

Composición química, digestibilidad y rendimiento de *Brachiaria decumbens* a diferentes edades de rebrote

Chemical composition, digestibility and performance of *Brachiaria decumbens* at different ages of recovery

Reyes-Pérez JJ¹, Méndez-Martínez Y¹, Espinosa-Cunuhay KA², Bastidas-Espinoza RL³, Apolo-Bosquez JA³, Ramírez de la-Ribera JL⁴, Ruiz-Espinoza FH^{5*}

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Quito. Km 1 ½ vía a Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

² Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Av. Los Almendros y Pujilí, Edificio Universitario, La Maná, Ecuador.

³ Instituto Tecnológico Superior Ciudad de Valencia, Km 1.5 via a Valencia, sector el Pital, parroquia San Cristobal, Quevedo, Los Rios, Ecuador.

⁴ Universidad de Granma. Km 17 ½, Carretera vía a Manzanillo, Peralejo, Bayamo, Granma, Cuba.

⁵ Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al Sur Km 5.5., La Paz, Baja California Sur, México.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la composición química, digestibilidad y rendimiento de *Brachiaria decumbens* a diferentes edades de rebrote. Las épocas fueron; poco lluvioso (Enero-Abril) y lluvioso (Julio-Octubre). Los tratamientos (edades de rebrote: 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días) se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. La materia seca (MS) presentó valores superiores ($p \leq 0.01$), a los 60 días con 6.05 y 1.83 t MS ha⁻¹ para el lluvioso y poco lluvioso. La proteína bruta ($p \leq 0.01$) en ambos períodos se reflejó a los 30 días, 11.82 % para el lluvioso y 12.28 % para el poco lluvioso. La digestibilidad mostró los porcentajes mayores ($p \leq 0.001$) a los 30 días en lluvias y pocas lluvias, con 57.9 y 61.13%. La composición química, digestibilidad y rendimiento de *Brachiaria decumbens* fue influenciada de forma directa por las diferentes edades de rebrote, al aumentar la producción de la planta y disminuir su calidad. Se obtuvieron ecuaciones de regresión cuadráticas y cúbicas (coeficientes superiores a 0.72) que establecieron una estrecha relación con la edad y los indicadores del rendimiento, la composición química y digestibilidad.

Palabras claves: digestibilidad de materia orgánica, gramíneas, lignina detergente ácida, hemicelulosa.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the chemical composition, digestibility and yield of *Brachiaria decumbens* at different regrowth ages. The times were; little rainy (January-April) and rainy (July-October). The treatments (regrowth ages: 30, 45, 60, 75, 90 and 105 days) were distributed in a randomized block design with four replications. The dry matter (DM) presented higher values ($p \leq 0.01$), at 60 days with 6.05 and 1.83 t DM ha⁻¹ for the rainy and dry season. The crude protein ($p \leq 0.01$) at both periods was reflected at 30 days, 11.82% for the rainy season and 12.28% for the dry season. The digestibility showed the highest percentages ($p \leq 0.001$) at 30 days in rains and little rains, with 57.9 and 61.13%. The chemical composition, digestibility and yield of *Brachiaria decumbens* were directly influenced by the diffe-

rent regrowth ages, increasing the production of the plant and decreasing its quality. Quadratic and cubic regression equations (coefficients greater than 0.72) were obtained, which established a close relationship with age and performance indicators, chemical composition and digestibility.

Keywords: digestibility of organic matter, grasses, acid detergent lignin, hemicellulose.

INTRODUCCIÓN

Los pastos y forrajes en los sistemas de producción de rumiantes, en la mayor parte del trópico, aportan del 80 al 90 % de los nutrientes requerido por los animales. Ellos constituyen la opción más económica para la alimentación de los bovinos y no compiten directamente con la alimentación del hombre, pues generalmente se utilizan para su fomento tierras poco productivas o no aptas para otros cultivos (Ledea, 2016). Aunque se conoce el efecto positivo de especies mejoradas en la productividad de los sistemas ganaderos, los esfuerzos no siempre significan aumento en la producción animal, debido a que influyen negativamente factores como: la adaptación de las especies a diferentes condiciones ambientales, el acceso a los fertilizantes y el manejo entre otros (Cruz *et al.*, 2015; Navarro *et al.*, 2021). El objetivo final del establecimiento de pasturas es mejorar el sistema de producción animal. Sin embargo, su ingreso a este implica considerable esfuerzo financiero en su implantación, realizando gastos de laboreo del suelo, fertilización y compra de semillas, entre otros aspectos (Ledea *et al.*, 2018).

