

Quality of three *Megathyrus maximus* cultivars in the Empalme area, Ecuador

Calidad de tres cultivares de *Megathyrus maximus* en la zona del Empalme, Ecuador

Y. Méndez-Martínez¹, D.M. Verdecia², J. J. Reyes-Pérez^{1,3}, R. A. Luna-Murillo³,
Marisol Rivero-Herrada¹, L.B. Montenegro-Vivas¹ and R.S. Herrera⁴

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

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Granma, Apartado Postal 21, Bayamo, C.P. 85 100, Granma, Cuba

³Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Extensión La Maná, La Maná, Los Ríos, Ecuador

⁴Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

Email: dverdeciaa@udg.co.cu

Using a random block design with factorial arrangement (3x3) with five replications, the yields and quality of three *Megathyrus maximus* cultivars (Common, Tanzania and Tobiata) and three regrowth ages (21, 42 and 63 days) were studied in the 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 Tanzania at 63 days of regrowth (4.18 and 12 t/ha, respectively). The CP and CC decreased with the maturity of the plant and the best values were obtained in Tanzania at 21 days of regrowth (12.56 and 64.40 %, respectively), while the components of the cell wall increased with age and Tanzania showed the best values. The results of this research showed the variability of the studied indicators determined by regrowth age and varieties, although the response patterns were similar for the varieties but with specific values for each of them. The best balance of the indicators was showed by Tanzania and the Common and Tobiata are not ruled out. Future studies of its use in the milk and beef production are recommended.

Key words: *quality, regrowth age, Megathyrus maximus, digestibility, energy*

Agriculture, worldwide, is a fundamental activity for the subsistence of human population. Several factors have deteriorated their resources and caused the growing difficulty to renew them. The soil as the basis of resources and production is framed in a complex, heterogeneous and fragile environment, which shows high susceptibility to erosion and low natural fertility, with negative effects on crop production, labor productivity and the feasibility of establishing sustainable production systems. The recovery and maintenance of soil fertility on a sustainable basis is a very important factor in the development of grasses production worldwide (Rueda-Puente *et al.* 2015).

Grasses are an appropriate source of nutrients for cattle, mainly in countries with a tropical climate, due to the high number of species that can be used, the

Mediante un diseño bloque al azar con arreglo factorial (3x3) con cinco réplicas se estudiaron los rendimientos y calidad de tres cultivares de *Megathyrus maximus* (Común, Tanzania y Tobiata) y tres edades de rebrote (21, 42 y 63 días) en la zona del Empalme, Ecuador. Se determinaron los rendimientos de materia seca total, biomasa, hojas y tallos, así como la altura de la planta, largo 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 ($P < 0.0001$) entre las variedades y la edad de rebrote para todos los indicadores estudiados. Los mayores rendimientos de MS y de biomasa se obtuvieron en Tanzania a los 63 días de rebrote (4,18 y 12 t/ha, respectivamente). La PB y el CC disminuyeron con la madurez de la planta y los mejores valores se obtuvieron en Tanzania a los 21 días de rebrote (12.56 y 64.40%, respectivamente), mientras que los componentes de la pared celular se incrementaron con la edad y los mejores valores lo presentó Tanzania. Los resultados de la presente investigación evidenciaron la variabilidad de los indicadores estudiados determinados por la edad de rebrote y las variedades, aunque los patrones de respuesta fueron similares para las variedades pero con valores específicos para cada una de ellas. El mejor balance de los indicadores lo presentó Tanzania y no se descartan a la Común y Tobiata. Se recomiendan futuros estudios de su empleo en la producción de leche y carne bovina.

Palabras clave: *calidad, edad de rebrote, Megathyrus maximus, digestibilidad, energía*

La agricultura, a nivel mundial, constituye una actividad fundamental para la subsistencia de la población humana. Diversos factores han deteriorado sus recursos y propiciado la creciente dificultad para renovarlos. El suelo como base de los recursos y de la producción se encuentra enmarcado en un ambiente complejo, heterogéneo y frágil, que evidencia alta susceptibilidad a la erosión y baja fertilidad natural, con efectos negativos en la producción de los cultivos, la productividad del trabajo y la factibilidad del establecimiento de sistemas productivos sustentables. La recuperación y mantenimiento de la fertilidad de los suelos sobre una base sostenible constituye un factor de gran importancia en el desarrollo de la producción pastos a nivel mundial (Rueda-Puente *et al.* 2015).

Los pastos son una fuente apropiada de nutrientes para el vacuno, principalmente en países de clima tropical, debido al elevado número de especies que se pueden

possibility of cultivating them all year, the ruminant's ability to use forages, no competition with food for humans and an economic source (Patiño *et al.* 2018). However, the lack of forage species of good quality, adapted to the prevailing environmental conditions in the different livestock areas is one of the problems that most limit the development of livestock (Uvidia *et al.* 2015).

To mitigate this situation, great efforts have been made in the introduction of new species and varieties of higher yield and quality, such as *Megathyrsus maximus*, in the Ecuadorian Amazon. However, its growth, productivity and quality are unknown as the age of the plant increases. Hence, the objective of this study was to evaluate the quality of three *Megathyrsus maximus* cultivars in the Empalme area, Ecuador at different regrowth ages.

