



**PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD FORRAJERA DE VARIETADES DE
Cenchrus purpureus EN LA ZONA DE LA MANÁ, ECUADOR[†]**

[PRODUCTIVITY AND FEED QUALITY OF VARIETIES OF *Cenchrus purpureus* IN THE MANÁ AREA, ECUADOR]

**J. J. Reyes-Pérez^{1*}; Y. Méndez- Martínez¹; J. L. Ledea-Rodríguez²,
R. A. Luna-Murillo³; A. L. Espinosa-Coronel⁴; M. E. Valencia-Neto³;
M. G. Cedeño-García and G. R. Álvarez-Perdomo¹**

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade. Km 1 ½ vía a Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. E-mail: jreyes@uteq.edu.ec

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Instituto Politécnico Nacional. N° 195. Col. Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, Baja California Sur, México.

³Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Av. Los Almendros y Pujilí, Edificio Universitario, La Maná, Ecuador.

⁴Instituto Tecnológico Superior Ciudad de Valencia, Quevedo, Ecuador.

*Corresponding author

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la productividad y calidad forrajera de variedades de *Cenchrus purpureus* cultivadas en El Ecuador, zona la Maná. Se utilizaron variedades de *Cenchrus purpureus* cv Morado y Maralfalfa en diferentes edades de rebrote (45, 60, 75 y 90 días) distribuidas en un diseño de bloques al azar de efectos aleatorios en arreglo factorial con cuatro réplicas. Se realizaron análisis de varianza en los que se controlaron los efectos de edad de rebrote (4), variedad (2) y su interacción (4 x 2), con un total de ocho tratamientos. Ambas variedades se mantuvieron acumulando forraje de forma ascendente hasta los 90 días ($p \leq 0.05$) con 59.1 y 53.7 t MV ha⁻¹ para pasto Morado y Maralfalfa, respectivamente. En los indicadores morfométricos, el mayor ($P \leq 0.001$) largo de hoja se obtuvo en el Maralfalfa a los 90 días (111.8 cm), en el ancho de la misma el pasto Morado manifestó superioridad ($P \leq 0.001$) a los 45 (2.92 cm) y 75 días (2.88 cm). Entre las variables químicas del *C. purpureus* que fueron modificadas por el clima de La Maná se encuentra el contenido de nitrógeno ($P \leq 0.05$) y extracto etéreo con diferentes niveles de significación, mientras que la Heliofania, temperatura mínima y media, punto de rocío, precipitaciones y días con lluvias, afectan la composición química de los pastos en estudio ($P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ y $P \leq 0.001$, respectivamente). La digestibilidad de la MS, MO, energía metabolizable, neta de lactación y de engorde fueron disminuyendo ($P \leq 0.001$) en función de la edad de la planta. Se concluye que la edad de la planta modificó la morfofisiología de ambas variedades y la productividad de biomasa verde se comportó ascendente. La pérdida de calidad química fue incrementando en función de la edad de rebrote; sin embargo, se obtuvo digestibilidad de MS y MO superiores a 50%.

Palabras claves: Clima; *Pennisetum purpureum*; forraje; pasto.

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the forage quality and productivity of *Cenchrus purpureus* cultivars grown in Ecuador, Maná zone. Varieties of *Cenchrus purpureus* cv Purple and Maralfalfa were used in different ages of regrowth (45, 60, 75 and 90 days) distributed in a randomized block design of random effects in factorial arrangement with four replications. Variance analyzes were carried out in which the effects of regrowth age (4), variety (2) and their interaction (4 x 2) were controlled, with a total of eight treatments. Both varieties continued to accumulate forage upwards until 90 days ($p \leq 0.05$) with 59.1 and 53.7 t GM ha⁻¹ for Purple pasture and Maralfalfa, respectively. In the morphometric indicators, the highest ($P \leq 0.001$) leaf length was obtained in the Maralfalfa at 90 days (111.8 cm), while for the width the Purple grass showed superiority ($P \leq 0.001$) at 45 (2.92 cm) and 75 days (2.88 cm). Among the chemical variables of *C. purpureus* that are modified by the La Maná climate are the nitrogen content ($P \leq 0.05$) and ether extract with different levels of significance, while the Heliophone, minimum and average temperature, dew point, rainfall and days with rain, affect the chemical composition of the pastures under study ($P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ and $P \leq 0.001$, respectively). The digestibility of DM, OM, metabolizable energy, net of lactation and fattening were decreasing

[†] Submitted May 12, 2019 – Accepted September 10, 2019. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.
ISSN: 1870-0462.

($P \leq 0.001$) depending on the age of the plant. It is concluded that the age of the plant modified the morphophysiology of both varieties and the productivity of green biomass behaved ascending. The loss of chemical quality was increased depending on the age of regrowth; however, DM and OM digestibility greater than 50% were obtained.

Keywords: Climate; *Pennisetum purpureum*; forage; pasture.

INTRODUCCIÓN

La producción animal en el trópico posee la ventaja de un clima estable y disponibilidad hídrica durante todo el año para la producción de pastos y forrajes, considerándose esta fuente de alimentación como la principal y más barata (Animasaun *et al.*, 2018) sin embargo, la productividad de pastos y forrajes resulta inestable e insuficiente debido a la variabilidad en la disponibilidad de agua dentro de un mismo período anual, señalándose este aspecto como una limitante para la expresión del potencial forrajero de algunas pasturas. El fenómeno de la dispersión de las precipitaciones en un intervalo de tiempo marca diferencias entre regiones dentro del cinturón tropical, provocado en un principio por accidentes geográficos, como lo constituyen las formaciones montañosas, y por otra parte la circulación de los vientos. En el último decenio se ha incrementado la influencia del cambio climático (efecto de la Niña y el Niño), modificando considerablemente el régimen hídrico de los ecosistemas y fluctuaciones considerables de temperaturas (máximas, medias y mínimas), variables estas que influyen y determinan la perennidad y productividad de los pastos, además de la calidad de forraje (Ledea *et al.*, 2018a).

Los procesos climatológicos mencionados, aunados al factor antrópico y el no cumplimiento de las tecnologías de producción ganadera, incrementan la inestabilidad productiva y la persistencia de los cultivos destinados a la alimentación animal, considerándose una limitante para el desarrollo ganadero si se tiene en cuenta que la producción de pastos y forrajes aporta entre 80 y 90 % en los sistemas de producción de rumiantes en la mayor parte del trópico (Reyes *et al.*, 2018). Estos cultivos constituyen la forma más viable para la producción animal desde el punto de vista económico, debido a que no compiten con la producción de alimento para humanos, además de destinarse para su fomento y producción, áreas de suelos pocos productivos que no están aptas para otros cultivos, hecho que también atenta para lograr una productividad estable en los pastos y forrajes.

