a cabo en la finca El Mamey, ubicada en el sector El Ají, Parroquia del Guayas, provincia del Guayas, Ecuador. Se encuentra entre las coordenadas geográficas 01° 00' de latitud sur y 79° 30' de longitud oeste a 75 msnm. La investigación se realizó en el período comprendido entre julio-septiembre (época seca) de 2015.

*Condiciones agrometeorológica.* El clima del territorio se clasifica como subtropical húmedo (Köppen 1931), con precipitaciones de 117.2mm durante el período experimental. La temperatura media, máxima y mínima es de: 23.87; 29.17 y 21.03°C, respectivamente y humedad relativa 79%, indicadores que se encuentran dentro del rango de la media histórica hasta el 2014 (116.32 mm; 22.4; 29.52; 21.1°C para la temperatura media, máxima y mínima y 75.6% de humedad relativa). El suelo presente en el área es Inceptisol (Soil Survey Staff 2003) y su composición química aparece en la tabla 1.

*Tratamiento y diseño experimental.* Se empleó un

Table 1. Characteristics of the soil

Indicator	Value	SD
pH	5.47	0.016
N, cmolc kg <sup>-1</sup>	1.50	0.249
P, cmolc kg <sup>-1</sup>	5.1	0.163
K, cmolc kg <sup>-1</sup>	0.54	0.017
Ca, cmolc kg <sup>-1</sup>	1.50	0.041
Mg, cmolc kg <sup>-1</sup>	0.80	0.164
Sand, %	24.00	2.449
Loam, %	56.00	3.265
Clay,%	20.00	0.816

Brachiaria cultivars (decumbens, brizantha and mulato I) and three regrowth ages (21, 42 and 63 days) and five replications.

*Procedure.* The experimental plots ( $5 \times 5 = 25\text{m}^2$ ) of *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria decumbens* x *Brachiaria ruziziensis* cv. Mulato I were sowing in February 2015, at a distance of 50 cm between rows and 20 cm between plants. The plants had a period of establishment until July, where the uniformity cut was made. From there, samplings at 21, 42 and 63 days of regrowth were made, eliminating 50 cm of border effect and cutting all the material from the harvestable area at 10 cm above soil level. The biomass production, in total dry matter yield, of leaves and stems, number of leaves and stems (by bunch), as well as the length and width of leaves, and the leaf-stem ratio were evaluated (Herrera 2006). Then two kilograms (two samples) were taken for each of the treatments and replications for further analysis in the laboratory.

Only irrigation was used to facilitate germination and establishment, and no fertilization or chemical treatment was used to eliminate weeds. At the beginning of the experiment, the population of the varieties in the plots was 95 %.

*Determination of chemical composition.* The DM, CP, ash, OM, P and Ca were determined according to AOAC (2000); NDF, ADF, ADL, cellulose (Cel), hemicellulose (Hcel) and cellular content (CC) according to Goering and Van Soest (1970); the digestibility of dry matter was quantified by Aumont *et al.* (1995); and the metabolizable energy and net lactation energy were established according to Cáceres and González (2000). All analyzes were performed in duplicate and by replication.

*Statistical analysis and calculations.* Analysis of variance was performed according to the experimental design and mean values were compared using Duncan (1955) multiple range test. For the normal distribution of the data the Kolmogorov-Smirnov (Massey 1951) test was used and for the variances the Bartlett (1937) test.

## Results

Table 2 shows the results of the yield where there was interaction ( $P < 0.0001$ ) between variety x regrowth age. The highest results were obtained in Mulato I at 63 days with 5.23 t/ha for biomass, 1.59; 0.86 and 0.73 tDM/ha for the total yield of leaves and stems, respectively.

The morphological components (table 3) maintained similar performance to yield, with the best results for Mulato I at 63 days (0.68 m, 467.50, 0.54m and 0.037 m, for height, number of leaves, leaves length and leaves width, respectively) but the Decumbens showed the highest number of stems (128.25) at that same age.

The Decumbens variety at 63 d (table 4) recorded

diseño en bloques al azar con arreglo factorial ( $3 \times 3$ ): tres cultivares de *Brachiaria* (decumbens, brizantha y mulato I) y tres edades de rebrote (21, 42 y 63 días) y cinco réplicas.

*Procedimiento.* Las parcelas experimentales ( $5 \times 5 = 25\text{m}^2$ ) de *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria decumbens* x *Brachiaria ruziziensis* cv. Mulato I se sembraron en el mes febrero de 2015, a una distancia de 50 cm entre calles y 20 cm entre plantas. Las plantas tuvieron un período de establecimiento hasta julio, donde se realizó el corte de uniformidad. A partir de ahí se realizaron los muestreos a los 21, 42 y 63 días de rebrote, eliminando 50 cm de efecto de borde y cortando todo el material del área cosechable a 10 cm sobre el nivel del suelo. Se evaluaron la producción de biomasa, rendimiento en materia seca total, de hojas y tallos, número de hojas y tallos (por macolla), así como la longitud y ancho de las hojas, y la relación hoja-tallo (Herrera 2006). Luego se tomó dos kilogramos (dos muestras) por cada uno de los tratamientos y por réplica para su posterior análisis en el laboratorio.

Solo se empleó riego para facilitar la germinación y el establecimiento, y no se utilizó fertilización ni tratamiento químico para eliminar las malezas. Al inicio del experimento la población de las variedades en las parcelas fue de 95%.

*Determinación de la composición química.* Se determinaron: MS, PB, ceniza, MO, P, Ca de acuerdo con AOAC (2000); FDN, FDA, LAD, celulosa (Cel), hemicelulosa (Hcel) y contenido celular (CC) según Goering y Van Soest (1970); la digestibilidad de la materia seca se cuantificó mediante Aumont *et al.* (1995); y la energía metabolizable y neta de lactación se establecieron según Cáceres y González (2000). Todos los análisis se realizaron por duplicado y por réplica.