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. In the period between July-September (dry season) 2015.

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.

Treatment and experimental design. A randomized block design with factorial arrangement (3x3) was used: three *Megathyrsus maximus* cultivars (Common, Tanzania and Tobiata) and three regrowth ages (21, 42 and 63 days) and five replications.

Procedure. The experimental plots (5x5 = 25m²) were sowing in February 2015 of *Megathyrsus maximus* cultivars Common, Tanzania and Tobiata at a distance of 50 cm between rows and 20 cm between plants. The plants had a period of establishment

utilizar, posibilidad de cultivarlos todo el año, capacidad del rumiante de utilizar los forrajes, no competencia con alimentos para los humanos y una fuente económica (Patiño *et al.* 2018). No obstante, la falta de especies forrajeras de buena calidad, adaptadas a las condiciones ambientales prevaletientes en las diversas zonas ganaderas se señala como uno de los problemas que más limitan el desarrollo de la ganadería (Uvidia *et al.* 2015).

Para atenuar esta situación se han realizado grandes esfuerzos en la introducción de nuevas especies y variedades de mayor rendimiento y calidad como el *Megathyrsus maximus*, en la Amazonía Ecuatoriana. Sin embargo, se desconoce su crecimiento, productividad y calidad al incrementarse la edad de la planta. De ahí que el objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad de tres cultivares de *Megathyrsus maximus* en la zona del Empalme, Ecuador a diferentes edades de rebrote.

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. En el período comprendido entre julio-septiembre (época seca) de 2015.

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.

Tratamiento y diseño experimental. Se empleó un diseño en bloques al azar con arreglo factorial (3x3): tres cultivares de *Megathyrsus maximus* (Común, Tanzania y Tobiata) 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 de *Megathyrsus maximus* cultivares Común, Tanzania y Tobiata a una distancia de 50 cm entre calles y 20 cm entre plantas. Las plantas tuvieron un período de establecimiento hasta julio,

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
Sand, %	22.00
Loam, %	58.00
Clay,%	20.00

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, leaves and stems, number of leaves and stems (by bunch), as well as the length and width of leaves, and the leaf-stem relation were evaluated. Then two kilograms were taken for each of the treatments and for replication 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, Ca were determined according to AOAC (2000); NDF, ADF, ADL, cellulose (Cel), hemicellulose (Hcel) and cellular content (CC) according to Goering and Van Soest (1970); the digestibility of dry matter was quantified by Aumont *et al.* (1995) and the metabolizable energy and net lactation energy were established according to Cáceres and González (2000). All analyzes were performed in duplicate and by replication.

Statistical analysis and calculations. Analysis of variance was performed according to the experimental design and mean values were compared using Duncan'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 DM (4.18 t/ha) was obtained with the Tanzania variety at 63 days of regrowth and all varieties increased this indicator with their maturity. Similar pattern of response was showed in the yield of biomass, leaves and stems (table 2)

When analyzing the morphological indicators (table 3) the best results in the height, number of leaves, number of stems, leaves length and leaves width were obtained in Tanzania variety at 63 days of regrowth with 158 cm; 667.45; 112.58; 0.76 m and 0.05 m, respectively.

The highest value of CP and cellular content (CC) was recorded after 21 days of regrowth in Tanzania variety (12.56 % and 64.40 %, respectively), while the highest values for the fibrous components (NDF, ADF, ADL and Cel) were obtained in the Common variety at 63 days of regrowth (66.50, 33.49, 4.41 and 29.08 %, respectively). The Tobiata variety excelled in the hemicellulose content (33.56 %) at 63 days of regrowth (table 4).

Minerals and organic matter (table 5) showed significant interaction variety x regrowth age. The highest

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 de 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. Luego se tomó dos kilogramos 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 99 %.

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

Análisis estadístico y cálculos. Se realizó análisis de varianza de acuerdo con el diseño experimental y los valores medios se compararon mediante la prueba de 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 (4.18 t/ha) se obtuvo con la variedad Tanzania a los 63 días de rebrote y todas las variedades incrementaron este indicador con su madurez. Similar patrón de respuesta se presentó en el rendimiento de biomasa, de hojas y tallos (tabla 2)

Al analizar los indicadores morfológicos (tabla 3) los mejores resultados en la altura, número de hojas, número de tallos, longitud de las hojas y ancho de las hojas se obtuvo en la variedad Tanzania a los 63 días de rebrote con 158 cm; 667.45; 112.58; 0.76 m y 0.05 m, respectivamente.

El mayor tenor de PB y contenido celular (CC) se registró a los 21 días de rebrote en la variedad Tanzania (12.56 % y 64.40 %, respectivamente), mientras que los mayores valores para los componentes fibrosos (FDN, FDA, LDA y Cel) se obtuvieron en la variedad Común a los 63 días de rebrote (66.50; 33.49; 4.41 y 29.08 %, respectivamente). La variedad Tobiata sobresalió en el contenido de hemicelulosa (33.56 %) a los 63 días de rebrote (tabla 4).

