

Components of the yield and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties in El Empalme area, Ecuador

Componentes del rendimiento y composición bromatológica de tres variedades de *Brachiaria* en la zona El Empalme, Ecuador

J. J. Reyes-Pérez^{1,2}, Y. Méndez-Martínez², D.M. Verdecia³, R. A. Luna-Murillo²,
L. G. Hernández Montiel^{4*} and R.S. Herrera⁵

¹Facultad Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo, Los Ríos, Ecuador

²Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Extensión La Maná, La Maná, Los Ríos, Ecuador

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

⁴Programa de Agricultura y Zonas Áridas, Centro de Investigaciones Biológicas (CIBNOR), La Paz, Baja California Sur, México

⁵Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

*Email: lhernandez@cibnor.mx

Using a random block design with factorial arrangement (3x3) with five replications, the components of the yield and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties (Decumbens, Brizantha and Mulato 1) and three regrowth ages (21, 42 and 63 days) were studied in El Empalme 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, FNE and relations leaf-stem, NDF-N and ADF-N. Analysis of variance was performed according to experimental design. 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 1 at 63 days of regrowth (2.49 and 8.64 t/ha, respectively). The CP and CC decreased with the maturity of the plant and the best values were obtained in Mulato 1 and Brizantha at 21 days of regrowth (14.23 and 74.77 %, respectively), while the components of the cell wall increased with age and Decumbens showed the highest values. There was variability in the studied indicators in the varieties, with the best general performance for Mulato 1. It was demonstrated that as the maturity of the plant advanced, there was a decrease in its nutritional quality, determined among other aspects, by the lower digestibilities and energy, as well as increases in the relations NDF/N, ADF/N. However, although leaf/stem ratio decreased with age, leaf production in all studied cultivars was above 50 % with respect to stems, aspects to be taken into account in the management of these plants in ruminants production systems.

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

The production of grasses and forages in ruminant's production systems, in most of the tropics, contribute 80 to 90 % of the nutrients required by the animals. They are the most economical option for bovine feeding and do not directly compete with the man diet, since they are generally used to promote lands that are not very productive or not suitable for other crops. Although the positive effect of the introduction of these improved grasses on the productivity of livestock systems is known, efforts have not always meant an increase in

Mediante un diseño bloque al azar con arreglo factorial (3x3) con cinco réplicas se estudiaron los componentes del rendimiento y composición bromatológica de tres variedades de *Brachiaria* (Decumbens, Brizantha y Mulato 1) y tres edades de rebrote (21, 42 y 63 días) en la zona El Empalme, Ecuador. 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. Se realizó análisis de varianza según diseño experimental. 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 1 a los 63 días de rebrote (2.49 y 8.64 t/ha, respectivamente). PB y el CC disminuyeron con la madurez de la planta y los mejores valores se obtuvieron en Mulato 1 y Brizantha a los 21 días de rebrote (14.23 y 74.77 %, respectivamente), mientras que los componentes de la pared celular se incrementaron con la edad y los mayores valores lo presentó Decumbens. Hubo variabilidad en los indicadores estudiados en las variedades, con el mejor comportamiento general para el Mulato 1. No obstante, quedó demostrado que en la medida que avanzó la madurez de la planta hubo disminución de su calidad nutritiva determinado, entre otros aspectos, por las menores digestibilidades y energía, así como incrementos de las relaciones FDN/N, FDA/N. No obstante, aunque decreció relación hoja/tallo con la edad la producción de hojas en todos los cultivares estudiados estuvo por encima del 50 % con respecto a los tallos, aspectos a tener en cuenta en el manejo de estas plantas en los sistemas de producción para rumiantes.

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

La producción de pastos y forrajes en los sistemas de producción de rumiantes, en la mayor parte del trópico, aportan del 80 a los 90 % de los nutrientes requeridos por los animales. Ellos constituyen la opción más económica para la alimentación de los bovinos y no compiten directamente con la alimentación del hombre, pues generalmente se utilizan para su fomento tierras poco productivas o no aptas para otros cultivos. Aunque se conoce el efecto positivo de la introducción de estos pastos mejorados en la productividad de los sistemas

animal production or the expected results, due to the negative influence of factors such as: adaptation of species to environmental conditions, access to fertilizers and other inputs for their maintenance, management and care of the environment with good practices, as well as the cost-production relation (Cruz *et al.* 2015).

The development of meadows improvement techniques in tropical regions still faces the difficulties of establishing and exploiting them. The ultimate goal of establishing grasses is to improve the animal production system. To implant a grass in a livestock entity is to incorporate a valuable forage resource. However, its entry into the production system involves considerable financial effort in its implementation, making expenditures for soil tillage, fertilization and seed purchase, among other aspects (Espínola and Paniagua 2010).

In general, the cultivated grass produces more quantity and better forage quality than the natural meadow, it would allow for higher stocking rate and better productivity in meat and milk per unit area. The production of *Brachiaria* can oscillate between 8 and 10 t DM/ha/year, depending on the soil fertility and the precipitations that modify this potential, its adaptation and persistence. These aspects may represent a limitation for bovine production because of its effect on productivity despite the characteristics and versatility of these species (Fernández *et al.* 2015 and Roja-García *et al.* 2018).

On the other hand, Cruz *et al.* (2017) obtained average values of crude protein of 10 %, oscillating between 8 and 13 % in hybrid *Brachiaria* cv. Mulato 1 and the average digestibility of the forage produced by this species was 66 %, with a range that can vary between 56 and 75 %, depending on the regrowth age. In hybrid *Brachiaria* BR02/1794 Roja-García *et al.* (2018) reported an average decrease of CP with the age of 20 to 7 % for leaves and 13 to 4 % for stems, while the cell wall increased from 56 to 68 % and from 68 to 72 % for these fractions, respectively.

Ecuador has varieties of *Brachiaria* in which no extensive studies have been conducted, so it is necessary to know their productive performance and their nutritional contribution. That is why the objective of this study was to evaluate some indicators of the performance and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties in El Empalme area, Ecuador.