*Análisis estadístico y cálculos.* Se realizó análisis de varianza de acuerdo con el diseño experimental y los valores medios se compararon mediante la prueba de rango múltiple de Duncan (1955). Para la distribución normal de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Massey 1951) y para las varianzas la prueba de Bartlett (1937).

## Resultados

En la tabla 2 aparecen los resultados del rendimiento donde se encontró interacción ( $P < 0.0001$ ) entre variedad x edad de rebrote. Los mayores resultado se obtuvieron en el Mulato I a los 63 días con 5.23 t/ha para la biomasa, 1.59; 0.86 y 0.73 tMS/ha para el rendimiento total, de hojas y tallos, respectivamente.

Los componentes morfológicos (tabla 3) mantuvieron similar comportamiento al rendimiento, con los mejores resultados para el Mulato I a los 63 días (0.68 m; 467.50; 0.54m y 0.037m, para la altura, número de hojas, longitud de las hojas y ancho de las hojas, respectivamente) pero la Decumbens presentó el mayor número de tallos (128.25) a esa misma edad.

Table 2. Components of the yield of three *Brachiaria* varieties

Age, days	Varieties			SE <sup>1</sup> ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato I		
Dry matter, t/ha					
21	0.098 <sup>i</sup>	0.18 <sup>h</sup>	0.24 <sup>g</sup>	0.003	0.0001
42	0.30 <sup>f</sup>	0.51 <sup>e</sup>	0.80 <sup>c</sup>		
63	0.64 <sup>d</sup>	1.20 <sup>b</sup>	1.59 <sup>a</sup>		
Biomass, t/ha					
21	0.44 <sup>i</sup>	0.87 <sup>h</sup>	1.27 <sup>f</sup>	0.011	0.0001
42	1.05 <sup>g</sup>	1.94 <sup>d</sup>	2.75 <sup>c</sup>		
63	1.84 <sup>e</sup>	3.68 <sup>b</sup>	5.23 <sup>a</sup>		
Leaves, t/ha					
21	0.06 <sup>g</sup>	0.11 <sup>f</sup>	0.17 <sup>e</sup>	0.002	0.0001
42	0.16 <sup>e</sup>	0.29 <sup>d</sup>	0.43 <sup>c</sup>		
63	0.28 <sup>d</sup>	0.61 <sup>b</sup>	0.86 <sup>a</sup>		
Stems, t/ha					
21	0.04 <sup>h</sup>	0.07 <sup>g</sup>	0.08 <sup>g</sup>	0.733	0.0001
42	0.14 <sup>f</sup>	0.22 <sup>e</sup>	0.27 <sup>d</sup>		
63	0.36 <sup>c</sup>	0.59 <sup>b</sup>	0.73 <sup>a</sup>		

<sup>abcdefg</sup> Values with uncommon letters differ at P < 0.05 (Duncan 1955)

<sup>1</sup>SE, standard error of the interaction variety x age

Table 3. Morphological indicators of three *Brachiaria* varieties

Age, days	Varieties			SE <sup>1</sup> ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato I		
Height, m					
21	0.38 <sup>g</sup>	0.48 <sup>de</sup>	0.52 <sup>c</sup>	0.009	0.0001
42	0.42 <sup>f</sup>	0.49 <sup>d</sup>	0.57 <sup>b</sup>		
63	0.46 <sup>e</sup>	0.53 <sup>c</sup>	0.68 <sup>a</sup>		
Number of leaves					
21	117 <sup>i</sup>	134 <sup>h</sup>	157.25 <sup>g</sup>	0.831	0.0001
42	208 <sup>f</sup>	272.50 <sup>e</sup>	283 <sup>d</sup>		
63	337.50 <sup>c</sup>	363.25 <sup>b</sup>	467.50 <sup>a</sup>		
Number of stems					
21	45.75 <sup>f</sup>	17.50 <sup>h</sup>	14.25 <sup>i</sup>	0.782	0.0001
42	53.00 <sup>e</sup>	72.50 <sup>d</sup>	37.25 <sup>g</sup>		
63	128.25 <sup>a</sup>	86.00 <sup>b</sup>	67.50 <sup>d</sup>		
Leaf length, m					
21	0.17 <sup>e</sup>	0.19 <sup>e</sup>	0.24 <sup>d</sup>	0.008	0.0001
42	0.18 <sup>e</sup>	0.26 <sup>d</sup>	0.34 <sup>c</sup>		
63	0.33 <sup>c</sup>	0.45 <sup>b</sup>	0.54 <sup>a</sup>		
Leaf width, m					
21	0.014 <sup>f</sup>	0.020 <sup>e</sup>	0.020 <sup>e</sup>	0.001	0.0001
42	0.019 <sup>e</sup>	0.028 <sup>c</sup>	0.027 <sup>c</sup>		
63	0.023 <sup>d</sup>	0.033 <sup>b</sup>	0.037 <sup>a</sup>		

<sup>abcdefghi</sup> Values with uncommon letters differ at P < 0.05 (Duncan 1955)

<sup>1</sup>SE, standard error of the interaction variety x age

high fibrous content (NDF, ADF, ADL, Cel and Hcel with 49.73, 29.14, 5.45, 23.69 and 20.59 %, respectively). While Mulato I at 21 days recorded the best percentages

La variedad Decumbens a los 63 d (tabla 4) registró alto contenido fibroso (FDN, FDA, LAD, Cel y Hcel con 49.73; 29.14; 5.45; 23.69 y 20.59 %, respectivamente).

for crude protein and cellular content (15.74 % and 73.45 %, respectively).