Los minerales y la materia orgánica (tabla 5) mostraron interacción significativa variedad x edad de rebrote. Los mayores porcentajes de cenizas (14.26) se obtuvieron

Table 2. Components of the yield of three *Megathyrsus maximus* varieties

Age, days	Varieties			SE ¹ ±	P
	Common	Tanzania	Tobiata		
Dry matter, t/ha					
21	0.27 ^g	0.42 ^g	0.40 ^g	0.06	0.0001
42	1.04 ^f	1.91 ^c	1.24 ^{ef}		
63	1.37 ^{de}	4.18 ^a	2.48 ^b		
Biomass, t/ha					
21	1.60 ^f	2.20 ^f	1.79 ^f	0.17	0.0001
42	3.50 ^e	6.70 ^c	4.35 ^d		
63	4.30 ^d	12.00 ^a	7.55 ^b		
Leaves, t/ha					
21	0.25 ^d	0.32 ^d	0.29 ^d	0.03	0.0001
42	0.68 ^c	1.21 ^b	0.75 ^c		
63	0.73 ^c	2.23 ^a	1.26 ^b		
Stems, t/ha					
21	0.02 ^e	0.10 ^e	0.11 ^e	0.04	0.0001
42	0.36 ^d	0.71 ^c	0.49 ^d		
63	0.64 ^c	1.95 ^a	1.23 ^b		

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

¹SE, standard error of the interaction variety x age

Table 3. Morphological indicators of three *Megathyrsus maximus* varieties

Age, days	Varieties			SE ¹ ±	P
	Common	Tanzania	Tobiata		
Height, m					
21	0.85 ^e	0.88 ^e	0.86 ^e	0.01	0.0001
42	0.94 ^d	1.19 ^b	0.93 ^d		
63	1.05 ^c	1.58 ^a	1.18 ^b		
Number of leaves/bunch					
21	98.81 ^h	93.51 ⁱ	100.48 ^g	0.17	0.0001
42	172.39 ^f	467.42 ^b	340.75 ^d		
63	213.46 ^e	667.45 ^a	362.46 ^c		
Number of stems/bunch					
21	23.55 ^h	30.60 ^e	19.57 ⁱ	0.10	0.0001
42	27.54 ^g	52.57 ^c	45.50 ^d		
63	29.78 ^f	112.58 ^a	89.29 ^b		
Leaf length, m					
21	0.54 ^f	0.55 ^e	0.57 ^{de}	0.008	0.0001
42	0.60 ^{cd}	0.65 ^b	0.64 ^{bc}		
63	0.66 ^b	0.76 ^a	0.74 ^a		
Leaf width, m					
21	0.02 ^d	0.02 ^d	0.02 ^d	0.003	0.0001
42	0.03 ^c	0.04 ^b	0.03 ^c		
63	0.03 ^c	0.05 ^a	0.04 ^b		

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

¹SE, standard error of the interaction variety x age

percentages of ashes (14.26) were obtained in Tobiata variety at 63 days; those of Ca (0.58 %) corresponded to Tanzania with 63 days of regrowth and those of P (0.26 %) and OM (90.85 %) were registered in the Common

en la variedad Tobiata a los 63 días; los de Ca (0.58 %) correspondieron a Tanzania con 63 días de rebrote y los de P (0.26%) y MO (90.85%) se registraron en la variedad Común a los 63 y 21 días de rebrote, respectivamente.

variety at 63 and 21 days of regrowth, respectively.

There was significant interaction variety x age of regrowth for leaf/stem relation, NDF/N and ADF/N, as well as for DMD, OMD, ME and FNE. The highest values were obtained in the Common variety and were 12.50 (21 days), 12.49 (63 days), 6.29 (63 days), 54.82 % (21 days), 50.68 % (21 days), 7.28MJ/kg (21 days) and 4.07MJ/kg (21 days), respectively (table 6).

Discussion

Verdecía *et al.* (2015) when studying two varieties of *Megathyrus* (Tanzania and Mombasa), with 75 days of regrowth, in the eastern region of Cuba found total yields, of leaves and stems of 9; 5 and 4 tDM/ha,

Hubo interacción significativa variedad x edad de rebrote para las relaciones hoja/tallo, FDN/N y FDA/N, así como para DMS, DMO, EM y ENL. Los mayores valores se obtuvieron en la variedad Común y fueron 12.50 (21 días), 12.49 (63 días), 6.29 (63 días), 54.82% (21 días), 50.68 % (21 días), 7.28MJ/kg (21 días) y 4.07MJ/kg (21 días), respectivamente (tabla 6).

