

Yield and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties in two areas of Ecuador

Rendimiento y composición bromatológica de tres variedades de *Brachiaria* en dos zonas de Ecuador

J.J. Reyes Pérez^{1*}, Y. Méndez Martínez¹, R. A. Luna Murillo², D. M. Verdecía⁴,
A. L. Espinoza Coronel³, W.J. Pincay Ronquillo², K.A. Espinosa Cunuhay², R. K Macías Pettao² and
R.S. Herrera⁵

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador

²Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná., La Maná, Ecuador.

³Instituto Tecnológico Superior Ciudad de Valencia, Quevedo, Ecuador.

⁴Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Granma, Apartado Postal 21, Bayamo, C.P. 85 100, Granma, Cuba.

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

Email: jreyes@uteq.edu.ec

J.J. Reyes-Pérez: <https://orcid.org/0000-0001-5372-2523>

Y. Méndez-Martínez: <https://orcid.org/0000-0002-5365-5794>

RA. Luna-Murillo: <https://orcid.org/0000-0002-9078-9302>

D.M. Verdecía: <https://orcid.org/0000-0002-4505-4438>

A.L. Espinoza-Coronel: <https://orcid.org/0000-0002-6119-3796>

W.J. Pincay-Ronquillo: <https://orcid.org/0000-0002-4505-4438>

K.A. Espinosa-Cunuhay: <https://orcid.org/0000-0003-3366-6477>

R.K. Macías-Pettao: <https://orcid.org/0000-0002-5188-9669>

R.S. Herrera: <https://orcid.org/0000-0003-1424-6311>

Using a random block design with factorial arrangement (3x2) the effect of the climatic area (Guayas and El Empalme) in the yield components and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties (Decumbens, Brizantha and Mulato I) was studied. The yields of total dry matter, biomass, leaves and stems, 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, NFE and relations leaf/stem, NDF/N and ADF/N were determined. Analysis of variance was performed according to experimental design. There was significant interaction ($P < 0.0001$) between the varieties and the area for some of the studied indicators. The highest yields of total DM, leaves, stems and biomass were obtained in Mulato I in El Empalme (1.32, 0.79, 0.53 and 5.08 t/ha, respectively $P < 0.001$). The CP was better in Mulato I in Guayas (13.08 %, $P < 0.001$), the cell wall components did not showed variety x area interaction, with significant differences in terms of the varieties for NDF, CEL and CC with the highest results for cv. Decumbens and Mulato I (38.21, 17.26 and 64.22 %, respectively $P < 0.05$). While for the area the highest percentages of ADF and ADL (20.12 and 3.47 %, respectively $P < 0.02$) were for Guayas. In this research was showed the effect of the climate factors and the variety on the yields and some quality indicators were the best productive and morphological performance in the higher rains area (El Empalme) was obtained, while for the content of protein, minerals, ash, the relations leaf/stem and NDF/N was better for the one of lower rains (Guayas). It is important to highlight that there were not differences between the varieties for the cell wall components, ADF/N, digestibility and energy contribution that is why their adaptability and potentialities in different ecosystems is confirmed.

Key words: *biomass, production, climate, chemical composition, digestibility, energy*

Mediante un diseño de bloque al azar con arreglo factorial (3x2) se estudió el efecto de la zona climática (Guayas y El Empalme) en los componentes del rendimiento y composición bromatológica de tres variedades de *Brachiaria* (Decumbens, Brizantha y Mulato I). Se determinaron los rendimientos de materia seca total, biomasa, hojas y tallos; 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, FND/N y FAD/N. Se realizó análisis de varianza según diseño experimental. Hubo interacción significativa ($P < 0.001$) entre las variedades y la zona para algunos de los indicadores estudiados. Los mayores rendimientos de MS total, de hojas, tallos y de biomasa se obtuvieron en el Mulato I en El Empalme (1.32, 0.79, 0.53 y 5.08 t/ha, respectivamente $P < 0.001$). PB fue mejor en Mulato I en las Guayas (13.08%, $P < 0.001$), los componentes de la pared celular no presentaron interacción variedad x zona, con diferencias significativas en cuanto a las variedades para FDN, CEL y CC con los mayores resultados para las vc. Decumbens y Mulato I (38.21, 17.26 y 64.22%, respectivamente $P < 0.05$). Mientras que para la zona fueron para el Guayas los porcentajes más altos de FDA y LAD (20.12 y 3.47%, respectivamente $P < 0.02$). En la presente investigación se evidenció el efecto de los factores del clima y la variedad en los rendimientos y algunos indicadores de la calidad donde se obtuvo el mejor comportamiento productivo y morfológico en zona de mayores lluvias (El Empalme), mientras que, para el contenido de proteína, minerales, ceniza, las relaciones hoja/tallo y FND/N fue mejor para la de menor precipitaciones (Guayas). Es de destacar, que no se presentaron diferencias entre las variedades para los componentes de la pared celular, FDA/N, digestibilidad y aporte energético por lo que se confirma su adaptabilidad y potencialidades en los diferentes ecosistemas.

Palabras clave: *Biomasa, producción, clima, composición química, digestibilidad, energía*

The climate is defined as the atmospheric conditions during a long period (normally decades or even more), which has been changeable during the Earth history, as part of its own evolution. However, it is completely accepted that to this natural variability it has been added the human activities influenced in the climate changes with undesirable effects (Rodas-Trejo *et al.* 2017 and Mamédio *et al.* 2020).

The climate change is a global process and it is show as the most important challenge of our time, which includes complex interactions between climatologic, economic, environmental and social process. One of the most vulnerable sectors to the effects, are the human groups dedicated to the primary sector (agriculture, fishing and livestock), mainly the ones located in developing countries because they depend in higher proportion on their production to survive (Fabrice *et al.* 2015 and Reategui *et al.* 2019).

The grasses production is not away to this reality, because joined to this effects, the soils dedicated to its production have some limitations (stony, compactation, low fertility) this situation joined to that the production, chemical composition and digestibility of forages is influenced by several factors, between them are: the photoperiod, room temperature, plant age and water availability in the soil; aspects that limits the use and availability in the period of high lack of food for cattle, where severe nutritional restrictions are created to this forages. This determined an animal poor response, because the nutritional content of these grasses represents an important limiting in the ruminants production systems (Martín *et al.* 2018).

With frequency the studies related with the effects of the climate conditions, has been carried out most of them covering global or regional view expressing tendentious scenes, without taking into account the zonal or local impact, which is necessary to know the adaptability, productive and quality capacity of *Brachiaria* varieties introduced. Hence, the objective of this research was to evaluate the performance of the yield and bromatological composition of three varieties from *Brachiaria* genus in El Empalme and Guayas areas in Ecuador.

Materials and Methods

Location. This research was carried out in Orlando Varela farms, located in the kilometer one of the El Empalme-Balzar road, left side, Democracia sector, El Empalme and El Mamey canton, located in El Ají sector, Guayas parish, Guayas province, Ecuador. They are located between the geographic coordinates 01° 06' of South latitude and 79° 29' of West longitude at 73 m o.s.l. and 01° 00' of South latitude and 79° 30' of West longitude at 75 m.o.s.l. The research was developed in the period between July-September (dry season) of 2015.