En el contexto de las limitantes mencionadas es preciso implementar el desarrollo de la ganadería a partir de los pastos y forrajes, considerando para ello la introducción de pastos mejorados que acumulen biomasa en un rango de tiempo determinado sin afectarse su calidad. Las gramíneas son una excelente opción por las bondades productivas y aporte de energía principalmente, y dentro de estas el *Cenchrus*

purpureus, gramínea que luego de la caña de azúcar, aporta sustanciales producciones de biomasa verde (Ledea *et al.*, 2018a).

A pesar de los efectos positivos de la introducción de pastos mejorados en los sistemas ganaderos, los esfuerzos no siempre han conducido a un incremento de la producción animal ni persistencia del cultivo, debido a que influyen de forma negativa factores, entre los que se encuentran, el genético, manejo de los cultivos, además de los mencionados en párrafos anteriores. En el criterio de Cruz *et al.* (2015), la adaptación de las especies a condiciones ambientales, el acceso a los fertilizantes y otros insumos para su mantenimiento, el manejo y el cuidado del medio ambiente con buenas prácticas, así como la relación costo-producción, son de los factores que más se desconocen en los sistemas de producción intensivos ganaderos a base de pastos lo que limita en la productividad del sistema.

En las condiciones del Ecuador, los sistemas de producción basados en pastos y forrajes son incentivados con la introducción de variedades mejoradas como el *Cenchrus purpureus*, sin embargo, son escasos los trabajos desarrollados acerca de esta variedad en esta región que indiquen con criterios sólidos las potencialidades productivas, hábitos de crecimiento y calidad de la biomasa. El objetivo del presente estudio fue evaluar la productividad y calidad forrajera de variedades de *Cenchrus purpureus* cultivadas en las condiciones del Ecuador, zona la Maná.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación, clima y suelo

El estudio abarcó desde febrero de 2012 a junio de 2013, se desarrolló en la parroquia Pucayacu perteneciente al cantón La Maná, provincia Cotopaxi, ubicado a 700 msnm. El clima de la región se clasifica como subtropical, durante el período de experimentación las precipitaciones oscilaron entre 4.5 (Sept, 2012) y 899 mm (Marz, 2013), las mayores precipitaciones ocurrieron en los meses de enero-junio en ambos años, el acumulado de estos meses representaron el 58.3 % del total de lluvias de los años considerados, y días con lluvias entre cero (abril, 2013) y 31 días (enero, 2012). La humedad relativa se mantuvo entre 95 y 97.8% y la temperatura osciló en 17 y 32.5 °C. El suelo es un tipo de suelo Franco – Arenoso (56% arena; 38% Limo y 6% arcilla).

Material vegetal utilizado

Los cultivares en estudio fueron el *Cenchrus purpureus* vc Morado y Maralfalfa (*Cenchrus glaucum* x *Cenchrus purpureus*).

Diseño y tratamiento: Se utilizó un diseño de bloques al azar de efectos aleatorios en arreglo factorial con cuatro réplicas, se evaluaron ocho tratamientos resultantes de la combinación edad de rebrote (45, 60, 90 y 120 días), y cultivares de *Cenchrus purpureus* (vc Morado y Maralfalfa).

Evaluaciones en la planta

A partir del procedimiento descrito por Herrera *et al.* (2018), se contabilizó el número de hojas por plantas, y mediante las mediciones de 1154 y 1124 hojas para el *C. purpureus* vc Marlafalfa y Morado, respectivamente, que se encontraban en diferentes estados fenológicos se calculó el área de las mismas (cm²) utilizando las longitudes de la porción media y longitudinal, y se determinó el Área Foliar (AF) a partir de las siguientes expresiones de regresión múltiple:

Cenchrus purpureus vc Morado

$$AF = 2.642(\pm 0.377688) + 98.793(\pm 1.044372)L$$

* A R²: 0.99*** R² ajustada: 0.99 EE: 6.79

Maralfalfa (*Cenchrus glaucum* x *Cenchrus purpureus*)

$$AF = 2.219(\pm 0.420523) + 102.469(\pm 0.719702)L$$

* A R²: 0.99*** R² ajustada: 0.98 EE: 9.14

Donde:

AF: Área foliar

L: largo de la hoja, cm (desde la lígula hasta el ápice);
A: ancho de la hoja (promedio de los puntos; base, medio y apical respectivamente) y se ajustó usando el método gravimétrico en papel de peso homogéneo según (Mielke *et al.*, 1995).

Se calcularon las variables fisiológicas: Tasa de Crecimiento Absoluta (TCA), Tasa de Crecimiento Relativa (TCR), a partir del control de la biomasa aérea de las plantas, utilizando los procedimientos descritos por De Armas *et al.* (1988).

$$TCA \text{ (cm día}^{-1}\text{)} = \frac{Altura_{final} - Altura_{inicial}}{Tiempo_{final} - Tiempo_{inicial}}$$

$$TCR \text{ (cm día}^{-1}\text{)} = \frac{(\ln Altura_{final} - \ln Altura_{inicial}) \times (Tiempo_{final} - Tiempo_{inicial})}{Tiempo_{final} - Tiempo_{inicial}}$$

Para:

$\ln Altura_{1,2}$: Logaritmo neperiano de Altura

A partir del AF, se calculó el Índice de Área Foliar (IAF) y Duración del Área Foliar (DAF) según las recomendaciones de Fortes *et al.* (2014).

$$IAF = \frac{(\text{Área Foliar}_{final} + \text{Área foliar}_{inicial})}{2\left(\frac{1}{S}\right)}$$

Para:

S: Área del suelo; A: Área foliar

DAF (cm²días⁻¹)

$$= \frac{(\text{Área foliar}_{final} + \text{área foliar}_{inicial}) - (\text{Tiempo}_{final} - \text{Tiempo}_{inicial})}{2}$$

Análisis estadístico

Se empleó el paquete Statistica 12.0 (StatSoft 2011), la distribución normal de los datos se comprobó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1951) y la homogeneidad de varianzas según el criterio de Bartlett (1937). Las medias resultantes de las interacciones se compararon mediante la dócima de Keuls (1952). Se realizaron análisis de varianza (ANAVA) según las exigencias del diseño experimental, se muestra el modelo matemático empleado:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + ER_j + V_k + (ER \times V)_{jk} + e_{ijk}$$

Dónde: Y_{ijkl} = variable respuesta, μ = constante común a todas las observaciones, R_i = efecto de la i-ésima réplica (i=1, ...,4), ER_j = efecto de la j-ésima edad de rebrote (j=1, ..., 4), V_k = efecto del k-ésima variedad (k= 1, ...,5), ER x V_{jk} = efecto combinado de la j-ésima edad de rebrote en el k-ésima variedad, e_{ijkl} = error aleatorio ~ N (0, σ²_e).