Discusión

Verdecía *et al.* (2015) al estudiar dos variedades de *Megathyrus* (Tanzania y Mombasa), con 75 días de rebrote, en la región oriental de Cuba encontraron rendimientos total, de hojas y tallos de 9; 5 y 4 tMS/ha, respectivamente. Estos valores son similares

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

Age, days	Varieties			SE ¹ ±	P
	Common	Tanzania	Tobiata		
Dry matter, %					
21	16.74 ^h	18.74 ^g	22.23 ^f	0.035	0.0001
42	29.67 ^d	28.48 ^e	28.44 ^e		
63	31.79 ^c	34.86 ^a	32.85 ^b		
Crude protein, %					
21	10.29 ^c	12.56 ^a	11.47 ^b	0.072	0.0001
42	9.27 ^d	11.03 ^b	10.10 ^c		
63	8.61 ^f	9.40 ^d	9.01 ^e		
Neutral detergent fiber, %					
21	35.61 ⁱ	41.37 ^g	37.41 ^h	0.05	0.0001
42	53.28 ^e	52.19 ^f	53.92 ^d		
63	66.50 ^a	63.40 ^c	65.48 ^b		
Acid detergent fiber, %					
21	17.20 ⁱ	20.56 ^h	23.64 ^g	0.039	0.0001
42	28.47 ^d	27.95 ^f	28.16 ^e		
63	33.49 ^a	30.53 ^c	31.92 ^b		
Acid detergent lignin, %					
21	1.27 ⁱ	1.56 ^h	1.76 ^g	0.016	0.0001
42	3.83 ^d	2.94 ^f	3.35 ^e		
63	4.41 ^a	3.95 ^c	4.10 ^b		
Cellulose, %					
21	15.93 ⁱ	19.00 ^h	21.88 ^g	0.044	0.0001
42	24.64 ^f	25.01 ^d	24.81 ^e		
63	29.08 ^a	26.58 ^c	27.83 ^b		
Hemicellulose, %					
21	18.40 ^g	20.81 ^f	13.77 ^h	0.066	0.0001
42	24.82 ^e	24.25 ^e	25.76 ^d		
63	33.01 ^b	32.87 ^c	33.56 ^a		
Cellular content, %					
21	58.63 ^a	64.40 ^a	62.59 ^a	2.94	0.0001
42	46.72 ^b	47.81 ^b	46.08 ^b		
63	27.75 ^c	34.52 ^c	33.50 ^c		

^{abdefgh} 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 *Megathyrus maximus* varieties

Age, days	Varieties			SE ¹ ±	P
	Common	Tanzania	Tobiata		
21	12.50 ^a	3.38 ^b	2.59 ^e	0.19	0.0001
42	1.91 ^d	1.71 ^{de}	1.71 ^{de}		
63	1.14 ^{ef}	1.14 ^{ef}	1.03 ^f		
		Leaf/Stem relation			
21	4.89 ⁱ	6.15 ^s	5.29 ^h	0.01	0.0001
42	8.64 ^e	8.53 ^f	8.89 ^d		
63	12.49 ^a	11.57 ^c	12.20 ^b		
		NDF/N relation			
21	2.36 ^h	3.06 ^s	3.34 ^f	0.01	0.0001
42	4.62 ^d	4.57 ^e	4.64 ^d		
63	6.29 ^a	5.57 ^c	5.95 ^b		
		ADF/N relation			
21	54.82 ^a	52.28 ^b	54.02 ^a	0.02	0.0001
42	47.04 ^c	47.52 ^c	46.76 ^d		
63	41.23 ^f	42.59 ^e	41.68 ^f		
		DM digestibility, %			
21	50.68 ^a	47.17 ^c	49.36 ^b	0.04	0.0001
42	43.57 ^d	43.26 ^d	42.93 ^e		
63	38.16 ^h	39.16 ^f	38.43 ^g		
		OM digestibility, %			
21	7.28 ^a	6.73 ^c	7.07 ^b	0.01	0.0001
42	6.17 ^d	6.12 ^d	6.07 ^e		
63	5.32 ^h	5.48 ^f	5.37 ^g		
		Metabolizable energy, MJ/kg			
21	4.07 ^a	3.68 ^c	3.92 ^b	0.004	0.0001
42	3.29 ^d	3.25 ^e	3.22 ^e		
63	2.69 ^h	2.80 ^f	2.72 ^g		
		Net lactation energy, MJ/kg			

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

¹SE, standard error of the interaction variety x age

Table 5. Tenors of minerals and organic matter of three *Megathyrus maximus* varieties

Age, days	Varieties			SE ¹ ±	P
	Common	Tanzania	Tobiata		
		Ashes, %			
21	9.16 ^f	10.10 ^h	10.46 ^g	0.02	0.0001
42	12.45 ^d	11.54 ^f	12.04 ^e		
63	14.05 ^b	13.86 ^c	14.26 ^a		
		Calcium, %			
21	0.35 ^d	0.38 ^d	0.39 ^d	0.01	0.0001
42	0.56 ^a	0.51 ^b	0.55 ^a		
63	0.47 ^c	0.58 ^a	0.50 ^{bc}		
		Phosphorus, %			
21	0.12 ^e	0.13 ^{de}	0.16 ^{cd}	0.01	0.0001
42	0.22 ^b	0.18 ^c	0.22 ^b		
63	0.26 ^a	0.22 ^b	0.24 ^{ab}		
		Organic matter, %			
21	90.85 ^a	89.91 ^b	89.54 ^b	0.02	0.0001
42	87.55 ^d	88.46 ^c	87.97 ^d		
63	85.95 ^f	86.14 ^e	85.74 ^f		

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

¹SE, standard error of the interaction variety x age

respectively. These values are similar to those found in this research. On the other hand, Uvidia *et al.* (2015) when studying *Cenchrus purpureus* vc. Maralfalfa reported similar performance until 90 d of age.