Agrometeorological conditions. The climate is

El clima está definido como las condiciones atmosféricas durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más), el cual ha sido cambiante durante la historia de la Tierra, como parte de su propia evolución. Sin embargo, es plenamente aceptado que a esta variabilidad natural se han sumado las actividades del propio ser humano incidiendo en el cambio del clima con efectos indeseables (Rodas-Trejo *et al.* 2017 y Mamédio *et al.* 2020).

El cambio climático es un proceso global y se presenta como el desafío más importante de nuestra época, que incluye interacciones complejas entre procesos climatológicos, económicos, ambientales y sociales. Uno de los sectores más vulnerables a los efectos, son los grupos humanos dedicados al sector primario (agricultura, pesca y ganadería), principalmente los ubicados en países en vías de desarrollo, ya que dependen en mayor proporción de su producción para sobrevivir (Fabrice *et al.* 2015 y Reategui *et al.* 2019).

La producción de pasturas no escapa a esta realidad, ya que, unido a estos efectos, los suelos dedicados a su producción presentan varias limitantes (pedregosidad, compactación, poca fertilidad) esta situación unida a que la producción, composición química y digestibilidad de los forrajes es influida por diversos factores, entre los cuales se encuentran: el fotoperíodo, temperatura ambiente, edad de la planta y disponibilidad de agua en el suelo; aspectos que limitan el aprovechamiento y disponibilidad en el período de mayor escasez de alimentos para el ganado, donde se crean severas restricciones nutricionales a estos forrajes. Esto determina una deficiente respuesta animal, ya que el contenido nutricional de estos pastos, representa una limitante importante en los sistemas de producción de rumiantes (Martín *et al.* 2018).

Con frecuencia los estudios relacionados con los efectos de las condiciones del clima, se han realizado en su mayoría cubriendo panoramas globales o regionales planteando escenarios tendenciales, sin tener en cuenta el impacto a nivel zonal o local, por lo que es necesario conocer la adaptabilidad, capacidad productiva y de calidad de variedades introducidas de *Brachiaria*. De ahí que, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento del rendimiento y composición bromatológica de tres variedades del género *Brachiaria* en las zonas de El Empalme y Guayas en Ecuador.

Materiales y Métodos

Localización. La presente investigación se llevó a cabo en las fincas Orlando Varela, ubicada en el kilómetro uno de la vía El Empalme-Balzar, margen izquierdo, sector la Democracia, cantón El Empalme y El Mamey, situada en el sector El Ají, Parroquia del Guayas, provincia de Guayas, Ecuador. Se encuentran entre las coordenadas geográficas 01° 06' de latitud sur y 79° 29' de longitud oeste a 73 msnm y 01° 00' de latitud sur y 79° 30' de longitud oeste a 75 msnm, respectivamente. El estudio se desarrolló en el período comprendido entre julio-septiembre (época seca) de 2015.

Condiciones agrometeorológicas. El clima se

classified as humid subtropical (García 2004), for Guayas the average rainfalls was 2436.9 mm/year (117.2mm during the experimental period); the average temperature was 23.87°C; relative humidity 79 %. For El Empalme were 2229.60 mm/year (245.6mm during the experimental period), 25.80 °C; relative humidity 86 %, respectively. The soil in both areas is Inceptisol (Soil Survey Staff 2003) and its chemical composition is in table 1.

clasifica como subtropical húmedo (García 2004), para Guayas la precipitación promedio fue de 2436,9 mm/año (117.2mm durante el período experimental); la temperatura media fue de 23.87°C; humedad relativa 79%. Para El Empalme fueron de 2229,60 mm/año (245,6mm durante el período experimental), 25,80 °C; humedad relativa 86 %, respectivamente. El suelo en ambas zonas del tipo Inceptisol (Soil Survey Staff 2003) y su composición química aparece en la tabla 1.

Table 1. Characteristics of the soil

Indicator	Guayas	El Empalme
pH	5.47	5.83
N, cmolc kg ⁻¹	1.50	3.16
P, cmolc kg ⁻¹	5.1	2.78
K, cmolc kg ⁻¹	0.54	0.16
Ca, cmolc kg ⁻¹	1.50	1.20
Mg, cmolc kg ⁻¹	0.80	0.23
Sand, %	24.00	22.00
Loam, %	56.00	58.00
Clay,%	20.00	20.00

Treatment and experimental design. A random block design with factorial arrangement (3x2) was used: three varieties (*Brachiaria decumbens*, *B. brizantha* and *Brachiaria decumbens* x *Brachiaria ruziziensis* cv. Mulato I) and two areas (Guayas and El Empalme) and five replications.

Procedure. The experimental plots (5x5=25m²) of *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria decumbens* x *Brachiaria ruziziensis* cv. Mulato I were sowing in February 2015, at 50 cm between rows and 20 cm between plants. The plants had an establishment period until July, where the uniformity cut was made. From there, samplings at 42 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, leaves and stems, number of leaves and stems (by bunch); 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 samples after collected were dried in a forced air oven at 65 °C, later were milled at a 1 mm particle size and stored in amber bottles until their analysis in the laboratory in which were determined: DM, CP, ash, OM, P, Ca in accordance with AOAC (2016); NDF, ADF, ADL,

Tratamiento y diseño experimental. Se empleó un diseño en bloques al azar con arreglo factorial (3x2): tres variedades (*Brachiaria decumbens*, *B. brizantha* y *Brachiaria decumbens* x *Brachiaria ruziziensis* cv. Mulato I) y dos zonas (Guayas y El Empalme) y cinco réplicas.

Procedimiento. Las parcelas experimentales (5x5=25m²) se sembraron en el mes febrero de 2015 de *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria decumbens* x *Brachiaria ruziziensis* cv. Mulato I a 50 cm entre surcos 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 42 días de rebrote, eliminando 50 cm de efecto de borde y se cortó todo el material del área cosechable a 10 cm sobre el nivel del suelo. Se evaluaron la producción de biomasa, rendimiento de materia seca total, de hojas y tallos; número de hojas y tallos (por macolla); 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. Las muestras después de recolectadas se secaron en estufa de circulación de aire forzada a 65 °C, posteriormente se molieron a tamaño de partícula de 1mm y almacenadas en frascos de color ámbar hasta su análisis en el laboratorio en el cual se determinaron: MS, PB, ceniza, MO, P, Ca de

cellulose (Cel), hemicellulose (Hcel) and cellular content (CC) according to Goering and Van Soest (1970); the dry matter digestibility 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

The productive indicators (table 2) showed interactions ($P < 0.001$) variety x area. The yields of total dry matter, leaves, stem and biomass were higher for El Empalme area and Mulato I variety with 1.32, 0.79, 0.53 and 5.08 t/ha, respectively.

acuerdo con AOAC (2016); 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 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