Se desarrollaron matrices de correlaciones entre los componentes químicos y las variables climáticas que caracterizaron el período experimental, se establecieron, además, ecuaciones de regresión cuadrática para la variable rendimiento de materia verde y el efecto edad de rebrote.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de rendimiento para ambas variedades fueron favorables. El pasto Morado acumuló 59.1 t MV ha⁻¹, y el pasto Maralfalfa 53.75 t MV ha⁻¹, ambos a los 90 días de edad, fue notorio que en la medida que se incrementó la edad de la planta se incrementó la acumulación de biomasa, ajustándose el rendimiento a una curva polinómica de segundo grado (P≤0.001) (Figura 1). Para los niveles de productividad de masa verde, las altas producciones han caracterizado en el género *Cenchrus* (anteriormente Pennisetum), y no

solo en regiones donde las condiciones del clima y dentro de este el régimen hídrico favorece el crecimiento y desarrollo de este tipo de cultivo, también en regiones donde la pluviometría es un factor limitante (Ledea, *et al.*, 2018a-b y Arias-Pérez *et al.*, 2019b).

Valores similares de rendimiento de masa verde obtuvieron Grajales *et al.* (2018) en las condiciones de Chiapas, México, pero en un tiempo más prolongado (120 días), sin embargo, Uvidía *et al.* (2015) en condiciones del Ecuador mediante una regresión lineal cuadrática, señalaron comportamientos y valores similares de rendimiento, lo que sugiere que las condiciones climáticas del Ecuador favorecen el crecimiento y desarrollo de este tipo de pasto. Grajales *et al.* (2018) encontraron, además, el ajuste de una ecuación lineal cúbica para explicar la curva de producción de forraje, aspecto diferente al del presente estudio, y que se relaciona fundamentalmente con las características de los datos que obedecen a condiciones de crecimiento (clima y suelo) y desarrollo (fenotipo) principalmente.

El tiempo de recuperación de la biomasa se asocia según Roja-García *et al.* (2018) con el área foliar que desarrolle la planta, respuesta que se vincula directamente con las características climáticas de la región, estos autores señalaron que el área foliar incipiente y muchas veces remanente posibilita que exista un tiempo de recuperación menor, al haber mayor translocación de carbohidratos solubles que son fácilmente repuestos a partir de la fotosíntesis, y que tributa al mantenimiento de la pradera además de la

protección edáfica. Estas respuestas fueron evidenciadas en el presente estudio, donde la incidencia perpendicular de los rayos solares posibilita lo antes descrito, adjunto a la eficiencia del aparato fotosintético de las gramíneas, donde el género *Cenchrus* se destaca.

Las curvas de acumulación de forraje ayudan a la compresión y toma de decisiones para determinados cultivos en condiciones específicas (Ledea *et al.*, 2016; Cruz *et al.*, 2017; Ray *et al.*, 2018), para las variedades en estudio, Larduet *et al.* (2013) señalaron que el uso adecuado de ellas puede generar e implementar programas que ayuden a identificar parámetros de interés económico y productivo, aspectos que no deben ignorarse al momento de tomar una decisión con intereses productivos.

En otro sentido los indicadores morfométricos se modificaron por el efecto de la interacción (Tabla 1). El valor significativamente superior ($P \leq 0.001$) para el largo de la hoja se mostró a los 90 días en la variedad Maralfalfa, diferenciándose con sus propios promedios en las edades que precedieron y con los del *C. purpureus* vc Morado.

Para el ancho de la hoja el pasto *C. purpureus* vc Morado entre 45 y 60 días aportó los mayores valores ($P \leq 0.001$), sin embargo, para los 90 días se redujo el ancho de este órgano en esta variedad y se incrementó ($P \leq 0.001$) en el pasto Maralfalfa. El diámetro del tallo se mostró superior ($P \leq 0.001$) en el pasto Morado hasta los 75 días, los súper índices se igualaron a los 90 días.

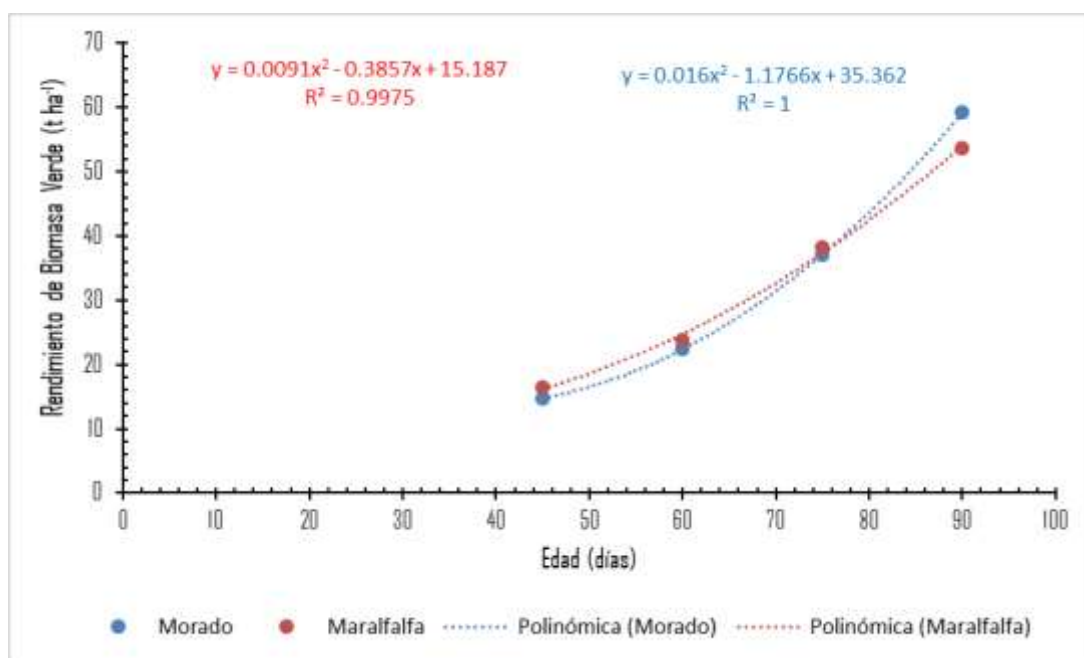


Figura 1. Evolución de la producción de biomasa verde en función de la edad en variedades de *Cenchrus purpureus* vc Morado y Maralfalfa (*Cenchrus glaucum* x *Cenchrus purpureus*).

Tabla 1. Efecto combinado de variedad con edad de rebrote en dos variedades de *C. purpureus*.

Edad (días)	Variedades (<i>Cenchrus purpureus</i>)		EE	P
	Morado	Maralfalfa		
¹ Largo de hoja, cm				
45	85.6 ^d	78.7 ^e	5.13	0.001
60	85.4 ^d	96.9 ^c		
75	91.4 ^d	103.5 ^b		
90	103.3 ^b	111.8 ^a		
² Ancho de la hoja, cm				
45	2.92 ^a	2.03 ^{cd}	0.057	0.001
60	2.13 ^{b-d}	2.46 ^b		
75	2.88 ^a	2.33 ^{bc}		
90	1.82 ^d	3.10 ^a		
³ Diámetro del tallo, cm				
45	1.60 ^a	1.07 ^b	0.005	0.001
60	1.63 ^a	1.24 ^b		
75	1.53 ^a	1.27 ^b		
90	1.27 ^b	1.13 ^b		

a, b, c, d, e Superíndices diferentes en una misma fila representan diferencias significativas según Keuls (1952)¹

a, b, c, d Superíndices diferentes en una misma fila representan diferencias significativas según Keuls (1952)²

a, b Superíndices diferentes en una misma fila representan diferencias significativas según Keuls (1952)³

En clima tropical húmedo marcado por la distribución poco uniforme de las precipitaciones Ledea *et al.* (2018a) al evaluar tres variedades de *Cenchrus purpureus* obtenidas por cultivos de tejidos, encontraron mayor longitud de hojas para los 60 días, pero similares en las edades posteriores (75 y 90 días) a las del presente estudio para ambas variedades, lo que denota la respuesta morfológica del género *Cenchrus* por la incidencia de las radiaciones solares que caracterizan al cinturón tropical pero que se acentúan sobre el trópico principalmente.