The eastern region of Cuba is characterized by high temperatures, rainfalls no more than 1000 mm, and eroded and degraded soils, while in the area where this research was carried out, temperatures are lower and rainfalls are twice as high. This indicates the ability of these varieties to adapt and produce under different conditions.

On the other hand, it is proposed that any variation that exists in the physiological processes is a response to the thermal regime, precipitation and its distribution and directly influence on the production of dry matter and its components, although it is necessary not to ignore other aspects that are included in the management of grasses such as regrowth age, cut frequency, cut height and fertilization, among other aspects. Different studies carried out in Cuba (Verdecia *et al.* 2015, Herrera *et al.* 2017 and Ramírez *et al.* 2017a) showed the influence of climatic elements on the yield and quality of several grasses species, including secondary metabolites. In these studies, the marked positive influence of the rains and the temperatures on the yields and their components was demonstrated, but the negative effect produced by the low temperatures and the water deficit in the mentioned indicators was clearly established.

Ramírez-Pedroso *et al.* (2017b) and Rosales *et al.* (2017) when carrying out studies in the Likoni cultivar of application of mycorrhizal fungi strains found yields of 2.53 tDM and increments of 1.45 tDM when using this type of fertilizer. On the other hand, Muñoz *et al.* (2017) when evaluating this variety in association with temporary legumes (*Canavalia ensiformis* and *Lablab purpureus*) during the dry period achieved 26.36 tGM of biomass in monocultures and up to 39.38 in association with *Canavalia*.

The increase in the morphological indicators, plant height, number of leaves and stems per bunch, as well as the length and width of leaves is determined by the interaction variety x regrowth age. The highest proportion of leaves during the first regrowth ages can be due to the appearance of tillers and the need of the plant to create the necessary substances for its development (Álvarez-Perdomo *et al.* 2016). However, it is known that from a certain regrowth age these indicators can decrease and is associated with the increase in the stems and their thickness, among other aspects (Vargas *et al.* 2014), but this did not happen in this research since advanced regrowth ages were not studied.

Other studies (Fortes *et al.* 2014) reported that varieties of *Megathyrsus* genus during the dry season, in response to low temperatures, to the decrease light hours and rainfalls, tend to develop less the stem and increase the leaves proportion to capture the greatest

a los encontrados en la presente investigación. Por otra parte, Uvidia *et al.* (2015) al estudiar el *Cenchrus purpureus* vc. Maralfalfa notificaron un comportamiento similar hasta los 90 d de edad.

La región oriental de Cuba se caracteriza por altas temperaturas, precipitaciones no superiores a los 1000 mm y suelos erosionados y en proceso de degradación, mientras que en la zona donde se realizó la presente investigación las temperaturas son inferiores y las precipitaciones son el doble. Lo anterior señala la capacidad de estas variedades para adaptarse y producir en diferentes condiciones.

Por otra parte, se plantea que cualquier variación que exista en los procesos fisiológicos es una respuesta al régimen térmico, precipitaciones y su distribución e influyen directamente en la producción de materia seca y sus componentes, aunque es preciso no obviar otros aspectos que están incluidos en el manejo de los pastos como la edad de rebrote, frecuencia de corte, altura de corte y fertilización, entre otros aspectos. Diferentes estudios realizados en Cuba (Verdecia *et al.* 2015, Herrera *et al.* 2017 y Ramírez *et al.* 2017a) demostraron la influencia de los elementos climáticos en el rendimiento y calidad de varias especies de pastos, incluido los metabolitos secundarios. En estos trabajos se demostró la marcada influencia positiva de las lluvias y las temperaturas en los rendimientos y sus componentes, pero quedó claramente establecido el efecto negativo que producen las bajas temperaturas y el déficit hídrico en los referidos indicadores.

Ramírez-Pedroso *et al.* (2017b) y Rosales *et al.* (2017) al realizar estudios en el cultivar Likoni de aplicación de cepas de hongos micorrízicos encontraron rendimientos de 2.53 tMS e incrementos de 1.45 tMS al emplear este tipo de fertilizantes. Por otra parte, Muñoz *et al.* (2017) al evaluar esta variedad en asociación con leguminosas temporales (*Canavalia ensiformis* y *Lablab purpureus*) durante el período seco lograron 26.36 tMV de biomasa en monocultivos y hasta 39.38 en asociación con *Canavalia*.