Los indicadores productivos (tabla 2) presentaron interacciones ($P < 0.001$) variedad x zona. Los rendimientos de materia seca total, hojas, tallo y biomasa fueron mayores para la región de El Empalme y la variedad

Table 2. Productive components of three Brachiaria varieties in two areas of Ecuador

Areas	Varieties			SE ¹ ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato I		
Dry matter, t/ha					
El Empalme	0.63 ^d	1.06 ^b	1.32 ^a	0.175	0.001
Guayas	0.35 ^e	0.62 ^d	0.85 ^c		
Biomass, t/ha					
El Empalme	2.16 ^d	3.85 ^b	5.08 ^a	0.516	0.0001
Guayas	1.11 ^f	2.16 ^e	3.08 ^c		
Leaves, t/ha					
El Empalme	0.35 ^d	0.61 ^b	0.79 ^a	0.086	0.001
Guayas	0.17 ^e	0.34 ^d	0.48 ^c		
Stems, t/ha					
El Empalme	0.28 ^d	0.45 ^b	0.53 ^a	0.089	0.001
Guayas	0.18 ^e	0.29 ^d	0.36 ^c		

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

¹SE, standard error of the interaction variety x area

There was interaction ($P < 0.001$) variety x area for the morphological performance (table 3). The best values of height and number of leaves were for Mulato 1 variety (0.82 m and 718 leaves, respectively), the length and width of leaves with 0.36 and 0.085 m for Brizantha, respectively; while for Decumbens was the numbers of stems with 225, all the previous in El Empalme.

For the protein content and hemicelluloses (table 4) there was interaction ($P < 0.001$) variety x area. The cv Mulato I showed the highest CP value (13.08 %), while the hemicellulose (17.79 %) was for Decumbens in Guayas area.

For the fibrous contents and cell content there was not interaction variety x area (table 5). There were significant differences between the varieties for NDF, CEL and CC and the highest values were obtained in cv. Decumbens

Mulato I con 1.32, 0.79, 0.53 y 5.08 t/ha, respectivamente.

Para el comportamiento morfológico (tabla 3) se encontró interacción ($P < 0.001$) variedad x zona. Los mejores valores de altura y número de hojas fueron para la variedad Mulato 1 (0.82 m y 718 hojas, respectivamente), la longitud y ancho de las hojas con 0.36 y 0,085 m para la Brizantha, respectivamente; mientras que para la Decumbens fue el número tallos con 225, todo lo anterior en El Empalme.

Para el contenido de proteína y hemicelulosa (tabla 4) hubo interacción ($P < 0.001$) variedad x zona. El mayor tenor de PB (13.08 %) lo presentó la vc Mulato 1, mientras que el de hemicelulosa (17.79 %) fue para la Decumbens en la zona de Guayas

Para los componentes fibrosos y el contenido celular no hubo interacción variedad x zona (tabla 5). Se encontraron

Table 3. Morphological performance of three Brachiaria varieties in two areas of Ecuador

Areas	Varieties			SE ¹ ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato 1		
Height, m					
El Empalme	0.66 ^c	0.79 ^b	0.82 ^a	2.794	0.0001
Guayas	0.42 ^f	0.50 ^e	0.59 ^d		
Number of leaves					
El Empalme	548.67 ^c	611.42 ^b	718 ^a	4.512	0.0001
Guayas	220.83 ^f	256.58 ^e	302.58 ^d		
Number of stems					
El Empalme	225.00 ^a	101.50 ^c	113.50 ^b	2.187	0.0001
Guayas	75.67 ^d	58.67 ^e	39.66 ^f		
Leaf length, m					
El Empalme	0.30 ^d	0.36 ^a	0.33 ^b	0.878	0.001
Guayas	0.23 ^e	0.30 ^d	0.32 ^c		
Leaf width, m					
El Empalme	0.062 ^c	0.085 ^a	0.079 ^b	0.041	0.001
Guayas	0.02 ^d	0.028 ^d	0.03 ^d		

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

¹SE, standard error of the interaction variety x area

Table 4. Content of protein and hemicellulose of three Brachiaria varieties in two areas of Ecuador

Areas	Varieties			SE ¹ ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato 1		
Crude protein, %					
El Empalme	9.30 ^e	10.68 ^d	12.11 ^b	0.468	0.001
Guayas	10.74 ^d	11.51 ^c	13.08 ^a		
Hemicellulose, %					
El Empalme	17.77 ^a	17.03 ^b	15.44 ^d	0.750	0.001
Guayas	17.79 ^a	16.84 ^c	14.97 ^e		

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

¹SE, standard error of the interaction variety x area

for NDF 38.21 %) and CEL (17.26 %), while Mulato 1 had the lower CC value (61.79 %). On the other hand, for Guayas area, there were only significant differences for ADF and ADL values being this ones the highest (20.12 and 3.47 %, respectively).

For ash, minerals and organic matter there was significant interaction variety x area (tabla 6). The highest ash value (14.89 %) was obtained in Guayas area in cv. Decumbens and in this area the highest calcium value

diferencias significativas entre las variedades para la FDN, CEL y CC, y los mayores contenidos se obtuvieron en la cv. Decumbens para la FDN (38.21 %) y CEL (17.26%), mientras que Mulato 1 registró el menor tenor de CC (61.79 %). Por otro lado, para la zona de Guayas, solo hubo diferencias significativas para los valores de FDA y LAD siendo estos los mayores (20.12 y 3.47 %, respectivamente).

Para la ceniza, minerales y materia orgánica hubo interacción significativa variedad x zona (tabla 6). El mayor

Table 5. Components of the cell wall of three Brachiaria varieties in two areas of Ecuador

Indicators, %	Varieties				P	Areas			P
	Decumbens	Brizantha	Mulato I	SE±		El Empalme	Guayas	SE±	
NDF	38.21 ^a	35.78 ^b	33.25 ^b	1.616	0.04	34.84	36.66	1.319	0.333
ADF	20.43	18.84	18.05	1.138	0.326	18.09 ^b	20.12 ^a	0.929	0.027
ADL	3.18	3.30	2.62	0.299	0.241	2.60 ^b	3.47 ^a	0.244	0.014
CEL	17.26 ^a	15.54 ^b	15.42 ^b	0.902	0.028	15.50	16.65	0.736	0.241
CC	61.79 ^b	64.22 ^a	66.74 ^a	1.616	0.0103	65.16	63.34	1.319	0.333

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

SE±, standard error of the mean

Table 6. Minerals, ash and organic matter of three Brachiaria varieties in two areas of Ecuador

Areas	Varieties			SE ¹ ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato I		
Ash, %					
El Empalme	13.15 ^b	11.56 ^d	10.69 ^e	0.466	0.001
Guayas	14.89 ^a	13.49 ^b	12.39 ^c		
Calcium, %					
El Empalme	0.42 ^f	0.53 ^d	0.47 ^e	0.038	0.0001
Guayas	0.59 ^c	0.72 ^a	0.65 ^b		
Phosphorus, %					
El Empalme	0.020 ^c	0.018 ^c	0.020 ^c	0.003	0.001
Guayas	0.043 ^a	0.039 ^b	0.044 ^a		
Organic matter, %					
El Empalme	86.45 ^d	88.44 ^b	89.31 ^a	0.466	0.001
Guayas	85.11 ^c	86.51 ^d	87.61 ^c		

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

¹SE, standard error of the interaction variety x area

(0.72 %) was recorded in Brizantha variety, while the highest P values were for Decumbens and Mulato I varieties in this same area. However, Mulato I in El Empalme area showed the highest organic matter percentage (89.31 %).