Materials and Methods

Location. This research was carried out at the Orlando Varela farm, located at kilometer one of the El Empalme-Balzar road, left margin, democracy sector, El Empalme canton, Guayas province, Ecuador. It is located between the geographical coordinates 01° 06' of south latitude and 79° 29' of west longitude at a height of 73 m o.s.l. The experiment was carried out between July and September

ganaderos, los esfuerzos no siempre han significado aumento en la producción animal ni los resultados esperados, debido a que influyen negativamente factores tales como: la adaptación de las especies a condiciones ambientales, el acceso a los fertilizantes y otros insumos para su mantenimiento, el manejo y el cuidado del medio ambiente con buenas prácticas, así como la relación costo-producción (Cruz *et al.* 2015).

El desarrollo de técnicas de mejoramiento de praderas en las regiones tropicales enfrenta aún las dificultades que tienen su establecimiento y explotación. El objetivo final del establecimiento de pasturas es mejorar el sistema de producción animal. Implantar una pastura en una entidad ganadera es incorporar un valioso recurso forrajero. Sin embargo, su ingreso al sistema de producción implica considerable esfuerzo financiero en su implantación, realizando gastos de laboreo del suelo, fertilización y compra de semillas, entre otros aspectos (Espínola y Paniagua 2010).

En general, la pastura cultivada produce mayor cantidad y mejor calidad de forraje que la pradera natural, permitiría mayor carga animal y mejor productividad en carne y leche por unidad de superficie. La producción de la *Brachiaria* puede oscilar entre los 8 y 10 tMS/ha/año, dependiendo de la fertilidad del suelo y las precipitaciones que modifican este potencial, su adaptación y persistencia. Estos aspectos pueden representar una limitante para la producción bovina por su efecto en la productividad a pesar de las características y la versatilidad de estas especies (Fernández *et al.* 2015 y Roja-García *et al.* 2018).

Por otro lado, Cruz *et al.* (2017) obtuvieron valores promedio de proteína bruta de 10 %, oscilando entre 8 y 13 % en *Brachiaria* híbrido vc Mulato 1 y la digestibilidad promedio del forraje producido por esta especie fue de 66%, con un rango que puede variar entre 56 y 75 %, dependiendo de la edad del rebrote. En *Brachiaria* híbrido BR02/1794 Roja-García *et al.* (2018) reportaron disminución promedio de la PB con la edad de 20 a 7 % para las hojas y de 13 hasta 4% para los tallos, mientras que la pared celular se incrementó desde 56 hasta 68 % y de 68 a 72 % para estas fracciones, respectivamente.

Ecuador dispone de variedades de *Brachiaria* en las cuales no se han realizado amplios estudios, por lo que se precisa conocer su desempeño productivo y su aporte nutritivo. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar algunos indicadores del rendimiento y composición bromatológica de tres variedades de *Brachiaria* en la zona El Empalme, Ecuador.

Materiales y Métodos

Localización. La presente investigación se llevó a cabo en la finca Orlando Varela, ubicada en el kilómetro uno de la vía El Empalme-Balzar, margen izquierdo, sector la democracia, cantón El Empalme, provincia del Guayas, Ecuador. Se encuentra entre las coordenadas geográficas 01° 06' de latitud sur y 79° 29' de longitud oeste a una altura de 73 msnm. El experimento se llevó

2015, considered as a dry period.

Agrometeorological conditions. The climate of the territory is classified as humid subtropical, with average rainfalls of 2229.60 mm/year. The average temperature is 25.80°C; relative humidity 86 %, Inceptisol soil (Soil Survey Staff 2003) and its chemical composition is in table 1.

a cabo entre julio-septiembre de 2015 considerado como periodo poco lluvioso.

Condiciones agrometeorológica. El clima del territorio se clasifica como subtropical húmedo, con precipitaciones promedio de 2229.60 mm/año. La temperatura promedio es 25.80 °C; humedad relativa 86 %, un suelo Inceptisol (Soil Survey Staff 2003) y su composición química aparece en la tabla 1.

Table 1. Characteristics of the soil

Indicator	Value
pH	5.83
N, cmolc kg ⁻¹	3.16
P, cmolc kg ⁻¹	2.78
K, cmolc kg ⁻¹	0.16
Ca, cmolc kg ⁻¹	1.20
Mg, cmolc kg ⁻¹	0.23
Sam, %	22.00
Loam, %	58.00
Clay,%	20.00

Treatment and experimental design. A randomized block design with factorial arrangement (3x3) was used: three varieties (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* and hybrid *Brachiaria Mulato 1*) and three regrowth ages (21, 42 and 63 days) and five replications.

Procedure. The experimental plots (5x5 = 25 m²) 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, yield of total dry matter, 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 (Forte *et al.* 2016). Then two kilograms were taken for each of the treatments (five samplings/age) 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 99 %.

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

Tratamiento y diseño experimental. Se empleó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial (3x3): tres variedades (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria híbrido Mulato 1*) y tres edades de rebrote (21, 42 y 63 días) y cinco réplicas.

Procedimiento. Las parcelas experimentales (5x5=25m²) 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 (Forte *et al.* 2016). Luego se tomó dos kilogramos por cada uno de los tratamientos (cinco muestreos/edad) 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 99%.

Determinación de la composición química: Se determinaron. MS, PB, ceniza, MO, P y 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 lactación se establecieron según Cáceres y González (2000). Todos los análisis se realizaron por duplicado y por réplica.

replication. In addition, the NDF/N and DDF/A relations were calculated.

Statistical analysis and calculations. Analysis of variance was performed according to the experimental design and mean values were compared using Duncan's (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

For all the studied indicators, there was interaction ($P < 0.0001$) variety x regrowth age.

The highest yield of total DM, of leaves and stems (2.49, 1.37 and 1.12 t/ha, respectively), as well as for biomass (8.64 t/ha) was obtained with the Mulato 1 variety at 63 days of regrowth and all the varieties increased this indicator with their maturity (table 2).

Además, se calcularon las relaciones FDN/N y FDA/A *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 rangos múltiples 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

Para todos los indicadores estudiados se encontró interacción ($P < 0.0001$) variedad x edad de rebrote.

El mayor rendimiento de MS total, de hojas y tallos (2.49, 1.37 y 1.12 t/ha, respectivamente), así como para la biomasa (8.64 t/ha) se obtuvo con la variedad Mulato 1 a los 63 días de rebrote y todas las variedades incrementaron este indicador con su madurez (tabla 2).