El aumento en los indicadores morfológicos, altura de la planta, número de hojas y tallos por macolla, así como la longitud y ancho de las hojas está determinado por la interacción variedad x edad de rebrote. La mayor proporción de hojas durante las primeras edades de rebrote se puede deber a la aparición de hijos y a la necesidad que tiene la planta de crear las sustancias necesarias para su desarrollo (Álvarez-Perdomo *et al.* 2016). No obstante, se conoce que a partir de determinada edad de rebrote estos indicadores pueden disminuir y se asocia al aumento de la longitud de los tallos y su grosor, entre otros aspectos (Vargas *et al.* 2014), pero esto no sucedió en la presente investigación ya que no se estudiaron avanzadas edades de rebrote.

Otros estudios (Fortes *et al.* 2014) notificaron que las variedades del género *Megathyrsus* durante el período poco lluvioso como respuesta a las bajas temperaturas, a la disminución de la horas luz y las precipitaciones, tienden a desarrollar menos el tallo y aumentan la

amount of solar radiation to perform photosynthesis (Fortes *et al.* 2016). This could contribute to explain the performance of the morphological indicators studied.

Vargas *et al.* (2014) showed the Absolute Growth Rate of *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza under Amazonian ecosystems conditions and noted that there is accelerated growth until 40 days of regrowth at a rate of 2.5 cm per day, from which grows more discreetly and attributed to the physiological adaptations of plants, as a result of climatic factors prevailing in the region, which allow the development and perpetuation of this species. These aspects coincide with what was stated in this research.

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 cell of the plant matures, the cell wall widens and commonly produces a secondary wall of different composition, so chemical and anatomical changes occur that affect the digestibility. This was related to that in younger ages there is higher leaf succulence and more young stems (Bayoli *et al.* 2008).

In this regard, Moreno (2004) and Fortes *et al.* (2016) stated that when comparing the nutritional value of forages, the variability is small between cultivars and varieties from the same genus, while the greater differences are appreciated when comparing forage grass genera. However, the values of the components of the cell wall, CP and CC are within the range reported by the literature, but it is to be noted the low values of lignin that these three varieties presented.

Regarding the content of minerals and organic matter despite the interaction found, there was little variability among the varieties attributable according to Verdecia (2015) to the effect of climate factors specifically rainfalls and temperatures, which lead to the minerals needed to the growth of plants are in the soil dissolution and the roots have relative ease for their absorption. However, Patiño *et al.* (2018) found that ash tends to decay with increasing age, because plants require different amounts of minerals depending on their phenological state.

In relation to the quality indicators, the interaction found is indicative, not only for these indicators, that the regrowth age and the varieties have to be considered as a system and not as independent factors, since they will be developed under certain conditions of climate, soil and management. The leaf/stem ratio favorable to the amount of leaf and to the little development of the stem was encouraging. However, that low stem content could be a negative element, since this organ is a reservoir of reserve substances necessary for rapid regrowth after cutting or grazing. This is increased by

proporción de las hojas para poder captar la mayor cantidad de radiación solar para realizar la fotosíntesis (Fortes *et al.* 2016). Lo anterior pudiera contribuir a explicar el comportamiento de los indicadores morfológicos aquí estudiados.

Vargas *et al.* (2014) reflejaron la Tasa de Crecimiento Absoluto de *Megathyrsus maximus* vc. Mombaza en condiciones de ecosistemas amazónicos y señalaron que existe acelerado crecimiento hasta los 40 días de rebrote a razón de 2,5 cm por día, a partir del cual crece más discretamente y lo atribuyeron a las adaptaciones fisiológica de las plantas, como consecuencia de los factores climáticos imperantes en la región, que permiten el desarrollo y perpetuación de esta especie. Estos aspectos coinciden con lo expuesto en la presente investigación.

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 (Bayoli *et al.* 2008).

Al respecto, Moreno (2004) y Fortes *et al.* (2016) afirmaron que cuando se compara el valor nutritivo de forrajes, la variabilidad es pequeña entre cultivares y variedades de un mismo género, mientras que las mayores diferencias se aprecian al comparar géneros de gramíneas forrajeras. Sin embargo, los valores de los componentes de la pared celular, PB y CC están dentro del rango informado por la literatura, pero es de señalar los bajos valores de lignina que presentaron estas tres variedades.

En cuanto al contenido de minerales y materia orgánica a pesar de la interacción encontrada, hubo poca variabilidad entre las variedades atribuible según Verdecia (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. Sin embargo, Patiño *et al.* (2018) 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 relación con los indicadores de la calidad, la interacción encontrada es indicativa, no solo para estos indicadores, que la edad de rebrote y las variedades tienen que ser consideradas como sistema y no como factores independientes, ya que ellas se desarrollaran en determinadas condiciones de clima, suelo y manejo. Resultó alentador la relación hoja/tallo favorable a la cantidad de hoja y al poco desarrollo del tallo. Sin embargo, ese bajo contenido de tallo pudiera ser un elemento negativo,

the unfavorable ADF/N and NDF/N ratios which are determined by the low nitrogen content and high fiber value.

Gaviria *et al.* (2015ab) have pointed out the importance of the constitutive substances of the plant for their growth and development, especially when silvopastoral systems are used where the grass plays a fundamental role and this was evidenced in the *Leucaena-Megathyrsus* system. In addition, these authors showed the importance of the grass tillering, as well as the role played by the thickness and development of the stem in some quality indicators.