For the relations leaf/stem and NDF/N there was interaction variety x area with the highest results for el Empalme with 2.02 and 25.63 in Mulato I and Decumbens varieties, respectively (table 7).

For the quality indicators (table 8) there was not significant interaction variety x area. There were only significant differences (P<0.03) for the variety effect on

valor para ceniza (14.89 %) se obtuvo en la zona del Guayas en la vc. Decumbens y en esta misma zona se registró el mayor valor de calcio (0.72 %) en la variedad Brizantha, mientras que los tenores más elevados de P fueron para las variedades Decumbens y Mulato I en esta misma región. Sin embargo, el Mulato I en la zona del Empalme presentó el mayor porcentaje de materia orgánica (89.31 %).

Para las relaciones hoja/tallo y FDN/N hubo interacción variedad x zona con los mayores resultados para el Empalme con 2.02 y 25.63 en las variedades Mulato I y Decumbens, respectivamente (tabla 7).

Para los indicadores de la calidad (tabla 8) no hubo

Table 7. Relation leaf/stem and NDF/N of three Brachiaria varieties in two areas of Ecuador

Areas	Varieties			SE ¹ ±	P
	Decumbens	Brizantha	Mulato I		
Relation Leaf/Stem					
El Empalme	1.68 ^c	1.83 ^b	2.02 ^a	0.148	0.001
Guayas	1.17 ^e	1.36 ^d	1.65 ^c		
Relation NDF/N					
El Empalme	25.63 ^a	21.59 ^{bc}	17.67 ^d	2.115	0.003
Guayas	23.45 ^b	20.75 ^c	17.33 ^d		

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

¹SE, standard error of the interaction variety x area

Table 8. Quality indicators of three Brachiaria varieties in two areas of Ecuador

Indicators	Varieties					Areas			
	Decumbens	Brizantha	Mulato I	SE±	P	El Empalme	Guayas	SE±	P
ADF/N	13.18 ^a	11.20 ^{ab}	9.59 ^b	0.992	0.038	11.35	11.38	0.794	0.969
DMD, %	53.67 ^b	54.74 ^{ab}	55.85 ^a	0.711	0.010	55.16	54.35	0.580	0.333
OMD, %	54.85 ^b	55.93 ^{ab}	57.07 ^a	0.703	0.02	56.32	55.59	0.574	0.374
ME, MJ/kg	7.93 ^b	8.09 ^{ab}	8.27 ^a	0.11	0.01	8.15	8.04	0.089	0.374
LNE, MJ/kg	4.52 ^b	4.64 ^{ab}	4.77 ^a	0.077	0.022	4.69	4.61	0.063	0.369

^{ab} Values with different letters differ at P<0.05 (Duncan 1955). SE±, standard error of the mean

the ADF/N, DMD, OMD, ME and LNE which showed the highest values in the relation ADF/N for Decumbens varieties, while, for the rest of indicators (DMD, OMD, ME and FNE) the highest records were for Brizantha and Mulato I. There was not effect of the area for these indicators.

Discussion

Livestock at global level constitutes one of the main transmitters of greenhouse gases to atmosphere, causing for the tropical region increases of temperature from 1- 6 °C, which should increase the evaporation per surface unit and at the same time will produce alterations in the natural water balance of the plants where the grasses species are not the exception (Bravo-Alves and Santos-Diniz 2009). These effects can be more negative in regions where the dry productions and the temperature increase can be accompanied of decrease or excess of rainfalls that should directly influence on the productive response of forages species (Faria *et al.* 2018).

When evaluating two cut height (0.4 and 0.5 m) and four fertilization levels (0, 50, 100 and 150 kg/ha of N), in *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II, with mean temperatures of 23.2 °C and rainfalls of 1759.9 mm Marques *et al.* (2017) notified positive response to the fertilization levels of biomass production and dry matter yield (6.61 and 1.14 t/ha, respectively). On the other hand, Faria *et al.* (2018) in similar conditions to those previous described in *B. decumbens* and *B. ruziziensis* reported yields of 1.12 and 1.6 t/ha, respectively. Response that is due to that the nitrogenous fertilization exerts immediate effect and visible in the structural characteristics of forage and consequent on their productivity.

While, Ramírez *et al.* (2012) when evaluating *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk in Valle del Cauto, in the Eastern region of Cuba, during the rainy seasons (24.3 °C and 130 mm of rains) and dry season (27.2 °C and 759 mm of rains), reported 6.06 and 1.83 t/ha of dry matter, respectively and a difference of 43 % in the number of leaves between a period and another. This performance was associated to the effect of the climate factors on the productive and morphological factors (tables 2 and 3). It is important to highlight that the differences between each season of the year in the content of leaves and stems are indicators that allow establishing the yield composition, because the higher leaf proportion in it shows high probability of increasing the photosynthetic process, higher probability of substance production for growth and better reserve accumulation for the regrowth.

Cruz-López *et al.* (2011) and Tamele *et al.* (2017) when studying the interaction between the plant height- climatic season (summer: 350 mm and 23 °C; winter: 30 mm and 18 °C; autumn: 80 mm and 19 °C; spring: 150 mm and 22 °C) reported negative

interacción significativa variedad x zona. Solo existieron diferencias significativas ($P < 0.03$) para el efecto de la variedad en la FDA/N, DMS, DMO, EM y ENL que presentaron los mayores valores en la relación FDA/N para las variedades Decumbens, mientras que, para el resto de los indicadores (DMS, DMO, EM y ENL) los mayores registros fueron para Brizantha y Mulato I. No se encontró efecto de la zona para estos indicadores.

Discusión

La ganadería a nivel global constituye uno de los principales emisores de gases efecto invernadero a la atmosfera, ocasionando para la región tropical aumentos de la temperatura de 1- 6 °C, lo que deberá incrementar la evaporación por unidad de superficie y a su vez producirá alteraciones en el balance hídrico natural de las plantas donde las especies prateses no son la excepción (Bravo-Alves y Santos-Diniz 2009). Estos efectos pueden ser más negativos en regiones donde predominan las explotaciones en seco y el aumento de las temperaturas puede estar acompañada de disminución o exceso de precipitaciones que pueden influir directamente en la respuesta productiva de las especies forrajeras (Faria *et al.* 2018).