Table 2. Yields of three Brachiaria varieties

Age, days	Varieties			SE ¹ ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato 1		
Dry matter, t/ha					
21	0.18 ^f	0.28 ^{ef}	0.38 ^e	0.004	0.0001
42	0.52 ^d	0.85 ^c	1.09 ^b		
63	1.18 ^b	2.04 ^a	2.49 ^a		
Biomass, t/ha					
21	0.87 ^h	1.45 ^g	2.06 ^e	0.013	0.0001
42	1.97 ^f	3.46 ^d	4.54 ^c		
63	3.64 ^d	6.65 ^b	8.64 ^a		
Leaves, t/ha					
21	0.13 ^f	0.20 ^f	0.28 ^e	0.003	0.0001
42	0.32 ^e	0.56 ^d	0.73 ^c		
63	0.59 ^d	1.07 ^b	1.37 ^a		
Stems, t/ha					
21	0.053 ^g	0.080 ^f	0.10 ^f	0.002	0.0001
42	0.20 ^e	0.30 ^d	0.36 ^c		
63	0.59 ^c	0.98 ^b	1.12 ^a		

^{abcde} Values with different letters differ at $P < 0.05$ (Duncan 1955)

¹SE, standard error of the interaction variety x age

For the morphological indicators (table 3) the best results in height, number of leaves, leaves length and leaves width were obtained in Mulato 1 variety at 63 days of regrowth with 1.07 m; 952; 0.40 m and 0.021 m, respectively. While the highest number of stems was for *B. decumbens* with 160 at 63 days of regrowth.

The highest percentages of CP and cellular content (CC) were recorded at 21 days of regrowth in Mulato 1 and *B. brizantha* (14.23 % and 74.77 %, respectively), while the highest values for fibrous components (NDF, ADF and Cel) were obtained in Decumbens variety at 63 days of regrowth (47.24, 27.35 and 23.20 %, respectively). *B. brizantha* excelled in the content of LAD and hemicellulose (5.44 and 20.10 %) at 63 days of regrowth (table 4).

Para los indicadores morfológicos (tabla 3) los mejores resultados en la altura, número de hojas, longitud de las hojas y ancho de las hojas se obtuvo en la variedad Mulato 1 a los 63 días de rebrote con 1.07 m; 952; 0.40 m y 0.021 m, respectivamente. Mientras que el mayor número de tallos fue para *B. decumbens* con 160 a los 63 días de rebrote.

Los mayores porcentajes de PB y contenido celular (CC) se registró a los 21 días de rebrote en Mulato 1 y *B. brizantha* (14.23 % y 74.77 %, respectivamente), mientras que los mayores valores para los componentes fibrosos (FDN, FDA y Cel) se obtuvieron en la variedad Decumbens a los 63 días de rebrote (47.24; 27.35 y 23.20%, respectivamente). *B. brizantha* sobresalió en el contenido de LAD y hemicelulosa (5.44 y 20.10 %) a los 63 días de rebrote (tabla 4).

Table 3. Morphological indicators of three Brachiaria varieties

Age, days	Varieties			SE ¹ ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato 1		
Height, m					
21	0.56 ^h	0.72 ^f	0.61 ^g	0.016	0.0001
42	0.58 ^h	0.78 ^e	0.85 ^c		
63	0.83 ^d	0.87 ^b	1.07 ^a		
Number of leaves					
21	334 ^h	384 ^g	444 ^f	2.726	0.0001
42	557 ^e	644 ^d	756 ^c		
63	754 ^c	805 ^b	952 ^a		
Number of stems					
21	87 ^f	79 ^h	82 ^g	0.773	0.0001
42	127 ^c	102 ^e	123 ^d		
63	160 ^a	123 ^d	135 ^b		
Leaf length, m					
21	0.27 ^d	0.32 ^c	0.27 ^d	0.014	0.0001
42	0.31 ^c	0.36 ^b	0.31 ^c		
63	0.32 ^c	0.41 ^a	0.40 ^a		
Leaf width, m					
21	0.015 ^d	0.017 ^d	0.014 ^d	0.012	0.0001
42	0.016 ^d	0.019 ^{bc}	0.018 ^c		
63	0.018 ^{dc}	0.021 ^a	0.021 ^a		

^{abcde fgh} Values with different letters differ at P<0.05 (Duncan 1955)

¹SE, standard error of the interaction variety x age

Table 4. CP content and fibrous fractionation of three Brachiaria varieties

Age, days	Varieties			SE ¹ ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato 1		
Dry matter, %					
21	20.89 ^f	19.34 ^g	18.55 ^g	0.041	0.0001
42	26.65 ^d	24.63 ^e	23.95 ^e		
63	32.41 ^a	30.74 ^b	28.75 ^c		
Crude protein, %					
21	10.11 ^c	12.64 ^b	14.23 ^a	0.012	0.0001
42	9.44 ^d	10.56 ^c	12.44 ^b		
63	8.34 ^e	8.85 ^e	9.66 ^d		
Neutral detergent fiber, %					
21	28.85 ^g	25.23 ^h	25.26 ^h	0.013	0.0001
42	35.86 ^d	33.83 ^e	31.36 ^f		
63	47.24 ^a	45.64 ^b	40.44 ^c		
Acid detergent fiber, %					
21	13.25 ^f	12.45 ^g	12.03 ^g	0.013	0.0001
42	17.86 ^d	15.65 ^e	15.15 ^e		
63	27.35 ^a	25.55 ^b	23.55 ^c		
Acid detergent lignin, %					
21	1.14 ^f	1.07 ^g	0.99 ^g	0.503	0.0001
42	2.54 ^d	2.45 ^d	2.24 ^e		
63	4.15 ^b	5.44 ^a	3.35 ^c		
Cellulose, %					
21	12.11 ^e	11.38 ^f	11.04 ^f	0.501	0.0001
42	15.33 ^c	13.20 ^d	12.91 ^{de}		
63	23.20 ^a	20.10 ^b	20.20 ^b		
Hemicellulose, %					
21	15.41 ^d	12.78 ^e	13.23 ^e	0.018	0.0001
42	18.00 ^b	18.22 ^b	16.21 ^c		
63	19.89 ^a	20.10 ^a	16.89 ^c		
Celular content, %					
21	71.35 ^b	74.77 ^a	74.74 ^a	0.010	0.0001
42	64.14 ^e	66.14 ^d	68.64 ^c		
63	52.76 ^h	54.36 ^g	59.56 ^f		

^{abcde fgh} Values with different letters differ at P<0.05 (Duncan 1955)

¹SE, standard error of the interaction variety x age

The highest percentages of ash and P (14.87 and 0.025%, respectively) were obtained in *B. decumbens* at 63 days; those of Ca (0.68 %) corresponded to *B. brizantha* with 63 days of regrowth and the OM (91.13%) was recorded in Mulato 1 at 21 days of regrowth, respectively (table 5).