Mientras el Mulato I a los 21 días registró los mejores porcentajes para la proteína bruta y el contenido celular

Table 4. Protein content and fibrous fractionation of three *Brachiaria* varieties

Age, days	Varieties			SE <sup>1</sup> ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato I		
Dry matter, %					
21	22.44 <sup>g</sup>	20.84 <sup>h</sup>	19.30 <sup>i</sup>	0.054	0.0001
42	28.58 <sup>d</sup>	26.30 <sup>e</sup>	25.35 <sup>f</sup>		
63	34.74 <sup>a</sup>	32.54 <sup>b</sup>	30.45 <sup>c</sup>		
Crude protein, %					
21	12.24 <sup>c</sup>	13.44 <sup>b</sup>	15.74 <sup>a</sup>	0.013	0.0001
42	10.34 <sup>f</sup>	11.16 <sup>e</sup>	13.04 <sup>d</sup>		
63	9.65 <sup>g</sup>	9.94 <sup>g</sup>	10.45 <sup>h</sup>		
Neutral detergent fiber, %					
21	30.14 <sup>g</sup>	27.34 <sup>h</sup>	26.55 <sup>i</sup>	0.013	0.0001
42	37.66 <sup>d</sup>	35.15 <sup>e</sup>	33.26 <sup>f</sup>		
63	49.73 <sup>a</sup>	47.45 <sup>b</sup>	42.64 <sup>c</sup>		
Acid detergent fiber, %					
21	15.46 <sup>f</sup>	14.85 <sup>g</sup>	14.74 <sup>g</sup>	0.013	0.0001
42	19.55 <sup>d</sup>	17.34 <sup>e</sup>	17.47 <sup>e</sup>		
63	29.14 <sup>a</sup>	27.24 <sup>b</sup>	25.34 <sup>c</sup>		
Acid detergent lignin, %					
21	2.55 <sup>f</sup>	2.15 <sup>g</sup>	1.65 <sup>h</sup>	0.014	0.0001
42	3.24 <sup>e</sup>	3.96 <sup>d</sup>	3.45 <sup>e</sup>		
63	5.45 <sup>a</sup>	4.75 <sup>b</sup>	4.06 <sup>c</sup>		
Cellulose, %					
21	12.91 <sup>g</sup>	12.70 <sup>h</sup>	13.09 <sup>g</sup>	0.020	0.0001
42	16.31 <sup>d</sup>	13.38 <sup>e</sup>	14.02 <sup>f</sup>		
63	23.69 <sup>a</sup>	22.50 <sup>b</sup>	21.28 <sup>c</sup>		
Hemicellulose, %					
21	14.68 <sup>e</sup>	12.49 <sup>f</sup>	11.81 <sup>g</sup>	0.017	0.0001
42	18.11 <sup>b</sup>	17.81 <sup>b</sup>	15.79 <sup>d</sup>		
63	20.59 <sup>a</sup>	20.21 <sup>a</sup>	17.30 <sup>b</sup>		
Celular content, %					
21	69.86 <sup>c</sup>	72.66 <sup>b</sup>	73.45 <sup>a</sup>	0.013	0.0001
42	62.34 <sup>f</sup>	64.85 <sup>e</sup>	66.74 <sup>d</sup>		
63	50.27 <sup>i</sup>	52.56 <sup>h</sup>	57.36 <sup>g</sup>		

<sup>abcdehghi</sup> Values with uncommon letters differ at P<0.05 (Duncan 1955)

<sup>1</sup>SE, standard error of the interaction variety x age

Variety x regrowth age (table 5) showed significant interaction for the content of minerals and organic matter. The ashes and P (16.15, 0.067 %) were higher for Decumbens variety at 63 days; for Brizantha the Ca (0.88 %) at this same age and the OM for Mulatto I at 21 d (89.54 %).

For the quality (table 6) Mulato I variety with 21 days of regrowth showed the best results of the leaf/stem ratio, DMD, OMD, ME and LNE with values of 2.23, 58.80 % 60.03 %, 8.73 MJ/kg and 5.09 MJ/kg; while at 63 days the Decumbens showed the highest

(15.74% y 73.45 %, respectivamente).

Mostraron interacción significativa variedad x edad de rebrote (tabla 5) para el contenido de minerales y la materia orgánica. La cenizas y P (16.15; 0.067 %) fueron mayores para la variedad Decumbens a los 63 días; para la Brizantha el Ca (0.88 %) a esta misma edad y la MO para el Mulato I a los 21 d (89.54 %).

Para la calidad (tabla 6) la variedad Mulato I con 21 días de rebrote mostró los mejores resultados de la relación hoja/tallo, DMS, DMO, EM y ENL con valores de 2.23, 58.80 % 60.03 %, 8.73 MJ/kg y 5.09 MJ/kg;

Table 5. Tenors of minerals and organic matter of three Brachiaria varieties

Age, days	Varieties			SE <sup>1</sup> ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato I		
Ashes, %					
21	13.16 <sup>d</sup>	11.75 <sup>f</sup>	10.46 <sup>g</sup>	0.012	0.0001
42	15.36 <sup>b</sup>	13.06 <sup>d</sup>	12.17 <sup>e</sup>		
63	16.15 <sup>a</sup>	15.66 <sup>b</sup>	14.55 <sup>c</sup>		
Calcium, %					
21	0.34 <sup>i</sup>	0.57 <sup>g</sup>	0.56 <sup>h</sup>	0.013	0.0001
42	0.67 <sup>e</sup>	0.72 <sup>d</sup>	0.64 <sup>f</sup>		
63	0.75 <sup>c</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.76 <sup>b</sup>		
Phosphorus, %					
21	0.022 <sup>g</sup>	0.026 <sup>f</sup>	0.038 <sup>e</sup>	0.001	0.0001
42	0.043 <sup>d</sup>	0.037 <sup>e</sup>	0.042 <sup>d</sup>		
63	0.067 <sup>a</sup>	0.048 <sup>c</sup>	0.054 <sup>b</sup>		
Organic matter, %					
21	86.84 <sup>d</sup>	88.25 <sup>b</sup>	89.54 <sup>a</sup>	0.012	0.0001
42	84.64 <sup>f</sup>	86.94 <sup>d</sup>	87.83 <sup>c</sup>		
63	83.85 <sup>g</sup>	84.34 <sup>f</sup>	85.46 <sup>e</sup>		

<sup>abcdeghi</sup> Values with uncommon letters differ at P<0.05 (Duncan 1955)