Al evaluar dos alturas de cortes (0.4 y 0.5 m) y cuatro niveles de fertilización (0, 50, 100 y 150 kg/ha de N), en *Brachiaria* híbrido vc. Mulato II, con temperaturas medias de 23.2 °C y precipitaciones de 1759.9 mm Marques *et al.* (2017) notificaron respuesta positiva a los niveles de fertilización de la producción de biomasa y rendimiento en materia seca (6.61 y 1.14 t/ha, respectivamente). Por otra parte, Faria *et al.* (2018) en condiciones similares a las descritas anteriormente en *B. decumbens* y *B. ruziziensis* reportaron rendimientos de 1.12 y 1,6 t/ha, respectivamente. Respuesta que se debe a que la fertilización nitrogenada ejerce efecto inmediato y visible en las características estructurales del forraje y por consiguiente en su productividad.

Mientras que, Ramírez *et al.* (2012) al evaluar la *Brachiaria decumbens* vc. Basilisk en el Valle del Cauto, en la región oriental de Cuba, durante los períodos lluvioso (24.3 °C y 130 mm de lluvias) y poco lluvioso (27.2 °C y 759 mm de lluvias), reportaron 6.06 y 1.83 t/ha de materia seca, respectivamente y una diferencia de 43% de disminución en la cantidad de hojas entre un período y otro. Este comportamiento estuvo asociado al efecto de los factores del clima en los indicadores de productivos y morfológicos (tablas 2 y 3). Es de destacar que las diferencias entre cada época del año en el contenido de hojas y tallos son indicadores que permiten establecer la composición del rendimiento, ya que la mayor proporción de hojas en él indica alta probabilidad de incrementar el proceso fotosintético, mayor posibilidad de producción de sustancia para el crecimiento y mejor acumulación de reservas para el rebrote.

Cruz-López *et al.* (2011) y Tamele *et al.* (2017) al estudiar la interacción entre la altura de la planta- estación climática (verano: 350 mm y 23 °C; invierno: 30 mm y

linear relation between both factors, with higher growing of leaves in summer and winter as the plant height increased and affectation of leaves and stems growing in winter (R^2 -0.88 and -0.84). While, during the summer there were increases with the plant height for leaves and stems (R^2 0.94 and 0.92). The *Brachiaria* grasses are characterized of having an increase in the stem and lengthening leaf rates and a decrease in the leaf growth rate, especially in the superior strata. The grasses notably vary in their tolerance to stress because of the lack of water. In some cases they suffer changes that can be to adapting or escape to the negative effects caused by the stress. The *Brachiaria* specie is characterized of producing a great amount of decumbent stems which produce bunches under optimal humidity conditions, situations because of during the summer increases of leaves and stems are produced (Reyes *et al.* 2019).

The variation found in the performance of the CP and CC content (1.08 and 2.16 %), and the cell wall components (NDF, ADF, ADL, cellulose and hemicellulose) in 1.82, 2.03, 0.87, 1.15 and 0.33 %, respectively (tables 4 and 5) and their lower concentration in the high rainfalls area, it is influenced by the dilution effect of nutrients in the grasses from the areas with high rainfalls. This performance was reported by Ramírez *et al.* (2012), Santos-Cruvinel *et al.* (2017), De Abreu-Faria *et al.* (2018) and Martín *et al.* (2018) in the cultivars *B. decumbens* (Basilisk), *B. brizantha* (Marandu, Piata, Xaraes) and the hybrid CIAT BRO2/1752 (Cayman) with variability between the rainy and dry seasons, respectively.

Marques *et al.* (2017) and Faria *et al.* (2018) reported linear relation directly proportional (CP) and inverse (NDF and ADF) with the nitrogenous fertilization with increases of 2 % of protein values (12- 14 %) and reduction of 20 and 6 percentage units for NDF and ADF en Mulato II, *B. decumbens* and *B. brizantha*. While, De Almeida-Moreira *et al.* (2018) when evaluating 26 *Brachiaria* varieties under mesothermic climate conditions and red- yellowish soil, notified the best performance for the *B. ruziziensis* clones with variations of CP, NDF, ADF and ADL of 13.5-16.49; 50-60; 21-30 and 3.9-4.06 %, respectively. The *B. ruziziensis* clones showed high CP percentages and low in the cell wall with respect to the *Decumbens* variety used as control. It is concluded that, the best clones showed high values in nitrogenous components and low in structural carbohydrates and phenolic compounds which show the presence of great amount of leaves with respect to stems. The found differences can be use as guide to news crosses in the reproduction program that complement the agronomic indicators to the generation of superior genotypes.

For the ash, minerals and organic matter content (table 6) there was interaction variety x area for all indicators, with the highest results in the minerals

18°C; otoño: 80 mm y 19°C; primavera: 150 mm y 22°C) reportaron relación lineal negativa entre ambos factores, con mayor aparición de hojas en verano e invierno en la medida que se incremento la altura de la planta y afectación del crecimiento de hojas y tallos en invierno (R^2 -0.88 y -0.84). Mientras que, durante el verano se presentaron aumentos con la altura de la planta tanto para hojas como para tallos (R^2 0.94 y 0.92). Las pasturas de pasto *Brachiaria* se caracterizan por tener un aumento en el tallo y las tasas de alargamiento de la hoja y una disminución en la tasa de aparición de la hoja, especialmente en los estratos superiores. Las gramíneas varían notablemente en su tolerancia a estrés por déficit hídrico. En algunos casos éstas experimentan cambios que le puedan permitir adaptarse o escapar a los efectos negativos ocasionados por el estrés. La especie *Brachiaria* se caracteriza por producir gran cantidad de tallos decumbentes que producen macollas en condiciones óptimas de humedad, situaciones por las cuales durante el verano se producen aumentos de hojas y tallos (Reyes *et al.* 2019).

La variación encontrada en el comportamiento del contenido de PB y CC (1.08 y 2.16 %), y los componentes de la pared celular (FDN, FDA, LAD, celulosa y hemicelulosa) en 1.82, 2.03, 0.87, 1.15 y 0.33 %, respectivamente (tablas 4 y 5) y su menor concentración en la zona de mayores precipitaciones, está influenciado por el efecto de dilución de los nutrientes presente en los pastos de las regiones con elevadas precipitaciones. Esta conducta fue reportada por Ramírez *et al.* (2012), Santos-Cruvinel *et al.* (2017), De Abreu-Faria *et al.* (2018) y Martín *et al.* (2018) en los cultivares *B. decumbens* (Basilisk), *B. brizantha* (Marandu, Piata, Xaraes) y el híbrido CIAT BRO2/1752 (Cayman) con variabilidad de entre los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente.