Table 6 shows that the best leaf/stem ratio was showed by Mulato 1 (2.83) at 21 days of regrowth, while

Los mayores porcentajes de cenizas y P (14.87 y 0.025%, respectivamente) se obtuvieron en *B. decumbens* a los 63 días; los de Ca (0.68 %) correspondieron a *B. brizantha* con 63 días de rebrote y la MO (91.13%) se registró en Mulato 1 a los 21 días de rebrote, respectivamente (tabla 5).

En la tabla 6 se aprecia que la mejor relación hoja/tallo la presentó Mulato 1 (2.83) a los 21 días de rebrote,

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

Age, days	Varieties			SE ¹ ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato 1		
Ashes, %					
21	11.46 ^d	9.47 ^f	8.87 ^g	0.010	0.0001
42	13.14 ^b	11.67 ^d	10.46 ^e		
63	14.87 ^a	13.55 ^b	12.75 ^c		
Calcium, %					
21	0.25 ^f	0.38 ^e	0.39 ^e	0.013	0.0001
42	0.46 ^d	0.54 ^c	0.45 ^d		
63	0.57 ^b	0.68 ^a	0.55 ^c		
Phosphorus, %					
21	0.012 ^e	0.014 ^{de}	0.016 ^d	0.001	0.0001
42	0.021 ^b	0.018 ^c	0.022 ^b		
63	0.025 ^c	0.021 ^b	0.024 ^{ab}		
Organic matter, %					
21	88.55 ^c	90.54 ^a	91.13 ^a	0.010	0.0001
42	86.86 ^d	88.33 ^c	89.54 ^b		
63	85.14 ^e	86.85 ^d	87.25 ^d		

^{abcde fgh} Values with different letters differ at P<0.05 (Duncan 1955)

¹SE, standard error of the interaction variety x age

Table 6. Some quality indicators of the three Brachiaria varieties

Age, days	Varieties			SE ¹ ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato		
Leaf/stem ratio					
21	2.42 ^b	2.50 ^b	2.83 ^a	0.029	0.0001
42	1.61 ^e	1.89 ^d	2.01 ^c		
63	1.01 ^g	1.09 ^g	1.22 ^f		
NDF/N relation					
21	17.71 ^f	12.48 ^h	11.09 ⁱ	0.033	0.0001
42	23.75 ^d	20.05 ^e	15.75 ^g		
63	35.41 ^a	32.25 ^b	26.16 ^c		
ADF /N relation					
21	8.19 ^f	6.16 ^g	5.88 ^g	0.017	0.0001
42	11.83 ^d	9.26 ^e	7.61 ^f		
63	20.50 ^a	18.05 ^b	15.23 ^c		
DM digestibility, %					
21	57.88 ^b	59.38 ^a	59.37 ^a	0.006	0.0001
42	54.71 ^e	55.58 ^d	56.68 ^c		
63	49.70 ^h	50.40 ^g	52.69 ^f		
OM digestibility, %					
21	58.96 ^b	60.49 ^a	60.53 ^a	0.005	0.0001
42	55.84 ^e	56.75 ^d	57.89 ^c		
63	50.88 ^h	51.61 ^g	53.89 ^f		
Metabolizable energy, MJ/kg					
21	8.57 ^b	8.80 ^a	8.81 ^a	0.001	0.0001
42	8.08 ^d	8.22 ^c	8.40 ^b		
63	7.31 ^f	7.42 ^f	7.78 ^c		
Net lactation energy, MJ/kg					
21	4.98 ^b	5.14 ^a	5.15 ^a	0.001	0.0001
42	4.63 ^d	4.73 ^{cd}	4.86 ^c		
63	4.09 ^f	4.17 ^f	4.42 ^c		

^{abcde fgh} Values with different letters differ at P<0.05 (Duncan 1955)

¹SE, standard error of the interaction variety x age

B. decumbens at that same age recorded the highest NDF/N and ADF/N relations (35.41 and 20.50, respectively). The *B. brizantha* and Mulato 1 at 21 days of regrowth and without differing among them showed the highest values of DMD, OMD, ME and FNE (59.37 %, 60.51 %, 8.80 MJ/kg and 5.14 MJ/kg as mean values, respectively).

Discussion

The age and cutting height are the main components in the management of forages that influence on the yield. Cruz *et al.* (2017) when studying the *Brachiaria humidicola*, with 21 and 28 days of cutting frequencies, in Tabasco, Mexico, they found total yield, of leaves and stems of 0.34; 1.42 and 0.88 tDM/ha, for the dry season with 42 and 9 % less of production than rain and every 28 d. On the other hand, Roja-García *et al.* (2018) in hybrid *Brachiaria* BR02/1794 when studying frequencies between 7 to 63 d and cutting heights of 10 and 15 cm found higher yields in the second height, concluding that this performance is due to the fact that there is a higher remaining leaf area which causes the biomass recovers more easily, maintains higher reserves of carbohydrates, increases the persistence of the meadow and prevents soil erosion (Ramírez *et al.* 2010).

Espínola and Paniagua (2010) and Cruz *et al.* (2017), when evaluating biomass production in *B. brizantha*, found yields of 13.50-13.82 t DM/ ha, while Atencio *et al.* (2014), reported 4-10 tDM /ha when studying 14 varieties of *Brachiaria* with three moisture levels reported the best performances for BR02/1752 and CIAT16051. Results superior to those of this research, but under different edaphoclimatic conditions could influence. In this sense Cruz-Hernández *et al.* (2017) stated that at lower cutting heights, yields are affected and that Mulato grass with heights of 13-15 cm shows a higher population of stems. The biomass accumulation of forages can be attributed also to the increase in the stems density, in the individual weight of each stem or a combination of both, this is because the stem is considered as the primary growth unit and the meadow can be considered as a population of these, aspect that should be considered in the differences in this study and those previously reported.