<sup>1</sup>SE, standard error of the interaction variety x age

Table 6. Some indicators of the quality of three Brachiaria varieties

Age, days	Varieties			SE <sup>1</sup> ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato I		
Leaf/Stem ratio					
21	1.50 <sup>c</sup>	1.70 <sup>b</sup>	2.23 <sup>a</sup>	0.021	0.0001
42	1.22 <sup>f</sup>	1.33 <sup>e</sup>	1.56 <sup>c</sup>		
63	0.79 <sup>i</sup>	1.04 <sup>h</sup>	1.17 <sup>g</sup>		
Relation NDF/N					
21	15.39 <sup>g</sup>	12.72 <sup>h</sup>	10.54 <sup>i</sup>	0.029	0.0001
42	22.76 <sup>d</sup>	19.69 <sup>c</sup>	15.94 <sup>f</sup>		
63	32.20 <sup>a</sup>	29.85 <sup>b</sup>	25.51 <sup>e</sup>		
Relation ADF/N					
21	7.90 <sup>g</sup>	6.91 <sup>h</sup>	5.85 <sup>i</sup>	0.017	0.0001
42	11.82 <sup>d</sup>	9.71 <sup>e</sup>	8.37 <sup>f</sup>		
63	18.87 <sup>a</sup>	17.14 <sup>b</sup>	15.16 <sup>c</sup>		
DM digestibility, %					
21	57.22 <sup>b</sup>	58.45 <sup>a</sup>	58.80 <sup>a</sup>	0.006	0.0001
42	53.92 <sup>e</sup>	55.02 <sup>d</sup>	55.85 <sup>c</sup>		
63	48.60 <sup>h</sup>	49.61 <sup>g</sup>	51.72 <sup>f</sup>		
OM digestibility, %					
21	58.40 <sup>c</sup>	59.63 <sup>b</sup>	60.03 <sup>a</sup>	0.006	0.0001
42	55.12 <sup>f</sup>	56.22 <sup>e</sup>	57.11 <sup>d</sup>		
63	49.90 <sup>i</sup>	50.90 <sup>h</sup>	52.99 <sup>g</sup>		
Metabolizable energy, MJ/kg					
21	8.48 <sup>b</sup>	8.67 <sup>a</sup>	8.73 <sup>a</sup>	0.001	0.0001
42	7.97 <sup>d</sup>	8.14 <sup>c</sup>	8.28 <sup>c</sup>		
63	7.15 <sup>f</sup>	7.31 <sup>f</sup>	7.64 <sup>e</sup>		

→

→ Table 6. Cont...

	Net energy lactation, MJ/kg				
21	4.91 <sup>b</sup>	5.05 <sup>a</sup>	5.09 <sup>a</sup>	0.001	0.0001
42	4.55 <sup>d</sup>	4.68 <sup>cd</sup>	4.77 <sup>c</sup>		
63	3.98 <sup>g</sup>	4.09 <sup>f</sup>	4.32 <sup>e</sup>		

<sup>abcdeghi</sup> Values with uncommon letters differ at P<0.05 (Duncan 1955)

<sup>1</sup>SE, standard error of the interaction variety x age

values for the relations (NDF/N and ADF/N, 32.20 and 18.87, respectively).

### Discussion

In tropical grasses the dry matter production depends on the balance between the photosynthetic rate and the respiration rate of the plant (Taiz and Zeiger 2010). On the other hand, it increases as the age or growth of the plant advances, with a higher growth rate of tropical species when maximum rainfalls are recorded.

Juárez- Hernández and Bolaños-Aguilar (2007) when evaluating several cultivars of *Brachiaria* (*B. humidicola*, mulato I, *B. decumbens*, *B. dictyoneura*) reported increases with the cut age of dry matter production and there were differences between varieties with the highest results for Mulato I. These results showed their potential and argued that the variation between these genotypes is attributed to the intrinsic characteristics and synthesis capacity of metabolites of each species.

On the other hand, Garay *et al.* (2017) in the humid tropics of Ecuador in several cultivars of *Brachiaria decumbens*, *B. brizantha* (Xaraés, Marandú, Piatá) and Mulato II, reported average yield of 6.34 t/ha at 70 d and during the rainy season there were no differences between forages, while during the dry season the cv. Xaraés showed the highest total yields (5.09 vs 3.14-3.89 t/ha of the rest of varieties) and leaves of 4.28, while for the stems it was for cv. *Decumbens* with 0.93 and the lowest results for Mulato II and Marandú 0.57-0.64. They concluded that the differences between cultivars in the production of leaves and stems are due to the characteristics of each cultivar. The decrease reported during the period of lower rainfalls is attributed to the effect of climatic factors such as rainfalls and temperatures. Aspects that are highlighted in this research since from an annual average of 2400 mm only occurred during the study period 117.2 mm.

Rincon *et al.* (2018) when evaluating the effect of fertilization on the productivity of llanero grass (Colombia) (*Brachiaria humidicola*) found increases of 0.31 t/ha with respect to the control treatment. On the other hand, López *et al.* (2018) reported in *Brachiaria mutica* yields of 2 t/ha, showing that the DM yield shows direct relation with the plant height variable, which shows that the increase is accompanied by an increase in the structural biomass (stems) and foliar

mientras que a los 63 días la *Decumbens* mostró los mayores valores para las relaciones (FDN/N y FDA/N, 32.20 y 18.87, respectivamente).

### Discusión

En los pastos tropicales la producción de materia seca depende del balance entre la tasa fotosintética y la tasa de respiración de la planta (Taiz y Zeiger 2010). Por otro lado, esta se incrementa conforme avanza la edad o crecimiento de la planta, siendo mayor la tasa de crecimiento de las especies tropicales cuando se registran las máximas precipitaciones.

Juárez-Hernández y Bolaños-Aguilar (2007) al evaluar varios cultivares de *Brachiaria* (*B. humidicola*, Mulato I, *B. decumbens*, *B. dictyoneura*) reportaron incrementos con la edad de corte de la producción de materia seca y hubo diferencias entre las variedades con los mayores resultados para el Mulato I. Estos resultados evidenciaron sus potencialidades y argumentaron que la variación entre estos genotipos se atribuye a las características intrínsecas y capacidad de síntesis de metabolitos de cada especie.