Perez *et al.* (2019b) en clima tropical húmedo y con la asistencia de riego, evaluó seis variedades de *C. purpureus*, obtuvo para el largo de la hoja solo efecto de la edad de rebrote, con valores inferiores para los 60 días, pero superiores a los 90 días última edad contemplada en el presente estudio. La longitud de la hoja está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas de la región donde se cultive el pasto, y dentro de está el nivel de irradiación, intercepción luminosa, precipitaciones, temperatura y velocidad del viento, otras variables no climáticas y que se relaciona con la fisiología del cultivo también afectan la morfología de la hoja como el Área Foliar (AF) e Índice de Área Foliar (IAF) (Fortes *et al.*, 2014), que tributan directamente al crecimiento del cultivo y desarrollo de órganos que intervienen en la eficiencia de las variables respuestas mencionadas. El largo de la hoja contribuye activamente en la intercepción de la energía radiante y evo transpiración de la hoja (Arias-Pérez *et al.*, 2019a), y por tanto al proceso de enfriamiento de este órgano que interviene en la salud de los procesos metabólicos y

multiplicación celular que acompañan el desarrollo de la hoja.

El ancho de la hoja coincidió en un comportamiento no uniforme en función de la edad, Ledea *et al.* (2018a) y Ray *et al.* (2018) en sus resultados ubicaron los mayores valores a la edad de 120 días y fueron inferiores al valor alcanzado en la variedad Maralfalfa a los 90 días de edad y superiores a los del pasto Morado. Este aspecto de la morfología de la hoja le aporta a la planta eficiencia fotosintética, y con ello mayor acúmulo de biomasa verde, pero también atenta negativamente pues se produce una rápida muerte del tejido conectivo por el proceso intrínseco de maduración que caracteriza a las gramíneas tropicales, conocido como proceso de senescencia con la pérdida gradual de la calidad química y valor nutritivo, además de la translocación de nutrientes (Ledea *et al.*, 2018) y mayor desarrollo de tallos con respecto a las hojas.

El grosor del tallo fue superior al referido por Ledea *et al.* (2018a) en la estación de lluvias en Cuba en tres variedades de *C. purpureus*, y se le debe prestar especial atención ya que la expresión de esta variable indica dos aspectos importantes en el desarrollo de la planta para su posterior utilización, el primer aspecto dicta que la planta está acumulando gran cantidad de carbohidratos a este nivel para el proceso de rebrote con lo que se debe considerar cercanías al proceso de senescencia e inversión de la proporción de hojas con respecto a los tallos, y el segundo aspecto que está muy ligado al primero, es la pérdida de la calidad química y nutricional del cultivo, ya que aunado al

proceso de acumulación de carbohidratos solubles también se encuentra la formación y proceso de relación e interrelación entre componentes estructurales y compuestos fonólicos, además de translocación de nutrientes, sobre todo minerales de hojas a tallos para asegurar el rebrote y formación de hijos basales (Valladares *et al.*, 2015; Ledea *et al.*, 2017). En las condiciones del presente estudio se infiere que el grosor de los tallos se relaciona con la actividad fotosintética de la planta y no con la cercanía del proceso senescente dada las tempranas edades en las que se utilizaron las mismas.

En las variables que escriben el desarrollo foliar de la planta (AF e IAF) (Tabla 2), las respuestas fueron significativas entre las dos variedades en estudio, para AF el pasto Maralfalfa superó significativamente ($P \leq 0.0001$) al pasto Morado desde 45 hasta 75 días, a los 90 días las respuestas fueron similares, y para el IAF las respuestas fueron variables en función de la

edad, a los 45 días fueron similares ($P \geq 0.05$), mientras que en el resto de las edades se diferenciaron significativamente ($P \leq 0.0001$), con la particularidad que el pasto Morado redujo este índice para los 90 días, de lo que se infiere que el pasto Maralfalfa posee un mayor número de hojas verdes y fotosintéticamente activas con respecto al pasto Morado.

Además del impacto fisiológico, debe destacarse que presentar mayor cantidad de hojas, le atribuye mayor calidad como forrajes ya que en esta se encuentran los compuestos nutritivos (proteína, carbohidratos solubles, compuestos quelados) que son aprovechados por el animal cuando consume el pasto (Ledea *et al.*, 2018b). Los valores obtenidos para AF e IAF son superiores a los referidos por Arias-Pérez *et al.* (2019b) en las condiciones tropicales de Cuba, lo que denota el efecto positivo de las precipitaciones o humedad residente del suelo en las condiciones del presente estudio.

Tabla 2. Interacción variedad con edad de rebrote en variables morfo métricas de dos variedades de *C. purpureus*

Variedades (<i>Cenchrus purpureus</i>)	Edad			
	45	60	75	90
	¹ Área Foliar, cm ²			
Morado	199.2 ^d (7.23)	280.3 ^c (7.89)	385.5 ^b (8.05)	469.80 ^a (8.49)
Maralfalfa	479.7 ^a (8.39)	438.4 ^a (8.36)	451.6 ^a (8.48)	480.7 ^a (8.40)
EE	0.009			
Sig.	0.0001			
	² Índice de Área Foliar			
Morado	0.499 ^a (1.25)	0.031 ^c (1.08)	0.042 ^d (1.11)	0.079 ^e (1.06)
Maralfalfa	0.499 ^a (1.25)	0.129 ^{bc} (1.40)	0.056 ^{cd} (1.11)	0.171 ^b (1.15)
EE	1.02			
Sig.	0.0001			
	³ DAF, cm ² días ⁻¹			
Morado	458.2 ^c (8.38)	810.7 ^a (9.07)	957.2 ^a (9.12)	924.8 ^a (9.15)
Maralfalfa	177.7 ^d (7.52)	472.1 ^c (8.43)	558.4 ^b (8.67)	847.8 ^a (8.99)
EE	0.005			
Sig.	0.0001			
	⁴ TCR, (cm día ⁻¹)*10 ⁻³			
Morado	0.162 ^b (1.15)	0.008 ^d (1.10)	0.011 ^{cd} (1.10)	0.015 ^c (1.10)
Maralfalfa	0.167 ^a (1.15)	0.010 ^{cd} (1.10)	0.010 ^{cd} (1.10)	0.009 ^d (1.10)
EE	1.53			
Sig.	0.0001			
	⁵ TCA, cm día ⁻¹			
Morado	33.21 ^a (3.58)	14.23 ^c (2.69)	21.41 ^{bc} (3.0)	34.25 ^{ab} (3.47)
Maralfalfa	42.03 ^a (3.79)	22.19 ^c (2.91)	24.04 ^{bc} (3.01)	25.12 ^{bc} (3.02)
EE	0.006			
Sig.	0.0001			

a, b, c Superíndices diferentes en cada columna difieren entre sí Keuls (1952)^{1, 5}

a, b, c, d, e Superíndices diferentes en cada columna difieren entre sí Keuls (1952)²

a, b, c, d Superíndices diferentes en cada columna difieren entre sí Keuls (1952)^{4, 3}