The changes in the morphological composition are conditioned by the edaphic and climatic conditions, which can increase or decrease the growth of leaves and stems, as well as vary their proportions. Ortega-Aguirre *et al.* (2014) and Cruz-Hernández *et al.* (2017) found that the leaves increase their appearance, when there is temperature between 20 to 32.5 °C, but decrease if the temperature exceeds 35 °C. With respect to the dry season, the changes could be due to the fact that the growth of the plants was inhibited by the low temperatures, while the hydric stress allowed low growth. They affirm that the plant age determines the distribution of dry matter in the morphological components. The proportion of leaves

mientras que la *B. decumbens* a esa misma edad registró las mayores relaciones FDN/N y FAD/N (35.41 y 20.50, respectivamente). Las *B. brizantha* y Mulato 1 a los 21 días de rebrote y sin diferir entre ellas presentaron los mayores valores de DMS, DMO, EM y EN (59.37 %, 60.51 %, 8.80 MJ/kg y 5.14 MJ/kg como valores medios, respectivamente).

Discusión

La edad y la altura de corte son los principales componentes en el manejo de los forrajes que influyen en el rendimiento. Cruz *et al.* (2017) al estudiar la *Brachiaria humidicola*, con 21 y 28 días de frecuencias de corte, en Tabasco, México, encontraron rendimiento total, de hojas y tallos de 0.34; 1.42 y 0.88 tMS/ha, para la época de seca con un 42 y 9 % menos de la producción que la lluvia y cada 28 d. Por otra parte, Roja-García *et al.* (2018) en *Brachiaria* híbrido BR02/1794 al estudiar frecuencias entre 7 y 63 d, y alturas de corte de 10 y 15 cm encontraron mayores rendimientos en la segunda altura, concluyendo que este comportamiento se debe a que existe mayor área foliar remanente lo cual ocasiona que la biomasa se recupere con más facilidad, mantiene mayores reservas de carbohidratos, aumenta la persistencia de la pradera y evitar la erosión del suelo (Ramírez *et al.* 2010).

Espínola y Paniagua (2010) y Cruz *et al.* (2017), al evaluar la producción de biomasa en *B. brizantha* encontraron rendimientos de 13.50-13.82 tMS/ha, mientras que Atencio *et al.* (2014), reportaron de 4-10 tMS/ha al estudiar 14 variedades de *Brachiaria* con tres niveles de humedad informaron los mejores comportamientos para BR02/1752 y CIAT16051. Resultados superiores a los de esta investigación, pero en condiciones edafoclimáticas diferentes pudieron influenciar. En este sentido Cruz-Hernández *et al.* (2017) plantearon que a menores alturas de corte se afectan los rendimientos y que el pasto Mulato con alturas de 13-15 cm muestra mayor población de tallos. La acumulación de biomasa de los forrajes puede ser atribuida también al incremento en la densidad de tallos, en el peso individual de cada tallo o a una combinación de ambos, esto se debe a que el tallo se considera como la unidad de crecimiento primario y la pradera puede considerarse como una población de estos, aspecto que debe considerarse en las diferencias en este estudio y los reportados anteriormente.

Los cambios en la composición morfológica están condicionados por las condiciones edáficas y climáticas, las cuales pueden incrementar o disminuir el crecimiento de las hojas y tallos, así como variar sus proporciones. Ortega-Aguirre *et al.* (2014) y Cruz-Hernández *et al.* (2017) encontraron que las hojas incrementa su aparición, cuando existen temperatura entre 20 a 32.5 °C, pero disminuyen si la temperatura supera los 35 °C. Con respecto a la época de seca, los cambios se pudieron deber, a que el crecimiento de las plantas fue inhibida por las bajas temperaturas, mientras que el estrés hídrico permitió escaso crecimiento. Esto afirman que la edad de la planta determina la distribución de materia

in the harvested forage decreases as the interval between harvests increases, due to the higher growth of the stem, when the environmental conditions are favorable for the plants growth as it happens in the rainy season.

Hence, the management of the defoliation of a meadow influences on the growth rate, production, botanical composition, quality and its persistence (Nantes *et al.* 2013). This indicates that it is important to consider not only the forage yield, but also the proportion of leaves in relation to the stems. This could contribute to explain the performance of the morphological indicators studied.

For the chemical composition there was interaction variety x regrowth age. However, in all varieties the DM, NDF, ADF, ADL, Cel and Hcel were increased, while CP and CC decreased with the regrowth age. This process is due to the fact that, depending on the type of tissue, as the plant cell matures, the cell wall widens and commonly produces a secondary wall of different composition, which is why chemical and anatomical changes that affect the digestibility occur. This was related to the fact that at younger ages there is higher succulence of leaves and more young stems (Ortega-Aguirre *et al.* 2014 and Roja-García *et al.* 2018).

In this regard, Barrera-Álvarez *et al.* (2015) and Fortes *et al.* (2016) stated that age affects the chemical composition of grasses, the variability between cultivars of the same species are usually small, although they can also influence on the availability of water, soil and their fertility, and season of year, among others. However, the values of the components of the cell wall, CP and CC are within the range reported by the specialized literature.

López *et al.* (2017) and Reyes-Pérez *et al.* (2018) reported a similar performance in *Brachiaria brizantha* and *Andropogon gayanus* and related this performance with the physiological and anatomical changes that occur as the plant ages, which causes the decrease in the proportion of the cytoplasmic cellular content; the cellular lumen is reduced with its soluble components and the fibrous components are increased. This is further accentuated by increasing yield, due to the water balance of the plant and the amount of nitrogen available in the soil. In addition, the percentage of stems, senescent leaves and the lignin content is higher.

For the content of minerals and organic matter despite the interaction found, there was little variability between the attributable varieties according to Balseca *et al.* (2015) to the effect of climate factors specifically rainfalls and temperatures, which lead to the minerals necessary for the plants growth are in the dissolution of the soil and the roots have relative ease for absorption, response pattern which was confirmed by Jarma *et al.* (2012) in *Brachiaria humidicola* and Merlo-Maydana *et al.* (2017) in *Brachiaria brizantha*.

seca en los componentes morfológicos. La proporción de hojas en el forraje cosechado disminuye al aumentar el intervalo entre cosechas, debido al mayor crecimiento del tallo, cuando las condiciones ambientales son favorables para el crecimiento de las plantas tal como sucede en la época de lluvias.