Por otra parte, Garay *et al.* (2017) en el trópico húmedo de Ecuador en varios cultivares de *Brachiaria decumbens*, *B. brizantha* (Xaraés, Marandú, Piatá) y Mulato II, reportaron rendimiento medio de 6.34 t/ha a los 70 d y durante la estación de lluvias no se encontraron diferencias entre los forrajes, mientras que durante la época seca la cv. Xaraés presentó los mayores rendimientos totales (5.09 vs 3.14-3.89 t/ha del resto de variedades) y hojas de 4.28, mientras que para los tallos fue para la cv. *Decumbens* con 0.93 y los menores resultados para el Mulato II y Marandú 0.57-0.64. Concluyeron que las diferencias entre cultivares en la producción de hojas y tallos se debe a las características de cada cultivar. La disminución informada durante el período de menores precipitaciones se atribuye al efecto de los factores climático como lluvias y temperaturas. Aspectos que se ponen de manifiesto en esta investigación ya que de un promedio anual de 2400 mm solo ocurrieron durante el período de estudio 117.2 mm.

Rincón *et al.* (2018) al evaluar el efecto de la fertilización en la productividad del pasto llanero (*Brachiaria humidicola*) encontraron incrementos de 0.31 t/ha con respecto al tratamiento control. Por otra parte, López *et al.* (2018) señalaron en *Brachiaria mutica* rendimientos de 2 t/ha, indicando que el rendimiento de MS muestra relación directa con la variable altura de planta, lo que muestra que el incremento está acompañado de aumento en la biomasa estructural (tallos) y foliar (hojas).

El efecto del ambiente en el comportamiento de los

(leaves).

The effect of the environment on the performance of the forage morphological indicators (table 3) is observed mainly when the environmental conditions are not limiting. Fleitas *et al.* (2017) reported growth rates of  $0.133 \text{ t d}^{-1}$  when edaphic and thermal conditions were favorable, while in the season of minimum rainfall they were  $0.032 \text{ t d}^{-1}$ . The climatic conditions in the dry period limit the plants growth, mainly by the higher proportion of leaves, fundamentally, to increase the photosynthetic process, higher amount of nutrients, hence the highest use of the animal during this season.

This performance is due to the drought tolerance of the species from *Brachiaria* genus is determined by its phenological, anatomical and physiological characteristics. That is why these forages adapt to a wide range of edaphoclimatic conditions, such as savannas, abundant rainfalls or desert, under the action of the sun or in the shade. It is known that the mechanisms of physiological response of plants to abiotic stress help to obtain and select new varieties adapted to specific environmental conditions. The development of new cultivars with higher tolerance to water stress, higher efficiency of water use is an alternative for the adaptation of animal production systems to the effects of climate change (Santos *et al.* 2013).

Garay *et al.* (2017) when evaluating *Brachiaria* varieties (Piatá, Xaraés, Señal, Mulato II and Marandú) reported heights of 1.06; 1.04; 0.78; 0.76 and 0.68 m, respectively and the highest leaf index for Mulato II with 5.8 during the period of lower rainfall. While Assis *et al.* (2014) and Louw-Gaume *et al.* (2017), obtained 0.18 and 0.013 m in length and width of leaves in *B. humidicola* in Rio Branco, Brazil but, with average rainfalls (1877-1982 mm) well above those reported in this research. Aspects that would help to understand the studied results.

For the protein content and cell wall (table 4) there was a variety- regrowth age interaction with decreasing of CP and CC; as well as increase of DM, NDF, ADF, ADL, Cel and Hcel. When referring to the nutritional value of the forage, it is not possible to consider only the protein content, since it has a negative relation with the biomass volume and its production. In the peak rainfall season of the year, there has been a decrease in the protein content during the growth of grasses (Figueiredo *et al.* 2012). Therefore, some authors suggest that having a lower reduction, the protein content is concentrated in the dry season and on the contrary when suffering a higher reduction, the crude protein content undergoes a dilution during the other period. It is evident in the results reported by Assis *et al.* (2014) with CP levels of 7.29 found in the humidicola variety, with rainfalls over 2000mm, while cell wall values were 77.46,

indicadores morfológicos del forraje (tabla 3) se observa principalmente cuando las condiciones ambientales no son limitantes. Fleitas *et al.* (2017) reportaron tasas de crecimiento de  $0.133 \text{ t d}^{-1}$  cuando las condiciones edáficas y térmicas fueron favorables, mientras que en la época de mínima precipitación pluvial fueron de  $0.032 \text{ t d}^{-1}$ . Las condiciones climatológicas en el período seco limitan el crecimiento de las plantas, principalmente por la mayor proporción de hojas, fundamentalmente, para incrementar el proceso fotosintético, mayor cantidad de nutrientes de ahí el mayor aprovechamiento del animal durante esta época.

Este comportamiento se debe a que la tolerancia a la sequía de las especies de género *Brachiaria* está determinada por sus características fenológicas, anatómicas y fisiológicas. Es por ello que estos forrajes se adaptan a una amplia gama de condiciones edafoclimáticas, tales como sabanas, abundantes precipitaciones o desérticas, bajo la acción del sol o a la sombra. Es conocido que los mecanismos de respuesta fisiológica de las plantas al estrés abiótico ayudan a la obtención y selección de nuevas variedades adaptadas a condiciones ambientales específicas. El desarrollo de nuevos cultivares con mayor tolerancia al estrés hídrico, mayor eficiencia de la utilización del agua es una alternativa para la adaptación de los sistemas de producción animal a los efectos del cambio climático (Santos *et al.* 2013). Es de destacar que evaluaciones como las aquí expuestas ayudan a que se puedan obtener estos resultados de selección.