Números entre paréntesis corresponden a valores transformados para $\log(x+3)$

La DAF para ambas variedades mostró que a partir de los 60 días el pasto Morado comenzó a incrementar la misma de forma sostenida hasta los 90 días, comportamiento que marco diferencias significativas con el pasto Maralfalfa al igualar superíndices en la última edad, estos resultados resultan muy interesantes, ya que según los resultados del AF, el pasto Maralfalfa presentó mayor contenido de hojas como se comentó, la DAF muestra que el pasto Morado posee un recambio de hojas más rápido que el Pasto Maralfalfa, atribuyéndole superioridad en los procesos de metabolismo y multiplicación celular, quizás como mecanismos de compensación por la poca cantidad de hojas, y mantener de esta manera una tasa fotosintética que le permita su crecimiento, desarrollo y perennidad en las condiciones climáticas del Ecuador.

Los índices de crecimiento mostraron que el pasto Maralfalfa crece más rápidamente en las primeras edades que el pasto Morado, con ritmos similares ($P \geq 0.05$) entre las edades 60 y 75 días, que se desfazan nuevamente a los 90 días, ralentizándose para el pasto Maralfalfa ($P \leq 0.001$) con respecto al pasto Morado, aspecto que se relaciona con otros comentados como es la eficiencia fotosintética, cantidad de hojas receptoras y fotosintéticamente activas, además de la tasa respiratoria, que en el criterio de Fortes *et al.* (2014) y Arias-Pérez *et al.* (2019a) tributan a la TCR como descriptora de la formación de tejidos nuevos.

La TCA mostró un incremento a los 45 días y luego se mantuvo de manera inflexa en las edades de 60 y 75 días para diferenciarse a los 90 días en el pasto Morado ($P \leq 0.001$) con respecto al Maralfalfa, no existieron diferencias ($P \geq 0.05$) dentro de una misma edad para las variedades en estudio, pero sí ($P \leq 0.001$) dentro de edades para cada uno de forma individual, marcándose las diferencias para el pasto Morado.

El comportamiento de la inflexión en esta variable ha sido señalado en varios momentos y latitudes diferentes, incluso dentro de la Amazonía Ecuatoriana en variedades *Cenchrus purpureus* vc King grass (Leonard *et al.*, 2014) y en otras gramíneas tropicales como *Setaria splendida* y *Brachiaria híbrido* cv mulato (Leonard *et al.*, 2017), de lo que se intuye, que este es un mecanismo muy particular de las gramíneas tropicales influenciado por las características climáticas que imperan en la zona y/o región donde se desarrollen las mismas. Este rápido crecimiento se asocia a la disponibilidad hídrica y humedad del suelo, más que con la eficiencia fotosintética según el criterio de Arias-Pérez *et al.* (2019a), aunque Leonard *et al.* (2017), lo relacionó más con las condiciones climáticas, con énfasis a la energía radiante y eficiencia fotosintética del cultivo en las condiciones del Ecuador, los criterios mencionados divergen pero también en un punto se relacionan, porque ambos

incluyen un incremento de la TCA, considerando necesario desarrollar estudios que ayuden a explicar la respuesta de esta variables a diferentes fuentes de estímulos y combinación de ellos, y de esta forma aunar un criterio acerca de su comportamiento y respuesta.

Para la calidad del forraje se emplearon algunas variables químicas y climáticas para interpretar en una matriz de correlación el grado de interrelación y mediante valores numéricos estimar la magnitud que tiene una variable sobre otra (Tabla 3).

Para la Heliofania, valores similares de correlación obtuvo Ramírez de la Ribera *et al.* (2017) en la FB, efecto que se corresponde con la relación directamente proporcional de los niveles de irradiación con la síntesis de carbohidratos estructurales a nivel de la pared celular, entre más exposición del pasto a la energía radiante más tiempo será utilizada la conversión energética solar a estructuras químicas complejas como resultan ser los compuestos estructurales de la pared celular (Ledea *et al.*, 2016), mientras que para el ELN se esperaba un coeficiente más alto, al ser la Heliofania la variable climática que determina la velocidad de síntesis de compuestos osmóticamente activos (almidón y azúcares) y estructurales a partir de la fotosíntesis, sin embargo, existen un número considerable de procesos metabólicos intermedios para que pueda lograrse la síntesis de un carbohidrato soluble o estructural, efecto que puede solapar la interrelación de estas variables a la hora que se requiera su interpretación desde el punto de vista estadístico.

Las temperaturas mínimas y medias al tener una correlación positiva sobre el contenido de extracto etéreo y lograr describir su contenido entre 51 y 54% denota, que, en las condiciones del Ecuador, estas variables climáticas desempeñan un rol fundamental en el contenido de minerales y pigmentos fotosintéticos, se justifica a partir de que las temperaturas regulan la acción enzimática en las plantas para el transporte de minerales o radicales funcionales como el grupo amino, constituyente fundamental dentro de la estructura de la hemicelulosa (Ledea *et al.*, 2016).

En el criterio de Zepeda (2016), el punto de rocío brinda por un lapso la humedad necesaria para que ocurra la extracción del nitrógeno y de minerales de la fase acuosa del suelo y se incorpore a la planta. Este autor encontró en su estudio correlaciones de -0.76 entre el punto de rocío y el contenido de PB en especies leguminosas en las condiciones de Baja California Sur, México, sin embargo, el argumento para la incorporación del nitrógeno en la planta a partir de la disponibilidad de humedad está poco fundamentado, por una parte no solo la disponibilidad

de humedad le posibilita a la planta incorporar compuestos nitrogenados, y por otra el tipo de técnica analítica proximal que se utiliza para expresar el contenido de PB, cuando en realidad es un sobredimensionamiento del contenido de nitrógeno en los tejidos. Es meritorio mencionar que la forma en que se presenten los NO₂ y NO₃, además de la riqueza de microfauna que degradará el nitrógeno inorgánico mineralizado para que de esta forma pueda estar disponible para la planta, jugando la humedad del suelo un papel importante pero no determinante en la incorporación de nitrógeno a la economía plantar.