De ahí que el manejo de la defoliación de una pradera influye en la velocidad de crecimiento, producción, composición botánica, calidad y su persistencia (Nantes *et al.* 2013). Lo que indica que es importante considerar no solo el rendimiento del forraje, sino también la proporción de hojas en relación con los tallos. Lo anterior pudiera contribuir a explicar el comportamiento de los indicadores morfológicos aquí estudiados.

Para la composición química hubo interacción variedad x edad de rebrote. No obstante, en todas las variedades la MS, FDN, FDA, LAD, Cel y Hcel se incrementaron, mientras la PB y CC disminuyeron con la edad de rebrote. Este proceso se debe a que, dependiendo del tipo de tejido, en la medida que la célula de la planta madura, la pared celular se ensancha y comúnmente produce una pared secundaria de composición distinta, por lo que ocurren cambios químicos y anatómicos que afectan la digestibilidad. Esto se relacionó con que en las menores edades existe mayor succulencia de las hojas y mayor cantidad de tallos tiernos (Ortega-Aguirre *et al.* 2014 y Roja-García *et al.* 2018).

Al respecto, Barrera-Álvarez *et al.* (2015) y Fortes *et al.* (2016) afirmaron que la edad afecta la composición química de los pastos, la variabilidad entre cultivares de una misma especie suelen ser pequeñas, aunque además pueden influenciar la disponibilidad de agua, suelo y su fertilidad, y época de año, entre otras. Sin embargo, los valores de los componentes de la pared celular, PB y CC están dentro del rango informado por la literatura especializada.

López *et al.* (2017) y Reyes-Pérez *et al.* (2018), informaron un comportamiento similar en *Brachiaria brizantha* y *Andropogon gayanus* y relacionaron este comportamiento con los cambios fisiológicos y anatómicos que ocurren al envejecer la planta, lo que provoca la disminución de la proporción del contenido celular citoplasmático; se reduce el lumen celular con sus componentes solubles y se incrementan los componentes fibrosos. Esto se acentúa más al aumentar el rendimiento, debido al balance hídrico de la planta y cantidad de nitrógeno disponible en el suelo. Además, es mayor el porcentaje de tallos, hojas senescentes y el contenido de lignina.

Para el contenido de minerales y materia orgánica a pesar de la interacción encontrada, hubo poca variabilidad entre las variedades atribuible según Balseca *et al.* (2015) al efecto de los factores del clima específicamente de las lluvias y las temperaturas, que propician que los minerales necesarios para el crecimiento de las plantas se encuentren en la disolución del suelo y las raíces tengan relativa facilidad para su absorción, patrón de respuesta que fue confirmado

However, Valbuena *et al.* (2016) and López *et al.* (2017) in *Brachiaria brizantha* and Patiño *et al.* (2018) in *Megathyrsus maximus* found that ash tends to decay with increasing age, because plants require different amounts of minerals depending on their phenological state.

In terms of quality indicators, the interactions found is an indication that these factors should be evaluated as a system and not in isolation, they are usually influenced by climate, soil, fertility and management, among other aspects. These species of introduced grasses have as main characteristics to improve their productivity and nutritional value. Therefore, it is of interest that during the study favorable amounts of leaves have been obtained with respect to the stems (leaf/stem ratio) with productivity of more than 50 % for this first fraction. However, it maintains the same response that is reported in the literature for tropical grasses with increase of the NDF/N and ADF/N relations, as well as decrease of energy supply (ME, FNE) and digestibility (DMD, OMD) (Cruz *et al.* 2017).

In *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens* and *B. brizantha* Espínola and Paniagua (2010) reported leaf/stems ratios at 60 days of 0.85; 2.24 and 7.34, respectively, which reaffirms the ability of these species to produce more leaves with respect to the stems. The quality of tropical forages is affected by the maturity with better distribution of nutrients during the first weeks of regrowth, especially nitrogen and increase of the fibrous fraction with age. This can be attributed to the higher proportion of leaves and the appearance of tillers, as well as to the plant's need to create the necessary substances for its development (Ortega-Aguirre *et al.* 2015).

The decrease of the digestibility of the dry and organic matter with the increase of the age could be influenced by the plant growth (maturity), which brings a thickening of the cell wall, fundamentally of the primary wall, which reduces the intercellular space where nutrients (protein) are, and is in function of the relative proportion of each chemical component and its individual digestibility. On the other hand, it is also influenced by the increase of the structural components, as well as the silica and monomeric components of lignin. Results superior to 50 % of digestibility for these species were obtained by Barrera-Álvarez *et al.* (2015) and Mojica-Rodríguez *et al.* (2017). While Cruz *et al.* (2017) in *Brachiaria humidicola* vc. Chetumal with cutting frequencies every 21 and 28 days found results of 54-60 %, values below those reached in this study. The differences of intra- and inter-species degradability may be associated with the characteristics of each species and genus. In addition, the relation between chemical indicators and ruminal degradability must be present not as a sum of factors but as the joint influence of chemical components as a system on degradability

por Jarma *et al.* (2012) en *Brachiaria humidicola* y Merlo-Maydana *et al.* (2017) en *Brachiaria brizantha*. Sin embargo, Valbuena *et al.* (2016) y López *et al.* (2017) en *Brachiaria brizantha* y Patiño *et al.* (2018) en *Megathyrsus maximus* encontraron que la ceniza tiende a decaer con el aumento de la edad, debido a que las plantas requieren diferentes cuantías de minerales dependiendo de su estado fenológico.

En cuanto a los indicadores de la calidad, las interacciones encontradas es un indicativo de que estos factores deben ser evaluados como un sistema y no de forma aislada, fundamentalmente suelen ser influenciados por el clima, el suelo, su fertilidad y manejo, entre otros aspectos. Estas especies de pastos introducidos tienen como principales características mejorar su productividad y valor nutritivo. Por ello, resulta de interés que durante el estudio se hayan obtenido favorables cantidades de hojas con respecto a los tallos (relación hoja/tallo) con productividad de más de 50 % para esta primera fracción. Sin embargo, mantiene la misma respuesta que se reporta en la literatura para gramíneas tropicales con incremento de las relaciones FND/N y FAD/N, así como disminución del aporte energético (EM, ENL) y de la digestibilidad (DMS, DMO) (Cruz *et al.* 2017).