Garay *et al.* (2017) al evaluar variedades de *Brachiaria* (Piatá, Xaraés, Señal, Mulato II y Marandú) informaron alturas de 1.06; 1.04; 0.78; 0.76 y 0.68 m, respectivamente y el mayor índice foliar para el Mulato II con 5.8 durante el período de menor pluviosidad. Mientras que Assis *et al.* (2014) y Louw-Gaume *et al.* (2017), obtuvieron 0.18 y 0.013 m de longitud y ancho de las hojas en *B. humidicola* en Rio Branco, Brasil pero, con promedios de lluvias (1877-1982 mm) muy por encima de los reportados en esta investigación. Aspectos que ayudarían a comprender los resultados estudiados.

Para el contenido proteico y pared celular (tabla 4) hubo interacción variedad-edad de rebrote con decrecimiento de PB y CC; así como aumento de MS, FDN, FDA, LAD, Cel y Hcel. Al referirse al valor nutritivo del forraje, no se puede considerar únicamente el contenido de proteína, al poseer una relación negativa con el volumen de biomasa y su producción. En la época de máxima precipitación pluvial del año se ha reportado disminución en el contenido de proteína durante el crecimiento de las pasturas (Figueiredo *et al.* 2012). Por ello, algunos autores plantean que al tener menor reducción, el contenido de proteína se concentra en la época de pocas lluvias del año, y por el contrario al sufrir mayor reducción, el contenido de proteína cruda sufre dilución durante el otro período. Se pone de manifiesto en los resultados informados por Assis *et al.* (2014) con niveles de PB de 7.29 encontrados en la variedad humidicola, con lluvias sobre los 2000mm, mientras que los valores de la pared celular fueron de 77.46, 41.78 y 5.35 % de FDD,

41.78 and 5.35 % of NDF, ADF and ADL. Results that differ from those found in this study.

The variability of CP among genotypes and varieties of the same species in the same climatic conditions is due to the habit of growth, morphology and carbonate metabolism among other factors, these fluctuations showed in studies by Juárez-Hernández and Bolaños-Aguilar (2007) who reported in two *Brachiaria* varieties (Decumbens and Mulato I) percentages of 4-14 and 11-16, respectively. Garay *et al.* (2017) reported when evaluating several cultivars of this species the best results for Mulato II with 14.3 %, although it is important to highlight that all (Piatá, Xaraés, Señal and Marandú) exceeded 11 %.

Rincon *et al.* (2018) found in Llanero (Colombia) cultivar percentages of CP, NDF and ADF of 9.9; 73 and 35.1 %, respectively. On the other hand, López *et al.* (2018) in *Brachiaria mutica* reported 9.4 and 26.40 % of CP and CF. These authors show that at the season of higher rainfalls there is a lower concentration of protein due to the rapid growth of foliage (maturity) and accumulation of fibrous material.

When evaluating the effect of increasing levels of nitrogen fertilization on *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis* Faria *et al.* (2018) reported increases in CP and cell wall decrease, concluding that this performance is due to N stimulates the growth of the plant and the use of available carbohydrates for cell formation and protoplasm, instead of being used for thickening of the cell wall through the accumulation of these. Another hypothesis shows the occurrence of the dilution of this fraction, although nitrogen promotes the dry matter accumulation.

Regarding the content of minerals and organic matter (table 5) there was interaction between variety-age with increases for ash, Ca, P and OM with age. Ramírez *et al.* (2014) when evaluating the relation between minerals with age and climatic factors in hybrid *Brachiaria* cv. Mulato I found increases in Ca and decrease in P with the maturity of forage and attributed the decrease of this last element to its dilution with age and the yield increase in DM. In addition, phosphorus plays multiple roles in plant metabolism. It is considered a fundamental component since it is part of a wide range of molecules, activates different enzymes and controls metabolic processes. However, its absorption by the plant depends on the quantity and the way it is available in the soil.

The percentages of ash are within the range for *Brachiaria* 5.7-14 % species under normal rainfall conditions, 9 % for the dry season reported by Combatt *et al.* (2015) showing the ability of this species to respond to the different edaphoclimatic conditions. Similar results were obtained by Reyes-Pérez *et al.* (2018) for Ca, P, ash and OM.

For the quality indicators (table 6) there was an interaction between variety-age, with decrease in leaf/

FDA y LAD. Resultados que difieren a los encontrados en este estudio.

La variabilidad de la PB entre genotipos y variedades de la misma especie en las mismas condiciones climáticas se debe al hábito de crecimiento, morfología y metabolismo carbonado entre otros factores, estas fluctuaciones demostradas en estudios de Juárez-Hernández y Bolaños-Aguilar (2007) los que informaron en dos variedades de *Brachiaria* (Decumbens y Mulato I) porcentajes de 4-14 y 11-16, respectivamente. Garay *et al.* (2017) reportaron al evaluar varios cultivares de esta especie los mejores resultados para el Mulato II con 14,3%, aunque vale destacar que todos (Piatá, Xaraés, Señal y Marandú) sobrepasaron el 11%.

Rincón *et al.* (2018) encontraron en el cultivar Llanero porcentajes de PB, FND y FDA de 9.9; 73 y 35.1%, respectivamente. Por su parte, López *et al.* (2018) en *Brachiaria mutica* notificaron 9.4 y 26.40% de PB y FB. Estos autores señalan que en la época de mayor precipitación pluvial existe menor concentración de proteína debido al rápido crecimiento de follaje (maduración) y acumulación de material fibroso.

Al evaluar el efecto de niveles crecientes de fertilización nitrogenada en *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria ruziziensis* Faria *et al.* (2018) notificaron incrementos de PB y disminución de la pared celular, concluyendo que este comportamiento se debe a que el N estimula el crecimiento de la planta y el uso de los carbohidratos disponibles para la formación celular y protoplasma, en lugar de ser utilizados para el engrosamiento de la pared celular a través de la acumulación de estos. Otra hipótesis señala la ocurrencia de la dilución de esta fracción, aunque el nitrógeno promueva la acumulación de materia seca.