En correspondencia con lo anterior, se encontró que las precipitaciones y número de días con lluvias se correlacionaron de manera negativa con el contenido de nitrógeno en la planta ($P \leq 0.05$), con aportes a la modificación de este compuesto entre 65 y 75%, respectivamente. De igual forma tuvieron una muy alta correlación ($P \leq 0.001$) con el EE, incidiendo en la variabilidad de su contenido entre 86 y 82%, en orden. Las precipitaciones se correlacionaron de forma medianamente positiva ($P \leq 0.05$) con el extracto libre de nitrógeno, llegando a variar su contenido en un 53%.

En las condiciones del Ecuador Uvidia *et al.* (2013), encontraron correlaciones de -0.79 entre proteína bruta y precipitaciones, describieron que su estudio se desarrolló bajo los índices pluviométricos que caracterizan la Amazonía Ecuatoriana (Provincia de Napo), cuyo comportamiento mensual es de 300 mm y variaciones anuales entre 4500 y 6000 mm, lo que

sugiere un alto grado de lixiviación y lavado de suelo con arrastre de nutrientes.

Calvache (2015), lo señaló como Entisol el suelo de esta área se caracteriza por ser superficial y poseer material mineral primario no consolidado, además de evidencias de procesos de erosión por aportes aluviales, coluviales y acción antrópica, destinados estos suelos al cultivo de banano, café y frutales. Estas características atentan con una eficiente incorporación de nitrógeno del suelo a la planta sobre todo si esta es de sistema radical superficial como lo son las gramíneas, justificándose, por tanto, lo comentado anteriormente con respecto al aporte negativo que tuvieron las precipitaciones sobre el contenido de PB en la planta en el estudio de Uvidia *op. cit.*

Por el contrario, el suelo del presente estudio es del tipo Inceptisol, según Calvache (2015) estos suelos son representativos del Ecuador (43% de la superficie nacional) y son dedicados a la agricultura y ganadería con un gradiente de nutrientes que variable que le permiten el cultivo de pastos, forrajes y otros arbustos para la ganadería (Villaseñor *et al.*, 2015). Lo aspectos de suelo, en conjunto con el régimen hídrico del área de estudio que se ha comentado, justifican la alta correlación entre las precipitaciones y el EE, considerando que el nivel de estas en conjunto con las características del suelo, proveen a la planta los minerales disponibles para su incorporación a la planta y con ellos la formación de compuestos quelados y desarrollo de funciones metabólicas, de mantenimiento y multiplicación celular.

Tabla 3. Matriz de correlación lineal de variables químicas con algunas variables climáticas de la zona de estudio.

Variables climáticas	Nitrógeno	Extracto Etéreo (EE)	Cenizas	Fibra bruta (FB)	Extracto libre de nitrógeno (ELN)
Heliofania	-0.38 (0.14)	0.20 (0.04)	0.57 (0.32)	-0.82** (0.67)	0.78* (0.60)
Temp. Máxima	0.69 (0.47)	-0.52 (0.27)	-0.16 (0.02)	-0.28 (0.07)	-0.12 (0.01)
Temp. Mínima	-0.54 (0.29)	0.74* (0.54)	0.009 (0.00)	-0.30 (0.09)	0.52 (0.27)
Temp. Media	-0.57 (0.32)	0.72* (0.51)	0.12 (0.01)	-0.43 (0.18)	0.65 (0.42)
Humedad Relativa	-0.48 (0.23)	0.31 (0.09)	-0.04 (0.001)	0.09 (0.008)	0.26 (0.06)
Punto de rocío	-0.78* (0.60)	0.83** (0.68)	0.19 (0.03)	-0.33 (0.10)	0.66 (0.43)
Precipitaciones	-0.81* (0.65)	0.93*** (0.86)	0.11 (0.01)	-0.33 (0.10)	0.73* (0.53)
Número de días con lluvias	-0.75* (0.56)	0.91*** (0.82)	-0.06 (0.003)	0.02 (0.000)	0.42 (0.17)

$p \leq 0.05^*$, $p \leq 0.01^{**}$, $p \leq 0.001^{***}$

Valores entre paréntesis corresponden a R²

Similar relación se pudo constatar con el cometido de ELN, al constituir el agua, el medio para la síntesis de compuestos osmóticamente activos. Al respecto Arias-Pérez *et al.* (2019b) señalaron que la molécula de agua aporta a partir de la fotólisis, las cadenas hidrogenadas para la formación de los compuestos básicos de la fotosíntesis, aspecto fundamental para el desarrollo y crecimiento de las plantas. Uvidia *et al.* (2015), en su estudio no tuvo ninguna significación entre los valores de correlación, además de que fueron bajos (0.22). Similar justificación se comenta para la correlación de los días con lluvias con el contenido de nitrógeno, donde la principal limitante para propiciar la humedad en el suelo es la distribución de las lluvias dentro de un período, lo cual puede en exceso malograr los cultivos, y en defecto someterlos a estrés hídrico, cuál de los dos extremos atenta contra un eficiente desarrollo de la planta y composición química.

Para los indicadores de calidad, se obtuvieron digestibilidades de la MS y MO superiores al 50%, en la digestibilidad de la MS el efecto de la edad de rebrote se hizo presente, disminuyendo gradualmente con el incremento de la edad de la planta, el pasto

Maralfalfa superó ($P \leq 0.001$) al Morado en las edades de 45 y 75 días, y se diferenciaron en cada edad de rebrote, excepto a los 60 días donde compartieron superíndices ($P \geq 0.05$), entre cada edad, para una misma variedad existieron diferencias significativas ($P \leq 0.001$). La digestibilidad de la MO mostró su mejor promedio ($P \leq 0.001$) en el pasto Maralfalfa a los 75 días de edad, y cada promedio de cada edad fue superior ($P \leq 0.001$) con respecto a los promedios del pasto Morado.

La digestibilidad en las gramíneas rara vez alcanza el 50% de degradación, que se hayan obtenido degradaciones de MS y MO superiores a este valor, es un aspecto que le otorga a las variedades en estudio potencialidades para la alimentación de rumiantes a partir del valor nutritivo. Las limitaciones que intervienen en que se logre una degradación superior al 50% se vinculan con la relación e interrelación entre los compuestos estructurales de la pared celular que llegan a “contaminar” otros constituyentes como proteínas, y otras formas nitrogenadas, además de capturar dentro de la red de cadenas, sustancias pépticas y carbohidratos solubles (Ledea *et al.*, 2017).

Tabla 4. Indicadores de calidad de dos variedades de *C. purpureus* en diferentes edades de rebrote.