En *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens* y *B. brizantha* Espínola y Paniagua (2010) reportaron relaciones hoja/tallos a los 60 días de 0.85; 2.24 y 7.34, respectivamente lo que reafirma la habilidad que tienen estas especies de producir mayor cantidad de hojas con respecto a los tallos. La calidad de los forrajes tropicales se afecta por la madurez con mejor distribución de nutrientes durante las primeras semanas de rebrote, sobre todo nitrógeno e incremento de la fracción fibrosa con la edad. Esto se puede atribuir a la mayor proporción de hojas y la aparición de hijos, así como a la necesidad que tiene la planta de crear las sustancias necesarias para su desarrollo (Ortega-Aguirre *et al.* 2015).

La disminución de la digestibilidad de la materia seca y orgánica con el aumento de la edad pudo estar influenciada por el crecimiento de la planta (madurez), lo que trae consigo un engrosamiento de la pared celular, fundamentalmente de la pared primaria, lo que reduce el espacio intercelular donde se encuentran los nutrientes (proteína), y está en función de la proporción relativa de cada componente químico y de su digestibilidad individual. Por otra parte, también está influida por el aumento de los componentes estructurales, así como del sílice y de los componentes monoméricos de la lignina. Resultados superiores al 50 % de digestibilidad para estas especies fueron obtenidos por Barrera-Álvarez *et al.* (2015) y Mojica-Rodríguez *et al.* (2017). Mientras que Cruz *et al.* (2017) en *Brachiaria humidicola* vc. Chetumal con frecuencias de corte cada 21 y 28 días encontraron resultados de 54-60 %, valores estos por debajo a los alcanzados en el presente estudio. Las diferencias de degradabilidad intra y entre especies pudieran estar asociadas con las características de cada especie y género. Además, se debe tener presente la relación

(Avellaneda *et al.* 2015).

The decrease of metabolizable energy and net lactation energy with the age according to Cruz *et al.* (2017) is due to chemical and biochemical transformations in the plant components such as the reduction of soluble carbohydrate values, digestible proteins and dry matter digestibility. In addition, it should be added that the energy value of forages depends on the organic matter digestibility, which is closely related to the composition of the plant (Balseca *et al.* 2015).

Two constituent groups are known in plants, those of cellular content and wall. The first ones are formed by sugars, organic acids, nitrogenous substances and lipids, whose actual digestibility in ruminants is total (carbohydrates) or almost total (proteins and lipids). The second ones, which include polysaccharides, cellulose, hemicellulose and pectic substances that have a very variable digestibility (40-90 %), and lignin, which is considered totally indigestible. All these elements increase as the plant ages, reducing the digestibility of dry matter and organic matter, resulting in a decrease in energy (Combatt *et al.* 2015).

Conclusions

There was variability in terms of the varieties in the studied indicators, with the best performance for Mulato 1. However, it was demonstrated that as the maturity of the plant advanced, there was a decrease in its nutritional quality determined, among other aspects, by the lower digestibilities and energy, as well as increases in the FDN/N, FDA/N relation but , it is necessary to emphasize that although the leaf/stem ratio decreased with age, the leaf production in all the studied cultivars was above 50 % with respect to the stems, aspects to be taken into account in the management of these plants in the ruminants production systems.

Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 52, Number 4, 2018.

existente entre los indicadores químicos y la degradabilidad ruminal no como una suma de factores sino como la influencia conjunta que tienen los componentes químicos como sistema en la degradabilidad (Avellaneda *et al.* 2015).

El decrecimiento de la energía metabolizable y neta lactación con la edad de acuerdo con Cruz *et al.* (2017) se debe a transformaciones químicas y bioquímicas en los componentes de las plantas como la disminución de los valores de carbohidratos solubles, de las proteínas digestibles y de la digestibilidad de la materia seca. Además de lo anteriormente expuesto, se debe añadir que el valor energético de los forrajes depende de la digestibilidad de la materia orgánica, la cual está estrechamente vinculada con la composición de la planta (Balseca *et al.* 2015).

Se conocen dos grupos constituyentes en las plantas, los del contenido celular y la pared. Los primeros están formados por los azúcares, ácidos orgánicos, sustancia nitrogenadas y lípidos, cuya digestibilidad real en los rumiantes es total (glúcidos) o casi total (proteínas y lípidos). Los segundos, los que comprenden los polisacáridos, celulosa, hemicelulosa y sustancias pécticas que poseen una digestibilidad muy variable (40-90 %), y la lignina, que es considerada totalmente indigestible. Todos estos elementos aumentan al envejecer la planta disminuyendo la digestibilidad tanto de la materia seca como orgánica, resultando en una disminución de la energía (Combatt *et al.* 2015).

Conclusiones

Se encontró variabilidad en cuanto a las variedades en los indicadores estudiados, con el mejor comportamiento general para el Mulato 1. No obstante, quedó demostrado que en la medida que avanzó la madurez de la planta hubo disminución de su calidad nutritiva determinado, entre otros aspectos, por las menores digestibilidades y la energía, así como incrementos de las relaciones FDN/N, FDA/N pero, es preciso destacar que aunque con la edad decreció la relación hoja/tallo la producción de hojas en todos los cultivares estudiados estuvo por encima del 50 % con respecto a los tallos, aspectos a tener en cuenta en el manejo de estas plantas en los sistemas de producción para rumiantes.