Marques *et al.* (2017) y Faria *et al.* (2018) reportaron relación lineal directamente proporcional (PB) e inversa (FDN y FDA) con la fertilización nitrogenada con incrementos de 2 % de los valores proteicos (12- 14%) y reducción de 20 y 6 unidades porcentuales para FDN y FDA en Mulato II, *B. decumbens* y *B. brizantha*. Mientras que, De Almeida-Moreira *et al.* (2018) al evaluar 26 variedades de *Brachiaria* en condiciones de clima mesotermal y suelo rojo-amarillento, notificaron el mejor comportamiento para los clones de *B. ruziziensis* con variaciones de PB, FDN, FDA y LAD de 13.5-16.49; 50-60; 21-30 y 3.9-4.06%, respectivamente. Los clones de *B. ruziziensis* presentaron porcentajes superiores de PB e inferiores en los componentes de la pared celular con respecto a la variedad *Decumbens* utilizada como control. Se concluyó que, los clones mejorados presentaron valores superiores en componentes nitrogenados y menores en carbohidratos estructurales y compuestos fenólicos lo que denota la presencia de mayor cantidad de hojas con respecto a los tallos. Las diferencias encontradas pueden servir de guía para nuevos cruces en el programa de reproducción que complementan los indicadores agronómicos para la generación de genotipos superiores.

and ashes for the area of lower rainfalls. Ramírez *et al.* (2014) and De Lucena-Costa *et al.* (2020) when evaluating the existing relation between the climatic factors and minerals content in *B. hybrid* cv. Mulato I and *B. brizantha* cv. Piatá reported high correlations (superior to R^2 0.77) between rains and average temperatures in the rainy and dry season for the calcium and phosphorous content. In addition, multiple linear regression equations with coefficients superior to R^2 0.81 with better fit for the age, total rains and solar radiation were established. It was showed that the variability of these minerals elements is due, mainly, to that these minerals are in the younger and growing parts, especially in the shoots, young leaves and root ends. The variation showed in the minerals when the age increase is related to the dilution effect produced by the vegetative development and the water accumulation during the rainy season.

On the other hand, Jiménez *et al.* (2010) for *B. humidicola* under warm and humid climate conditions with average temperatures of 26 °C, rainfalls of 2123 mm and acrisol humic soil reported values of 16.38, 0.015, 0.44 and 88.04 % of ash, calcium, phosphorous and organic matter, respectively. Avelar-Magalhães *et al.* (2015) in *B. brizantha* cv. Marandú in humid tropical climate, laptosolic soil, average temperature of 28 °C and rains 1300 mm reported 16.46, 0.02, 0.52 and 88.21 % of ash, Ca, P and OM, respectively, while Mutimura *et al.* (2018) showed in *B. brizantha* cv. Piatá in semiarid climate with averages temperatures of 29 °C and rainfalls of 600 mm, content of ash, calcium, phosphorous and organic matter of 16.56, 0.025, 0.60 and 88.41 %, respectively. Results which coincides with those reported by Ramírez *et al.* (2014).

For the relations leaf/stem and NDF/N there were interaction between variety x area (table7) with the best performance for *B. decumbens* and Mulato I, results that coincides with those reported by Tamele *et al.* (2017) who found when studying the interaction cut height- climatic zone high development for leaves and stems in areas of high solar radiation, rainfalls, and average temperatures, concluding that the variability of these elements influence on the structural characteristics of forages. It is important to highlight that the proportions of leaves and stems are indicators that allow establishing a relation of the forage quality, because the high proportion of leaves in it show, higher amount of nutrients, palatability, digestibility and the animal intake more leaves than stems.

The digestibility values are in the values reported in the literature but, it is important to highlight that the varieties effects play an important role on the variability of these indicators. De Almeida-Moreira *et al.* (2018) when evaluating the varieties *Brachiaria* (*B. ruziziensis*, *B. brizantha* cv. Marandu and *B. decumbens* cv Basilisk as control), with cut frequency

Para el contenido de ceniza, minerales y materia orgánica (tabla 6) existió interacción variedad x zona para todos los indicadores, con los mayores resultados en los minerales y ceniza para la zona de menores precipitaciones. Ramírez *et al.* (2014) y De Lucena-Costa *et al.* (2020) al evaluar la relación existente entre los factores climáticos y el contenido de minerales en *B. híbrido* vc. Mulato I y *B. brizantha* vc. Piatá reportaron altas correlaciones (superiores a R^2 0.77) entre las lluvias y temperaturas medias tanto en el período lluvioso como poco lluvioso para el contenido de calcio y fósforo. Además, se establecieron ecuaciones de regresión lineal múltiples con coeficientes superiores a R^2 0.81 con mejor ajuste para la edad, lluvias totales y radiación solar. Se evidenció que la variabilidad de estos elementos minerales se debe, principalmente, a que estos minerales abundan más en las partes jóvenes y en crecimiento, especialmente en los brotes, hojas jóvenes y extremos radicales. La variación mostrada en los minerales cuando se incrementa la edad está relacionada al efecto de dilución producido por el desarrollo vegetativo y la acumulación de agua durante el período de lluvias.

Por otra parte, Jiménez *et al.* (2010) para *B. humidicola* en condiciones de clima cálido y húmedo con temperaturas medias de 26 °C, precipitaciones de 2123 mm y suelo acrisol húmico reportaron valores de 16.38, 0.015, 0.44 y 88.04 % de ceniza, calcio, fósforo y materia orgánica, respectivamente. Avelar-Magalhães *et al.* (2015) en *B. brizantha* vc. Marandú en clima tropical húmedo, suelo laptosolico temperatura media de 28 °C y lluvias de 1300 mm reportaron 16.46, 0.02, 0.52 y 88.21 % de ceniza, Ca, P y MO, respectivamente mientras que, Mutimura *et al.* (2018) notificaron en *B. brizantha* vc. Piatá en clima semiárido, con temperaturas media de 29 °C y precipitaciones de 600 mm, contenido de ceniza, calcio, fósforo y materia orgánica de 16.56, 0.025, 0.60 y 88.41 %, respectivamente. Resultados que concuerdan con los reportados por Ramírez *et al.* (2014).

Para las relaciones hoja/tallo y FND/N se encontraron interacción entre variedad x zona (tabla 7) con el mejor comportamiento para la *B. decumbens* y Mulato I, resultados que coinciden con los reportado por Tamele *et al.* (2017) los que encontraron al estudiar la interacción altura de corte-zona climática mayor desarrollo para las hojas y tallos en zonas de mayor intensidad de la radiación solar, precipitaciones y temperaturas medias, concluyendo que la variabilidad de estos elementos influye en las características estructurales de los forrajes. Es importante destacar que las proporciones de las hojas y los tallos son indicadores que permiten establecer una relación de la calidad de un forraje, ya que la mayor proporción de hojas en él indica, mayor cantidad de nutrientes, palatabilidad, digestibilidad y el animal consume mayor cantidad de hojas que tallos.

Los valores de digestibilidad se encuentran dentro de los valores reportados en la literatura pero, vale destacar que los efectos de las variedades desempeñan un papel importante en la variabilidad de estos indicadores. De Almeida-Moreira *et al.* (2018) al evaluar variedades de *Brachiaria*

every 27 days and cut height 10cm, found significant differences for the DMD with the best results (66.69 %) for *B. ruziziensis*. Among the factors that have been identified as responsible of the variability of the tropical grasses digestibility, are the climate, the plant maturity, the soil type, the level and the fertilization type, the growth season and the variability of the fiber –nitrogen fractions. Due to the changes that these factors could caused in the morphologic structure of the plant (leaf and stems proportion), join to the intrinsic characteristics of each species (genetic improvement) and adaptability to the edaphoclimatic conditions could explain that there were not differences between the climatic zones.