Edad (días)	Variedades (<i>Cenchrus purpureus</i>)		EE	P
	Morado	Maralfalfa		
¹ Digestibilidad de la Materia Seca, %				
45	54.86 ^b	55.16 ^a	0.01	0.001
60	54.56 ^c	54.51 ^c		
75	54.18 ^d	55.32 ^a		
90	52.96 ^f	53.65 ^e		
² Digestibilidad de la Materia Orgánica, %				
45	56.16 ^c	56.45 ^b	0.01	0.001
60	55.93 ^d	55.86 ^d		
75	55.63 ^e	56.72 ^a		
90	54.38 ^g	55.08 ^f		
³ Energía metabolizable, MJ Kg				
45	8.12 ^c	8.17 ^b	0.003	0.001
60	8.09 ^d	8.08 ^d		
75	8.04 ^e	8.21 ^a		
90	7.85 ^g	7.96 ^f		
⁴ Energía Neta de Lactación, MJ Kg				
45	4.66 ^c	4.70 ^b	0.0001	0.001
60	4.64 ^d	4.63 ^d		
75	4.61 ^e	4.73 ^a		
90	4.47 ^g	4.55 ^f		
⁵ Energía Neta de Engorde, MJ Kg				
45	4.31 ^c	4.35 ^b	0.002	0.001
60	4.28 ^d	4.27 ^d		
75	4.24 ^e	4.39 ^a		
90	4.07 ^g	4.17 ^f		

a, b, c, d, e, f Superíndices diferentes en cada columna difieren entre sí Keuls (1952)^{1, 3}

a, b, c, d, e, f, g Superíndices diferentes en cada columna difieren entre sí Keuls (1952)^{2, 4, 5}

Se debe prestar atención a los tiempos de retención que se vincula con el proceso de degradación de los pastos tropicales, estas variables no fue contemplada en el presente estudio, pero en estudios que si la vinculan, señalan que se pueden alcanzar altas digestibilidades producto a los prologados tiempos de retención, con lo cual se mantiene distendido el tracto gastrointestinal, por lo que no se presenta el reflejo del hambre, al ser la distensión del tracto un estímulo mecánico para que se suprima el reflejo de ingestión de alimento, atentando contra la productividad animal (Ledea *et al.*, 2016).

En el criterio de Cáceres (1985), la digestibilidad de la MO va a depender de las proporciones de las paredes celulares y de la digestibilidad de estas, así como de la proporción de membranas con presencia de lignina y compuestos indigeribles o de escasa degradabilidad, aspectos que caracterizan a las gramíneas, Reyes-Pérez *et al.* (2018), también coincidieron con o comentado al evaluar la calidad nutritiva en tres variedades de *Brachiaria*. Ledea *et al.* (2017), obtuvo valores superiores a 50% de gradación entre especies de *Cenchrus purpureus*, Barrera-Álvarez *et al.* (2015) y Mojica-Rodríguez *et al.* (2017) también obtuvieron valores superiores en variedades de *Brachiaria*. Al respecto Avellaneda *et al.* (2015) comentó que las diferencias de degradabilidad intra y entre especies pudieran estar asociadas con las características de cada especie y género. Además, de tenerse presente la relación existente entre los indicadores químicos y la degradabilidad ruminal no como una suma de factores sino como la influencia conjunta que tienen los componentes químicos como sistema en la degradabilidad, en congruencia Ledea *et al.* (2018c), señalaron que además de los contenidos de fibra en sus diferentes presentaciones, se debe considerar las relaciones y modificaciones moleculares de cada compuestos estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa principalmente), añadiendo estos autores que es la causa más probable de las limitaciones en la degradabilidad ruminal y no el contenido fibroso y/o compuestos estructurales, criterio que debe ser profundizado en futuras investigaciones.

El incremento de la edad de la planta, en conjunto con las transformaciones morfológicas, estructurales y químicas reducen el valor nutritivo de la planta y de sus fracciones (Ledea *et al.*, 2016), la digestibilidad de la MO que tiene un aporte transversal en la generación de energía para el crecimiento, lactación y engorde, se ve limitada sobre todo porque los microorganismos ruminales se ven limitados por las complejas relaciones e interrelaciones que se establecen entre los carbohidratos estructurales, no estructurales y compuestos fenólicos (Ledea *et al.*, 2018c).

En consonancia la EM, ENL y ENE redujeron la expresión energética en función del incremento de la

edad de la planta, el pasto Maralfalfa solo coincidió con el pasto Morado a los 60 días, en el resto de las edades superó de forma significativa ($P \leq 0.001$) el aporte energético con respecto al pasto Morado. Cruz *et al.* (2017) y Pérez-Reyes *et al.* (2018) señalaron que la reducción del aporte energético con el incremento de la edad es una característica de los pastos tropicales, y que se relaciona con la proporción de hojas con respecto a los tallos, considerando mejor composición química y valor nutritivo en las primeras semanas de crecimiento de la planta, sin embargo, es de considerar que en las primeras edades las reservas de carbohidratos en el sistema radical se encuentran movilizadas para el crecimiento y desarrollo de la planta, por lo que la utilización del forraje en esta etapa, incluiría el suministro de fuentes fertilizantes químicos u orgánicos, incurriendo en el encarecimiento de la tonelada de forraje, y por otra parte la persistencia del cultivo se vería afectada, al no garantizarse el acúmulo de reservas necesarias para el rebrote, crecimiento y desarrollo (Ledea *et al.*, 2018c).

CONCLUSIONES

En las condiciones del Ecuador, las variables químicas en variedades de *Cenchrus purpureus* que son modificadas por más de una variable climática son el contenido de nitrógeno y el extracto etéreo. Ambas variedades mostraron incremento sostenido de la producción de Materia verde, con modificaciones en la morfología de hojas, tallos e índices de crecimiento por efecto de la edad de rebrote que le permitió acumular forraje en pie, sin pérdida del valor nutritivo con degradaciones ruminales superiores a 50%.

REFERENCIAS

- Animasaun, D. A., Rathod, H. P., & Krishnamurthy, R. 2018. Analysis of Forage Yield and Nutritional Contents of *Pennisetum glaucum* (pearl millet) and *Pennisetum purpureum* (Napier grass) accessions. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(4): 447-455.
- Arias-Pérez, R. C., Reyes-Pérez, J. J., Ray-Ramírez, J. V., Benítez- Jiménez, D. G., Hernández-Montiel, L. G. H., & Ledea-Rodríguez, J. L. 2019a. Morphometric indicators in new megatermal varieties of *Cenchrus purpureus* tolerant to water stress. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22(1): 115-125.
- Arias-Pérez, R. C., Reyes-Pérez, J. J., Benítez-Jiménez, D. G., Ray-Ramírez, J. V., Hernández-Montiel, L. G., & Ledea-Rodríguez, J. L. 2019b. Agro productive response of new varieties of *Cenchrus purpureus*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22(1). 79-86.