En cuanto al contenido de minerales y materia orgánica (tabla 5) hubo interacción entre variedad-edad con incrementos para la ceniza, Ca, P y MO con la edad. Ramírez *et al.* (2014) al evaluar la relación entre minerales con la edad y los factores climáticos en *Brachiaria* híbrido vc. Mulato I encontraron incrementos de Ca y disminución de P con la madurez de forraje y atribuyeron el decrecimiento de este último elemento a su dilución con la edad y el aumento del rendimiento en MS. Además, el fósforo desempeña múltiples funciones en el metabolismo vegetal. Se considera un componente fundamental ya que forma parte de amplia gama de moléculas, activa diferentes enzimas y controla procesos metabólicos. No obstante, su absorción por parte de la planta depende de la cantidad y de la forma en que se encuentra disponible en el suelo.

Los porcentajes de cenizas se encuentran dentro del rango para especies de género *Brachiaria* (5.7-14 %) en condiciones normales de precipitaciones, 9 % para la época seca reportados por Combatt *et al.* (2015) indicando la capacidad que tiene esta especie para responder a las diferentes condiciones edafoclimáticas. Resultados similares fueron obtenidos por Reyes-Pérez *et al.* (2018) para Ca, P, ceniza y MO

stem ratio, DM and OM digestibility, as well as ME and LNE, while the relation NDF/N and ADF/N, increased with maturity. This performance can be associated to that the decrease of rains in the dry period cause that as response mechanisms the forages, decrease the leaf area, expansion and number of leaves, as well as lower number of stems, stomata closure, osmoregulation caused by the accumulation of solutes such as carbohydrates, organic acids, amino acids, inorganic ions, wax deposition in the epidermis of leaves, adaptation of growth, anatomy and disposition; changes in the structure of the cell membrane (Taiz and Zeiger 2010). This performance is evident in Santos *et al.* (2013) studies where there was a reduction in the weight of leaves and stems when two *Brachiaria brizantha* varieties were subjected to water stress.

In studies of the effect of the phenological phase López *et al.* (2018) found on the vegetative phase 75.9 % of digestibility while the forage maturity advanced with reductions up to 30 % of this indicator for the flowering phase. On the other hand, Posada (2011) and Faria *et al.* (2018) in *B. decumbens* and *B. ruziziensis* reported a similar performance, concluding that it is given by the thickening of the cell wall, reduction of nitrogenous compounds, increase of the fibrous fraction and other structural components such as silica.

López *et al.* (2018) and Rincon *et al.* (2018) reported in *B. mutica* and *B. humidicula* 9.26 MJ/kg, and pointed out that the decrease in energy intake is due to the chemical and biochemical transformations that occur in plants, such as the decrease of soluble carbohydrate levels and nitrogen compounds. Similar performances were reported by Faria *et al.* (2018) and Reyes-Pérez *et al.* (2018) who state that the energy provided by forage will be determined by the digestibility of organic matter, which is closely linked to the characteristics of each species.

### Conclusions

In this study the variability of the nutritional quality was showed by the interaction between the variety and the forage maturity, determined, among other aspects, by the decrease of the digestibilities and the energy contribution, as well as increases of the relations NDF/N, ADF/N, it is important to highlight that the biomass production, total yields of leaves and stems, as well as the morphological indicators height, number of leaves, length and width showed the best results on Mulato I at 63 days.

Para los indicadores de la calidad (tabla 6) existió interacción entre variedad-edad, con decrecimiento de la relación hoja/tallo, digestibilidad de MS y MO, así como EM y ENL, mientras que la relación FND/N y FAD/N, aumentaron con la madurez. Este comportamiento puede estar asociado a que la disminución de la lluvias en el período seco provocan que como mecanismos de respuesta los forrajes disminuyan el área foliar, expansión y número de hojas, así como menor número de tallos, cierre estomático, osmorregulación provocados por la acumulación de solutos como carbohidratos, ácidos orgánicos, aminoácidos, iones inorgánicos, deposición de cera en la epidermis de las hojas, adaptación del crecimiento, anatomía y disposición; cambios en la estructura de la membrana celular (Taiz y Zeiger 2010). Poniéndose de manifiesto este comportamiento en estudios de Santos *et al.* (2013) donde se produjo una reducción del peso hojas y tallos cuando se sometieron a estrés hídrico dos variedades de *Brachiaria brizantha*.

En estudios del efecto de la fase fenológica López *et al.* (2018) encontraron en la fase vegetativa 75.9 % de digestibilidad mientras avanzó la madurez del forraje con reducciones de hasta 30 % de este indicador para la fase de floración. Por otra parte, Posada (2011) y Faria *et al.* (2018) en *B. decumbens* y *B. ruziziensis* reportaron comportamiento similar, concluyendo que está dado por el engrosamiento de la pared celular, reducción de compuestos nitrogenado, aumento de la fracción fibrosa y otros componentes estructurales como el sílice.

López *et al.* (2018) y Rincón *et al.* (2018) notificaron en *B. mutica* y *B. humidicula* 9.26 MJ/kg, y señalaron que la disminución del aporte energético está dado por las transformaciones químicas y bioquímicas que ocurren en las plantas, como la disminución de los niveles de carbohidratos solubles y compuestos nitrogenados. Comportamientos similares fueron reportados por Faria *et al.* (2018) y Reyes-Pérez *et al.* (2018) los que plantean que la energía aportada por un forraje estará determinada por la digestibilidad de la materia orgánica, la cual está muy vinculada a las características de cada especie.

### Conclusiones

En el presente estudio quedó demostrado la variabilidad de la calidad nutritiva por interacción entre la variedad y la madurez del forraje, determinado, entre otros aspectos por, el decrecimiento de las digestibilidades y el aporte energético, así como incrementos de las relaciones FDN/N, FDA/N, vale destacar que la producción de biomasa, rendimientos total, de hojas y tallos, además los indicadores morfológicos altura, número de hojas, longitud y ancho arrojaron los mejores resultados el Mulato I a los 63 días.

### References

- Álvarez, E., Latorre, M., Bonilla, X., Sotelo, G. & Miles, J.W. 2013. Diversity of *Rhizoctonia spp.* causing foliar blight on *Brachiaria* in Colombia and evaluation of *Brachiaria* genotypes for foliar blight resistance. *Plant Disease*. 97(6):772-779. DOI: 10.1094/PDIS-04-12-0380-RE.