The differences found between species for the dry matter and organic matter digestibility, could be related with the characteristics of each species, growth and development reached, causing changes in the cell wall, mainly of the primary wall, which reduces the intercellular space where are the nutrients (protein), and is in function of the relative proportion of each chemical component and their individual digestibility. On the other hand, it also influenced by the increase of the structural components, silica and the monomeric components of lignin (Avelar-Magalhães *et al.* 2015).

Jiménez *et al.* (2010) when studying in the Sabana de Huimanguillo, Tabasco, México, *Brachiaria humidicola* under summer (rain) and winter (dry) conditions registered the highest DMD values in winter with percentages higher than 50 %. These authors stated that the responsible factors of the differences between the seasons of the year are the variability of the climatic factors as room temperature and rainfalls mainly, because of their effect on the growth and structure of grass. On the other hand, Mutimura *et al.* (2018) notified for *B. brizantha* cv. Piatá contributions of 8.19 MJ and 8.1 kg of milk per day, concluding that the forages with high digestibility, adequate fiber- nitrogen relation favors the intake and production of milk. The energy contribution of forages depends on the plant maturity, due to chemical and biochemical transformations in their components as the decrease of soluble carbohydrates, digestible proteins and dry matter digestibility. In addition of the previous explained, it should added that the energy value of the forages depends on the organic matter digestibility, which is closely linked with the plant composition.

Conclusions

In this research was showed the effect of climate factors and the variety on the yield and some quality indicators where the best productive and morphologic performance in the higher rains area (El Empalme) were obtained, while for the content of proteins, minerals, ash, the relations leaf/stem and NDF/N

(*B. ruziziensis*, *B. brizantha* vc. Marandu y *B. decumbens* vc Basilisk como control), con frecuencia de corte cada 27 días y altura de corte 10 cm, encontraron diferencias significativas para la DMS, con los mejores resultados (66.69%) para *B. ruziziensis*. Entre los factores que se han identificado como responsables de la variabilidad de la digestibilidad de los pastos tropicales, se encuentran el clima, el estado de madurez de la planta, el tipo de suelo, el nivel y tipo de fertilización, la época de crecimiento y la variabilidad de fracciones fibra-nitrógeno. Debido a los cambios que estos factores pueden provocar en la estructura morfológica de la planta (proporción de hoja y tallos), unido a las características intrínsecas de cada especie (mejoramiento genético) y grado de adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas pudieran explicar que no se hayan encontrado diferencias entre las zonas climáticas.

Las diferencias encontradas entre especies para digestibilidad de la materia y orgánica, pueden estar relacionada con las características de cada especie, crecimiento y desarrollo alcanzado, lo que trae consigo cambios en la estructura 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, sílice y de los componentes monoméricos de la lignina (Avelar-Magalhães *et al.* 2015).

Jiménez *et al.* (2010) al estudiar en La Sabana de Huimanguillo, Tabasco, México, *Brachiaria humidicola* en condiciones de verano (lluvia) e invierno (seco) registraron los mayores valores de DISMS en invierno con porcentajes superiores a 50%. Estos autores plantean que los factores responsables de las diferencias entre las estaciones del año son la variabilidad los factores climáticos como la temperatura ambiente y precipitaciones fundamentalmente, por su efecto en el crecimiento y estructura del pasto. Por otro lado, Mutimura *et al.* (2018) notificaron para *B. brizantha* vc. Piatá aportes de 8.19 MJ y 8.1 kg de leche por día, concluyendo que los forrajes con alta digestibilidad, adecuada relación fibra-nitrógeno favorecen el consumo y producción de leche. Los aportes energéticos de los forrajes dependen del grado de madurez de la planta, debido a transformaciones químicas y bioquímicas en sus componentes como la disminución de los carbohidratos solubles, proteínas digestibles y 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.

Conclusiones

En la presente investigación se evidenció el efecto de los factores del clima y la variedad en los rendimientos y algunos indicadores de la calidad donde se obtuvo el mejor comportamiento productivo y morfológico en la zona de mayores lluvias (El Empalme), mientras

was best for the low rainfalls area (Guayas). It is important to highlight, that there were not differences between the varieties for the cell wall components, ADF/N, digestibility and energy contribution, that's why their adaptability and potentialities in different ecosystems is confirmed.

que, para el contenido de proteína, minerales, ceniza, las relaciones hoja/tallo y FND/N fue mejor para la de menor precipitaciones (Guayas). Es de destacar, que no se presentaron diferencias entre las variedades para los componentes de la pared celular, FDA/N, digestibilidad y aporte energético, por lo que se confirma su adaptabilidad y potencialidades en los diferentes ecosistemas.