Other studies (Álvarez-Perdomo *et al.* 2016) report that varieties of the *Megathyrsus* genus in response to low temperatures, to the decrease of light hours and rainfall during the dry season, tend to develop less the stem and increase the proportion of leaves to capture as much solar radiation as possible to perform photosynthesis.

In relation to digestibilities and energy content, it can be considered that they are within the range of values reported by the literature, when considering that they were obtained under conditions of high precipitation and in soil that is not very favorable for the cultivation of these species. However, the relative lower values of DMD, OMD and energy contributions, with the advance of maturity can be attributed to the increase of stems, which are related to the increase in the content of the cell wall components, which promote greater formation of covalent bonds of lignin with the structural carbohydrates of the cell wall and limit their digestion, and therefore the energy contribution (Villareal *et al.* 2014).

The results of this research showed variability regarding the varieties in the studied indicators, since similar response patterns were obtained, but with different absolute values with the best general performance for Tanzania. However, it was showed that as the maturity of the plant advanced, there was a decrease in its nutritional quality, among other aspects, by the decrease in leaf-stem ratio, digestibilities and energy, as well as increases in the relations NDF/N, ADF/N, aspects to take into account in the management of these plants as food for cattle, with the aim of improving their use efficiency. In addition, the use of the Common and Tobiata varieties should not be rejected. It is recommended to carry out future researches on the management of these varieties and their influence on the production of milk and meat.

ya que este órgano es un reservorio de las sustancias de reserva necesarias para el rápido rebrote después del corte o pastoreo. Esto se ve incrementado por las no favorables relaciones FDA/N y FDN/N las cuales están determinadas por el bajo contenido de nitrógeno y alto valor de la fibra.

Gaviria *et al.* (2015ab) han señalado la importancia de las sustancias constitutivas de la planta para su crecimiento y desarrollo, especialmente cuando se emplean los sistemas silvopastoriles donde la gramínea desempeña un papel fundamental y así se evidenció en el sistema *Leucaena-Megathyrsus*. Además, estos autores señalaron la importancia del ahijamiento de la gramínea, así como el papel que desempeña el grosor y desarrollo del tallo en algunos indicadores de la calidad.

Otros estudios (Álvarez-Perdomo *et al.* 2016) notifican que las variedades del género *Megathyrsus* como respuesta a las bajas temperaturas, a la disminución de las horas luz y las precipitaciones durante el período poco lluvioso, tienden a desarrollar menos el tallo y aumentan la proporción de las hojas para poder captar la mayor cantidad de radiación solar posible para realizar la fotosíntesis.

En relación con las digestibilidades y contenidos energéticos se pueden considerar que se encuentran dentro del rango de valores informados por la literatura al considerar que se obtuvieron en condiciones de elevada precipitación y en suelo poco favorable para el cultivo de estas especies. Sin embargo, los relativos menores valores de DMS, DMO y aportes de energía, con el avance de la madurez se pueden atribuir al incremento de los tallos, los que están relacionados con el aumento del contenido de los componentes de la pared celular, que propician mayor formación de enlaces covalentes de la lignina con los carbohidratos estructurales de la pared celular y limitan su digestión, y por consiguiente el aporte energético (Villareal *et al.* 2014).

Los resultados de la presente investigación evidenciaron variabilidad en cuanto a las variedades en los indicadores estudiados, ya que se obtuvieron similares patrones de respuesta, pero con diferentes valores absolutos con el mejor comportamiento general para la Tanzania. 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 la disminución de la relación hoja-tallo, las digestibilidades y la energía, así como incrementos de las relaciones FDN/N, FDA/N, aspectos a tener en cuenta en el manejo de estas plantas como alimento para el ganado vacuno, con el objetivo de mejorar su eficiencia de utilización. Además, no se debe descartar la utilización de las variedades Común y Tobiata. Es recomendable realizar futuras investigaciones sobre el manejo de estas variedades y su influencia en la producción de leche y carne.

References

- Álvarez-Perdomo, G.R., Vargas-Burgos, J.C., Franco-Cedeño, F.J., Álvarez-Perdomo, P.E., Samaniego-Armijos, M.C., Moreno-Montalván, P.A., Chacón-Marcheco, E., García-Martínez, A.R., Arena-Manjarre, R.S. & Ramírez-de la Ribera, J.L. 2016. Rendimiento y calidad del pasto *Megathyrsus maximus* fertilizado con residuos líquidos de cerdo. Revista