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17 th Ed. Ass. Off. Anal. Chem. Washington, D.C. USA. 2:777-778.
- Assis, G.M., Dos Santos, C.F., Silva, P. & Borges, C. 2014. Genetic divergence among *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick hybrids evaluated in the Western Brazilian Amazon. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 14(2): 224-231. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332014v14n4a35>.
- Aumont, G., Caudron, I., Saminadin, G. & Xandé, A. 1995. Sources of variation in nutritive values of tropical forages from the Caribbean. *Animal Feed Sci. Tech.* 51(1-2):1-13.
- Bartlett, M. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. In: *Proceedings of the Royal Society of London. Ser. A*; 160(2): 268–282.
- Cáceres, O. & González, E. 2000. Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales. *Pastos y Forrajes*. 23(1): 87-92.
- Combatt, E., Jarma, A. & Paternina, E. 2015. Bromatología de *Brachiaria decumbens* Stapf y *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst en suelos sulfatados ácidos en Córdoba, Colombia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6 (5): 1035-1049.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*, 11 (1): 1–42, ISSN: 0006-341X, DOI:10.2307/3001478.
- Faria, B.M., Frota, M.J., Campos, D.S., Ferraz, F.C. & Miranda, C.A. 2018. Growth and bromatological characteristics of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis* under shading and nitrogen. *Revista Ciência Agronômica*. 49(3):529-536.
- Figueiredo, U.J., Nunes, J.A.R & Valle, C.B. 2012. Estimation of genetic parameters and selection of *Brachiaria humidicola* progenies using a selection index. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 12(2):237-244.
- Fleitas, A.C., Melville, L., Fernandes, H.J., Domingues, C.F., Sanches, K.R. & Trento, T. 2017. Características morfológicas do capim-convert HD364 ® adubado com diferentes fontes de fósforo. *Revista Agrarian*. 11(39): 59-67. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v11i39.5362>.
- Garay, J., Joaquín, S., Zárate, P., Ibarra, M.A., Martínez, J.C., González, R.P. & Cienfuegos, E. 2017. Dry matter accumulation and crude protein concentration in *Brachiaria spp.* cultivars in the humid tropic of Ecuador. *Tropical Grasslands*. 5(2):66-76. DOI: 10.17138/TGFT(5)66-76.
- Goering, H. K. & Soest, P. J. V. 1970. Forage Fiber Analyses (apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). (ser. Agriculture handbook, no. ser. 379), U.S. Agricultural Research Service, 24 p., Available: <[https://books.google.com/cu/books/about/Forage\\_Fiber\\_Analyses\\_apparatus\\_Reagents.html?id=yn8wAAAAYAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com/cu/books/about/Forage_Fiber_Analyses_apparatus_Reagents.html?id=yn8wAAAAYAAJ&redir_esc=y)>, [Consulted: February 12, 2018].
- Herrera, R.S. 2006. Fisiología, calidad y muestreos. In: *Fisiología producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás*. EDICA. Mayabeque, Cuba. p.1-108.
- Juárez-Hernández, J. & Bolaños-Aguilar, E.D. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. 23(1): 81-90.
- Köppen, W. 1931. *Grundriss der klimakunde*. De Gruiter, Berlin, p. 388.
- Lara, C., Oviedo, L.E. & Betancur, C.A. 2010. Efecto de la época de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal del pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton). *Zootecnia Tropical* 28(3):275-281.
- López, G., Nuñez, J., Aguirre, L. & Flores, E. 2018. Dinámica de la producción primaria y valor nutritivo de tres gramíneas tropicales (*Melinis minutiflora*, *Setaria sphacelata* y *Brachiaria mutica*) en tres estados fenológicos. *Rev Inv Vet Perú*. 29(2): 396-409. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14494>.
- Louw-Gaume, A.E., Schweizer, N., Rao, I., Gaume, A.J. & Frossard, E. 2017. Temporal differences in plant growth and root exudation of two *Brachiaria* grasses in response to low phosphorus supply. *Tropical Grasslands*. 5(3):103–116. DOI: 10.17138/TGFT(5)103-116.
- Massey, F. J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association*. 48(253):68-78.
- Pizarro, E.A., Hare, M.D., Mutimura, M. & Bai Changjun. 2013. *Brachiaria* hybrids: potential, forage use and seed yield. *Tropical Grasslands*. 1(1):31-35. DOI:10.17138/tgft(1)31-35.
- Posada, R. 2011. Comparación de dos métodos *in vitro* para estimar la digestibilidad de pastos tropicales en rumiantes. *Rev Citecsa* 2(2): 13-24.
- Ramírez, J.L., Leonard, I., Verdecia, D.M., Pérez, Y. Arseo, Y. & Álvarez, Y. 2014. Relación de dos minerales con la edad y los elementos del clima en una pasto tropical. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 15(05). Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050514/051410.pdf>. [Consulted: January 10, 2015]
- Reyes-Pérez, J.J., Méndez-Martínez, Y., Verdecia, D.M., Luna-Murillo, R.A., Rivero-Herrada, Marisol. & Herrera, R.S. 2018. Components of the yield and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties in El Empalme area, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 52(4): 435-445.
- Rincón, A., Flórez, H., Ballesteros, H. & León, L. 2018. Efectos de la fertilización en la productividad de una pastura de *Brachiaria humidicola* cv. Llanero en piedemonte de los llanos Orientales de Colombia. *Tropical Grasslands*. 6(1):158-168. DOI: 10.17138/TGFT(6)158-168.
- Santos., P.M., Gómez, P., Coelho, L., Macedo, J.R., Borgas, C. & De Gaspari, C. 2013. Response mechanisms of *Brachiaria brizantha* cultivars to water deficit stress. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 42 (11):767-773.
- Soil Survey Staff. 2003. *Keys to Soil Taxonomy*. USDA, Ninth Edition, Washington D. C, p. 332.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2010. *Plant Physiology*. 5. Ed. Sunderland: Sunauer Associates. p. 782.