References

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17 th Ed. Ass. Off. Anal. Chem. Washington, D.C. USA. 2:777-778.
- Atencio, L.M., Tapia, J.J., Mejía, S.L. & Cadena, J. 2014. Comportamiento fisiológico de gramíneas forrajeras bajo tres niveles de humedad en condiciones de casa malla. *Temas Agrarios*. 19(2): 244-258.
- 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.* 51:1-13.
- Avellaneda, J.H., Luna, R.A., Romero, D.A., Tapia, E.O. & López, S. 2015. Enzimas fibrolíticas exógenas en la degradabilidad de la materia seca de dos brachiarias. *Revista ESPAMCIENCIA*. 7(1): 43-49.
- Balseca, D., Cienfuegos, E.G., López, H.B., Guevara, H.P. & Martínez, J.C. 2015. Nutritional value of Brachiarias and forage legumes in the humid tropics of Ecuador. *Cien. Inv. Agr.* 42(1):57-63. DOI: 10.4067/s0718-16202015000100006.
- Barrera-Álvarez, A.E., Avellaneda-Cevallos, J.H., Tapia-Moreno, E.O., Peña-Galeas, M.M., Molina-Hidrovo, C.A. & Casanova Ferrin, L.M. 2015. Composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum sp.* *Ciencias Agrarias*. 8(2): 13-27.
- Bartlett, M. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. *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.
- Cruz, A., Hernández, A., Chay, A.J., Mendoza, S.I., Ramírez, S., Rojas, A.R. & Ventura, J. 2017. Componentes del rendimiento y valor nutritivo de *Brachiaria humidicola* cv Chetumal a diferentes estrategias de pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8 (3): 599-610.
- Cruz, M., Pereda, J. & Muñoz, D. 2015. Evaluación económica-productiva de un sistema de ceba semi estabulado con pastoreo de *Brachiaria brizantha* cv Marandú en la provincia de Camagüey. *Ecosistema Ganadero*. 2(1y2): 17-26.
- Cruz-Hernández, A., Hernández-Garay, A., Vaquera-Huerta, H., Chay-Canul, A., Enriquez-Quiroz, J. & Ramírez-Vera, S. 2017. Componentes morfogénicos y acumulación de pasto mulato a diferente frecuencia e intensidad de pastoreo. *Rev Mex Cienc Pecu*. 8(1):101-109. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4310>.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11: 1-42.
- Espínola, C.J. & Paniagua, P.L. 2010. Determinación de rendimiento y calidad forrajera de especies del género *Brachiaria*, en un suelo derivado de granito. *Investigación Agraria*. 12(1):5-10.
- Fernández, D., López, M., Pérez, Y., Arzola, J. & De la Fe, G. 2015. Evaluación del comportamiento en corte de cultivares de los géneros *Megathyrsus* y *Brachiaris* introducidas en suelo Ferralítico rojo. *Ecosistema Ganadero*. 2(1 y 2): 27-34.
- Fortes, D., Valenciaga, D., García, C.R., García, M., Cruz, A.M. & Romero, A. 2016. Evaluation of three varieties of *Megathyrsus maximus* in the dry period. *Cuban J. Agric. Sci*. 50(1): 131-137.
- Goering, M.K. & van Soest, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural, USDA, Washington DC. 379 pp.
- Jarma, A., Maza, L., Pineda, A. & Hernández, J. 2012. Aspectos fisiológicos y bromatológicos de *Brachiaria humidicola*. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 7(1): 88-99.
- López, F.A., Miranda, J.A. & Calero, W.A. 2017. Producción y calidad de forraje con enmiendas orgánicas en pastura (*Brachiaria brizantha*), en la Costa Caribe Sur de Nicaragua. *Revista Universitaria del Caribe*. 18(1): 83-90. DOI: <http://dx.doi.org/10.5377/ruc.v18i1.4810>.
- Massey, F. J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association*. 68-78.
- Merlo-Maydana, F.E., Ramírez-Avilés, L., Ayala-Burgos, A.J. & Ku-Vera, J.C. 2017. Efecto de la edad de corte y la época del año sobre el rendimiento y calidad de *Brachiaria brizantha*. *J. Selva Andina Anim Sci*. 4(2): 116-127.
- Mojica-Rodríguez, J.E., Castro-Rincón, E., Carulla-Fornaguera, J. & Lascano-Aguilar, C.E. 2017. Efecto de la edad de rebrote sobre el perfil de ácidos grasos en gramíneas tropicales. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera (Colombia)*. 18(2): 217-232.
- Nantes, N. N., Euclides, V. P. B., Montagner, D. B., Lempp, B., Barbosa, R. A. & Gois, P. O. 2013. Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. *Pes. Agropec. Bras*. 48(1):114-121.
- Ortega-Aguirre, C.A., Lemus-Flores, C., Bugarín-Prado, J.O., Alejo-Santiago, G., Ramos-Quirarte, A., Grageola-Núñez, O. & Bonilla-Cárdenas, J.A. 2015. Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los generos *brachiaria* y *panicum*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 18(3): 291-301.
- Patiño, R.M., Gómez, R. & Navarro, O.A. 2018. Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrsus maximus*, Jacq.) manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 13 (1): 17-30. DOI: <http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.13.1.2>
- Ramírez, R. O., Hernández, G. A., Carneiro, D. S., Pérez, P. J., de Souza, J. S. J., Castro, R. R. & Enríquez, Q. J. F. 2010. Características morfogénicas y su influencia en el rendimiento del pasto Mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte. *Trop. Sub. Agroec*. 12(3): 303-311.
- Reyes-Pérez, J.J., Luna-Murillo, R.A., Méndez-Martínez, Y., Pilatasig-Ante, A.S. & Verdecia, D.M. 2018. Indicadores del rendimiento y composición química del *Andropogon gayanus*. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET)*. 19(4). Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040418/041821.pdf>. [Consulted: June 22, 2018].
- Roja-García, A.R., Torres-Salado, N., Maldonado-Peralta, M. de los A., Sánchez-Santillán, P., García-Balbuena, A., Mendosa-Pedrosa, S.I., Álvarez-Vázquez, P., Herrera-Pérez, J. & Hernández-Garay, A. 2018. Curva de crecimiento y calidad del pasto cobra (*Brachiaria* híbrido br02/1794) a dos intensidades de corte. *Agroproductividad*. 11(5): 34-38.
- Soil Survey Staff. 2003. Keys to Soil Taxonomy. USDA, Ninth Edition, Washington D. C, p. 332.
- Valbuena, N., Tejos, R. & Terán, Y. 2016. Efecto de fertilización nitrogenada e intervalo entre cortes sobre contenido de proteína y fibra en *Brachiaria brizantha* cv. Toledo en portuguesa. *Rev. Unell. Cienc. Tec*. 34(1): 25-32.

Received: February 25, 2018