- Electrónica de Veterinaria (REDVET). 17(6). Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060616/061604.pdf>. [Consulted: January 17, 2018].
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17 th Ed. Ass. Off. Anal. Chem. Washington, D.C. USA. 2:777-778.
- 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.
- Bartlett, M. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London. Ser. A;* 160(2): 268–282.
- Bayoli, J.J., Ngongoni, N.T. & Hamudikuwanda, H. 2008. Chemical composition and ruminal degradability of cowpea and silverleaf desmodium legumes harvested at different stage of maturity. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 8(1): 1-11.
- Cáceres, O. & González, E. 2000. Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales. *Pastos y Forrajes.* 23(1): 87-92.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11: 1-42.
- Fortes, D., García, C.R., Cruz, A.M., García, M. & Romero, A. 2014. Comportamiento morfoagronómico de tres variedades forrajeras de *Megathyrsus maximus* en el período lluvioso. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas.* 48(3): 293-296.
- 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.
- Gaviria, X., Rivera, J. & Barahona, R. 2015a. Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo. *Pastos y Forrajes.* 38(2): 194-201.
- Gaviria, X., Naranjo, J.F. & Barahona, R. 2015b. Cinética de fermentación in vitro de *Leucaena leucocephala* y *Megathyrsus maximus* y sus mezclas, con o sin suplementación energética. *Pastos y Forrajes.* 38(1): 55-63.
- Goering, M.K. & van Soest, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural, USDA, Washington DC. 379 pp.
- Herrera, R.S., Verdecia, D.M., Ramírez, J.L., García, M. & Cruz, M. 2017. Secondary metabolites of *Leucaena leucocephala*. Their relationship with some climate elements, different expressions of digestibility and primary metabolites. *Cuban J. Agric. Sci.* 51(1): 107-116.
- Massey, F. J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association.* 68-78.
- Moreno, L. S. B. 2004. Produção de forragem de capins do gênero Panicum e modelagem de respostas produtivas e morfofisiológicas em função de variáveis climáticas. Master Science Thesis, Escuela Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidad de Sao Paulo, Brasil.
- Muñoz, D., Cruz, M. & Muñoz, D. 2017. Producción de semilla y forraje de guinea (*Megathyrsus maximus*) con intercalamiento de leguminosas temporales Canavalia y Dolicho (*Canavalia ensiformis* y *Lablab purpureus*) en áreas de intervención del proyecto basal Jimaguayú. *Universidad & Ciencia.* 6(1): 57-64.
- 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-de la Ribera, J.L., Zambrano-Burgos, D.A., Campuzano, Y., Verdecia-Acosta, D.M., Chacón-Marcheco, E., Arceo-Benitez, Y., Labrada-Ching, J. & Uvidia-Cabadiana, H. 2017a. El clima y su influencia en la producción de pastos. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET).* 18(6). Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060617/061701.pdf>. [Consulted: January 17, 2018].
- Ramírez-Pedroso, J.F., González-Cañizares, P.J., Salazar-Ruiz, X., Llanes-Torres, D., Rivera-Espinosa, R., Hernández-Jimenez, A. & Plana-Llerena, R. 2017b. Inoculación micorrízico-arbuscular y reducción de la fertilización orgánica y nitrogenada en *Megathyrsus maximus* cv. Likoni. *Pastos y Forrajes.* 40(2): 108-117.
- Rosales, P., González, P., Ramírez, J.F. & Arzola, J. 2017. Selección de cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares para el pasto guinea (*Megathyrsus maximus* cv. Likoni). *Cultivos Tropicales.* 38(1): 24-30.
- Rueda-Puente, E.O., Ortega-García, J., Barrón-Hoyos, J.M., López-Elías, J., Murillo-Amador, B., Hernández-Montiel, L.G., Alvarado-Martínez, A.G. & Valdez-Domínguez, R.D. 2015. Los fertilizantes biológicos en la agricultura. *INVIRNUS.* 10(1): 10-17.
- Soil Survey Staff. 2003. Keys to Soil Taxonomy. USDA, Ninth Edition, Washington D. C, p. 332.
- Uvidia, H., Ramírez, J., Vargas, J., Leonard, I. & Sucoshañay, J. 2015. Rendimiento y calidad del *Pennisetum purpureum* vc. Maralfalfa en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET).* 16(6). Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060615/061506.pdf>. [Consulted: June 18, 2018].
- Vargas, J.C., Leonard, I., Uvidia, H., Ramírez, J.L., Torres V., Andino, M. & Benítez, D. 2014. El crecimiento del pasto *Panicum maximum* vc. Mombaza en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET).* 15 (9). Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090914/091409.pdf> [Consulted: November 22, 2017].
- Verdecia, D.M. 2015. Composición química y metabolitos secundarios en seis variedades de árboles, arbustos y leguminosas volubles en el Valle del Cauto. Ph.D. Thesis, Universidad de Granma, Granma, Cuba.
- Verdecia, D.M., Herrera, R.S., Ramírez, J.L., Leonard, I., Uvidia, H., Álvarez, Y., Paumier, M., Arceo, Y., Santana, A. & Almanza, D. 2015. Potencialidades agroproductivas de dos cultivares de *Megathyrsus maximus* en la región oriental del Cuba. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET).* 16(11). Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111115/111501.pdf>. [Consulted: June 22, 2018].

Villareal-González, J.A., Hernández-Garay, A., Martínez-Hernández, P.A., Guerrero-Rodríguez, J. & Velasco-Zebadúa, M.E. 2014. Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 5(2): 231-245.

Received: April 15, 2018