References

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2016. Official Methods of Analysis of AOAC International. 20th Ed. George W. Latimer Jr (ed). Ed. AOAC International, Rockville MD, USA, ISBN: 9780935584875.
- Aumont, G., Caudron, I., Saminadin, G. & Xandé, A. 1995. "Sources of variation in nutritive values of tropical forages from the Caribbean". *Animal Feed Science and Technology*, 51(1-2):1-13, ISSN: 0377-8401, DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)00688-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)00688-6).
- Avelar-Magalhães, J., de Souza-Carneiro, M.S., Carvalho-Andrade, A., Sales-Pereira, E., Nunes-Rodrigues, B.H., de Lucena-Costa, N., dos Santos-Fogaça, F.H., de Carvalho-Castro, K.N. & Ramalho-Townsend, C. 2015. "Composição bromatológica do capim-Marandu sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada". *Semina: Ciências Agrárias*, 36(2): 933-941, ISSN: 1676-546X, DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p933>.
- Bartlett, M. 1937. "Properties of sufficiency and statistical tests". *Proceedings of the Royal Society of London. Serie A*, 160(2): 268-282, ISSN: 1471-2946, DOI: <https://doi.org/10.1098/rspa.1937.0109>.
- Bravo-Alves, J.M. & Santos-Diniz, M. 2009. "Um estudo preliminar de possíveis efeitos de mudanças climáticas no nordeste do Brasil". *RBGF- Revista Brasileira de Geografia Física*, 2(2): 11-18, ISSN: 1984-2295, DOI: <https://doi.org/10.26848/rbfg.v2.2.p11-18>.
- Cáceres, O. & González, E. 2000. "Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales". *Pastos y Forrajes*, 23(1): 87-92, ISSN:0864-0394.
- Cruz-López, P.I., Hernández-Garay, A., Enríquez-Quiroz, J.F., Mendoza-Pedroza, S.I., Quero-Carrillo, A.R. & Joaquín-Torres, B.M. 2011. "Agronomic performance of *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt genotypes in the Mexican humid tropics". *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34(2): 123-131, ISSN: 0187-7380.
- de Abreu-Faria, L., Silva-Karp, F.H., Pimentel-Righeto, P., Abdalla-Filho, A.L., Lucas, R.C., Canto-Machado, M., Santana-Natel, A., Graciano, T.C. & Abdalla, A.L. 2018. "Nutritional quality and organic matter degradability of *Brachiaria spp.* agronomically biofortified with selenium". *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(6):1464-1471, ISSN: 1439-0396, DOI: <https://doi.org/10.1111/jpn.12971>.
- de Almeida-Moreira, E., Motta-de Souza, S., Lima-Ferreira, A., Ribeiro-Tomich, T., Gomes-Azevêdo, J.A., De Souza-Sobrinho, F., Gandolfi-Benites, F.R., Samarini-Machado, F., Magalhães-Campos, M. & Ribeiro-Pereira, L.G. 2018. "Nutritional diversity of *Brachiaria ruziziensis* clones". *Ciência Rural*, 48(02): 1-8, ISSN: 1678-4596, DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160855>.
- de Lucena-Costa, N., Azevedo-Rodrigues, A.N., Avelar-Magalhães, J., Burlamaqui-Bendahan, A., Nunes-Rodrigues, B.H. & De Seixas-Santos, F.J. 2020. "Forage yield, chemical composition and morphogenesis of *Brachiaria brizantha* cv. Piaã under regrowth periods". *Research, Society and Development*, 9(1): 133911801, ISSN: 2525-3409, DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1499>.
- Duncan, D.B. 1955. "Multiple range and multiple F test". *Biometrics*, 11(1): 1-42, ISSN: 0006341X, DOI: <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- Fabrice, C.E.S., Soares-Filho, C.V., Pinto, M.F., Perri, S.H.V., Cecato, U. & Mateus, G.P. 2015. "Recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* degradada com introdução de *Stylosanthes* e adubação fosfatada". *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 16(4): 758-771, ISSN: 1519-9940, DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000400001>.
- Faria, B.M., Frota-Morenz, M.J., Campos-Paciullo, D.S., Ferraz-Lopes, F.C. & de Miranda-Gomide, C.A. 2018. "Growth and bromatological characteristics of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis* under shading and nitrogen". *Revista Ciência Agronômica*, 49(3): 529-536, ISSN: 1806-6690, DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180060>.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5th Ed. Ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, p.98, ISBN: 970-32-1010-4.
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analyses: Apparatus, reagent, procedures and some applications. In: *Agriculture Handbook No. 379*. Ed. U.S.D.A. Agricultural Research Service, Department of Agriculture, United States of America, p. 20.
- Herrera, R.S. 2006. Fisiología, calidad y muestreos. In: *Fisiología producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás*. Ed. EDICA, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, p.1-108.
- Jiménez, O.M.M., Granados, L., Oliva, J., Quiroz, J. & Barrón, M. 2010. "Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica en suelos ácidos". *Archivos de Zootecnia*, 59(228): 561-570, ISSN: 0798-7269.
- Mamédio, D., Soares-de Andrade, C.M., Ferreira-Sampaio, A. & Santana-Laoures, D.R. 2020. "Efecto del manejo del suelo y espaciamento de siembra en el establecimiento de la mezcla de pasto-estrella-púrpura (*Cynodon nlemfuensis* cv. BRS Lua) y maní forrajero (*Arachis pintoi* cv. Belmonte) en área degradada de *Brachiaria brizantha*". *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(1): 241-254, ISSN: 2428-6698, DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.5004>.
- Marques, D.L., Franca, A.F., Oliveira, L.G., Arnhold, E., Ferreira, R.N., Correa, D.S., Bastos, D.C. & Brunes, L.C. 2017.

- "Production and chemical composition of hybrid *Brachiaria* cv. Mulato II under a system of cuts and nitrogen fertilization". *Bioscience Journal*, 33(3): 685-696, ISSN: 1981-3163, DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v33n3-32956>.
- Martín, R., Dell'Amico, J.M. & Cañizares, P.J. 2018. "Response to cayman grass (*Brachiaria hybrid* cv. CIAT BRO2/1752) to water deficit". *Cultivos Tropicales*, 39(1): 113-118, ISSN: 1819-4087.
- Massey, F.J. 1951. "The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit". *Journal of the American Statistical Association*, 4(543): 68-78, ISSN: 1537-274X, DOI: <https://dx.doi.org/10.2307/2280095>.
- Mutimura, M., Ebong, C., Rao, I.M. & Nsahlai, I.V. 2018. "Effects of supplementation of *Brachiaria brizantha* cv. Piatá and Napier grass with *Desmodium distortum* on feed intake, digesta kinetics and milk production in crossbred dairy cows". *Animal Nutrition*, 4(2): 222-227, ISSN: 2405-6545, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.006>.
- Ramírez, J.L., Herrera, R.S., Leonard, I., Verdecia, D. & Álvarez, Y. 2012. "Rendimiento y calidad de la *Brachiaria decumbens* en suelo fluvisol del Valle del Cauto, Cuba". *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(4): 1-11, ISSN: 1695-7504.
- Ramírez, J.L., Leonard, I., Verdecia, I., Pérez, Y., Arceo, Y. & Álvarez, Y. 2014. "Relación de dos minerales con la edad y los elementos del clima en un pasto tropical". *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria*, 15(05): 1-8, ISSN: 1695-7504.
- Reategui, K., Aguirre, N., Oliva, R. & Aguirre, E. 2019. "Presión de pastoreo sobre la disponibilidad de forraje *Brachiaria decumbens*". *Scientia Agropecuaria*, 10(2): 249-258, ISSN: 2306-6741, DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.10>.
- Reyes, J.J., Ibarra, Y., Enríquez, A.V. & Torres, V. 2019. "Performance of *Brachiaria decumbens* vs. Basilisk, subjected to two grazing intensities in the rainy season". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(1): 21-28, ISSN: 2079-3480.
- Rodas-Trejo, J., Medina-Sansón, L., Chang-Gutiérrez, D., Ocampo-González, P., Martín-Muñoz, E.M. & Carrillo-López, M.R. 2017. "Impactos y adaptaciones ante los efectos del cambio climático: un caso de estudio en una comunidad ganadera en Chiapas, México". *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(10): 1-14, ISSN: 1695-7504.
- Santos-Cruvinel, W., de Pinho-Costa, K.A., Guerra-da Silva, A., da Costa-Severiano, E. & Gonçalves-Ribeiro, M. 2017. "Intercropping of sunflower with *Brachiaria brizantha* cultivars during two sowing seasons in the interim harvest". *Semina: Ciências Agrárias*, 38(5): 3173-3191, ISSN: 1676-546X, DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n5p3173>.
- Soil Survey Staff. 2003. *Keys to Soil Taxonomy*. 9th Ed. Ed. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington D.C., p.332, ISBN: 92-5-105007-4
- Tamele, O.H., Lopes-de Sá, O.A.A., Bernardes, T.F., Lara, M.A.S. & Casagrande, D.R. 2017. "Optimal defoliation management of *Brachiaria* grass-forage peanut for balanced pasture establishment". *Grass and Forage Science*, 73(2): 522-531, ISSN: 1365-2494, DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12332>.

Received: January 28, 2020
Accepted: June 5, 2020