- Avellaneda, J.H., Luna, R.A., Romero, D.A., Tapia, E.O. & López, S. 2015. Enzimas firolíticas exógenas en la degradabilidad de la materia seca de dos *Brachiarias*. *Revista ESPAMCIENCIA*. 7(1): 43-49.
- Barrera-Álvarez, A. E., Avellaneda-Cevallos, J. H., Tapia-Moreno, E. O., Peña-Galeas, M. M., Molina-Hidrovo, C. A., Casanova Ferrin, L. M. 2015. Composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum* sp. *Ciencia y Tecnología*. 8(2): 13-27.
- Cáceres, O. 1985. Estudio de los principales factores que afectan el valor nutritivo de las gramíneas forrajeras tropicales en Cuba. Tesis PhD. Universidad de Matanzas. CUB
- Calvache, M. 2015. Los suelos del Ecuador. VI Congreso Latinoamericano de Agronomía. Universidad de Guayaquil. Available from: https://www.researchgate.net/publication/301701400_los_suelos_del_ecuador [accessed Apr 01 2019].
- Cruz, A., Hernández, A., Chay, A.J., Mendoza, S.I., Ramírez, S., Rojas, A.R. & Ventura, J. 2017. Componentes del rendimiento y valor nutritivo de *Brachiaria humidicola* cv Chetumal a diferentes estrategias de pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8 (3): 599-610.
- Cruz, M., Pereda, J. & Muñoz, D. 2015. Evaluación económica- productiva de un sistema de ceba semi estabulado con pastoreo de *Brachiaria brizantha* cv Marandú en la provincia de Camagüey. *Ecosistema Ganadero*. 2(1 y 2): 17-26.
- De Armas, U., Delgado, R., Ortega, E., García, R. 1988. Fisiología vegetal: Pueblo y Educación. Fortes, D. 2012. Comportamiento de algunos indicadores morfofisiológicos y de calidad de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 utilizado como banco de biomasa. (Doctor en Ciencias), Instituto de Ciencia Animal.
- 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.
- Grajales, Z. R., Lazo J. A, Ocampo. S. E. M, Hernández, B., Jiménez, Y. J., Aguilar, J. O., Pérez, L. I., Aguilar E y Tuero, R. 2018. Evaluación de cultivares de *Cenchrus purpureus* para la producción de forraje. *Livestock Research for Rural Development*. 30(26). Retrieved March 3, 2019, from <http://www.lrrd.org/lrrd30/2/jale30026.html>. [accessed Apr 01 2019].
- Herrera García, R. S., Fortes González, D., García Martínez, M., Cruz Santillán, A. M., & Romero Utria, A. (2018). Determinación del índice de área foliar de *Cenchrus purpureus* vc. CT-II5 mediante medidas en la cuarta hoja completamente abierta. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 22(3): 17-23..
- INAMI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2019. Anuario Meteorológico. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>. [Consultado Abr 01 2019].
- Keuls, M. 1952. The use of the 'studentized range' in connection with an analysis of variance. *Euphytica* 1(2):112-122. <https://doi.org/10.1007/BF01908269>
- Larduet, R., Torres, V., Herrera, M., Medina, Y., & Noda, A. C. (2013). Modeling of the biomass accumulation dynamics in *Pennisetum purpureum* cv. king grass in the Western region of Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 47(2): 119-124.
- Ledea, J. L. L., Ray, J. V., Arias, R. C., Cruz, J. M., Rosell, G., & Reyes, J. J. 2018a. Comportamiento agronómico y productivo de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la sequía. *Agronomía Mesoamericana*, 343-362. doi:10.15517/mav29i2.29107
- Ledea, J. L., Verdecia, D. M., La O, O., Ray, J. V., Reyes, J. J., & Amador, B. 2018b. Chemical characterization of new varieties of drought tolerant *Cenchrus purpureus*. *Rev. Agr. Mesoam*, 29(3), 655-672. doi10.15517/ma.v29i2.30436.
- Ledea, J. L., Benítez, D. G., Pérez, A., Crucito, R., & Guerra Manso, A. 2017. Comportamiento agronómico de cultivares de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la salinidad. *Revista de Producción Animal*, 29(3): 18-28.
- Ledea, J.L. 2016. Caracterización química nutritiva de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la sequía en el Valle del Cauto. Tesis MSc., Universidad de Granma, CUB.
- Leonard, I., Burgos, J. C. V., Uvidia, H., Torres, V., Andino, M., & Benítez, D. 2014. Influencia del método de siembra sobre la curva de crecimiento del *Pennisetum purpureum* vc

- King grass en la Amazonía Ecuatoriana. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*. 3(1): 33-48.
- Leonard, I., Vargas Burgos, J. C., Uvidia, H., Torres, V., Verdecia, D. M., Ramírez, J. L., & Andino, M. 2017. Las curvas de crecimiento de dos pastos introducidos en Ecosistemas Amazónicos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 18(7): - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070717.html>
- Massey, F.J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American statistical Association*. 46 (253), 68-78. Available in: <http://www.jstor.org/stable/2280095>
- Mielke, M., Hoffmann, A., Endres, L., Fachinello, J. 1995. Comparação de métodos de laboratório e de campo para estimativa da área foliar em fruteiras silvestres. *Scientia agricola*, 52(1), 82-88. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161995000100015>
- Mojica-Rodríguez, J.E., Castro-Rincón, E., Carulla-Fornaguera, J. & Lascano-Aguilar, C.E. 2017. Efecto de la edad de rebrote sobre el perfil de ácidos grasos en gramíneas tropicales. *Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria, Mosquera (Colombia)*. 18(2): 217-232.
- Ramírez de la Ribera, J. L., Zambrano, D. A., Campuzano, Y., Verdecia, D. M., Chacón, E., Arceo, Y., Labrada, J. & Uvidia, H. 2017. 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]
- Ray, J. V., Almaguer, R. F., Ledea, J. L., Benítez, D. G., Arias, R. C., & Roselle, G. 2018. Evaluation of varieties of *Cenchrus purpureus* tolerant to drought under pre-mountain conditions. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(1): 75-85.
- Reyes, J. J., Méndez, Y., Verdecia, D. M., Luna, R. A., Hernandez, L. G., & Herrera, R. S. 2018. Components of the yield and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties in El Empalme area, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(4): 435-445.
- Roja, A.R., Torres, N., Maldonado, M. de los A., Sánchez, P., García, A., Mendosa, S.I., Álvarez, P., Herrera, J. & Hernández, A. 2018. Curva de crecimiento y calidad del pasto cobra (*Brachiaria híbrido* br02/1794) a dos intensidades de corte. *Agroproductividad*. 11(5): 34-38.
- StatSoft. 2011. *Statistic for windows (ver. 10.0)* Tulsa Ok, USA: StatSoft, Inc.
- Uvidia, H., Leonard, I., Benítez, D., & Buestan, D. 2013. Dinámica del crecimiento de la Maralfalfa (*Pennisetum* sp.), en condiciones de la Amazonia Ecuatoriana. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 2(1): 14-18.
- 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: January 17, 2018]
- Valladares, F., I. Varela, L. Hernández, J. Montalván, y M. Padrón. 2015. Producción de la materia seca en tallos y hojas de caña de azúcar, según épocas de plantación y edades de corte. *Agrisost*. 21(2):1-11.
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. 2015. Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la Provincia de El Oro. *CUMBRES, Revista Científica*. 1(2): 28-34.
- Zepeda, A. 2016. Composición químico-mineral de leguminosas del matorral sarcocaul: interacción clima-suelo-planta. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Baja California Sur, La Paz, México. Disponible en: <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/515> Consultado: 12 de febrero de 2019.