En general, la pastura cultivada produce mayor cantidad y mejor calidad de forraje que la pradera natural, permite mayor carga, aumentando así la producción de leche y carne por unidad de superficie (Avilés *et al.*, 2021). Bajo este precepto, y con el afán de mejorar la producción animal, se han establecido diversos cultivares del género *Brachiaria* en algunas regiones de México y otros países de Centroamérica que permitieron aumentar la productividad del ganado en 26 % para la leche y 6 para la carne, sustentándose estos valores por los altos rendimientos y calidad del forraje producido (Argel, 2006). El género *Brachiaria* se caracteriza como

*Autor para correspondencia: Francisco Higinio Ruiz Espinoza

Correo electrónico: fruiz@uabcs.mx

Recibido: 1 de noviembre de 2021

Aceptado: 31 de enero de 2022

una fuente apropiada para la producción bovina a partir de la capacidad del rumiante de utilizar alimentos fibrosos. En condiciones de clima tropical se han referido producciones de varias especies de dicho género que oscilan entre los 8 y 10 t MS ha año⁻¹, atendiendo estas respuestas productivas, a factores como, la fertilidad del suelo y precipitaciones, condiciones que potencian o deprimen el potencial forrajero del vegetal (Fernández *et al.*, 2015 y Rojas-García *et al.*, 2018).

Las condiciones climáticas predominantes en la región oriental de Cuba, caracterizadas por las escasas e irregular distribución de las lluvias, y variaciones de temperatura y radiación solar, provocan la disminución drástica de los rendimientos de materia seca y calidad de los pastos, principalmente en el período poco lluvioso (meses de noviembre y abril). Esto ocasiona disponibilidad reducida de alimento para el ganado vacuno, lo que limita la producción de leche y carne (Fernández *et al.*, 2004). Además, la calidad nutricional también cambia rápidamente, ya que con la edad experimentan modificaciones sensibles y graduales en su composición química, lo que afecta de forma general la producción animal (Ramírez *et al.*, 2012; Ledea *et al.*, 2018).

Para atenuar esta situación, se han introducido nuevas especies resistentes a la sequía, con mayor potencial productivo y mejor calidad, como la *Brachiaria decumbens*. Sin embargo, no se conoce con exactitud su comportamiento en estas condiciones climáticas, ni el efecto que produce la edad de rebrote en su rendimiento y calidad. Por ello, el objetivo de esta investigación fue determinar la composición química, digestibilidad y rendimiento de *Brachiaria decumbens* a diferentes edades de rebrote en un suelo Fluvisols de la región oriental de Cuba, así como establecer la relación funcional de la edad con los indicadores del rendimiento y la composición química, a través de ecuaciones de regresión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización, clima y suelo

El experimento se desarrolló en la Empresa Agropecuaria de Bayamo, localizada en la provincia de Granma, en la región oriental de Cuba. En el área experimental para el período poco lluvioso (enero-abril) se registraron valores de precipitaciones, temperatura media, mínima y máxima de 140 mm, y 24.4; 18.3 y 30.2°C, respectivamente, la humedad relativa promedió 72 %. En el período lluvioso (julio-octubre) los valores de precipitación fueron de 789 mm y 27.3°C, 23.7°C, 33°C y 80 %, de temperatura media, mínima, máxima y humedad relativa, respectivamente. Los valores promedios de los últimos cinco años en estos dos períodos en el lugar

donde se desarrolló el experimento aparecen en la siguiente (Tabla 1)

El suelo presente es Fluvisols según FAO (2015), se sustenta sobre materiales transportados carbonatados o no, su contenido de materia orgánica varía desde medianamente humificado (2,0-4,0 %) hasta poco humificado (<2,0 %), su textura es muy variable desde un Loams arcilloso, una arcilla ligera, hasta un Loams arenoso, lo que induce variación en sus propiedades físicas y químicas (Tabla 2). La profundidad efectiva tiene rangos de variación desde profundos (91-150 cm) hasta poco profundos (25-50 cm). Generalmente su fertilidad natural es baja, pero son muy productivos cuando se trabajan correctamente (Ramírez *et al.*, 2012).

Tratamientos y diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas para cada una de las edades en estudio en las dos épocas evaluadas. Los tratamientos consistieron en las edades de rebrote 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días, para los períodos lluvioso y poco lluvioso.

Procedimiento

Para estudiar las diferentes edades de rebrote de la *Brachiaria decumbens* se utilizó un área establecida de 4 años, con dimensiones de 1,600 m². Al inicio de la evaluación en cada período (lluvioso en julio y poco lluvioso en enero) se realizó un corte de uniformidad a 10 cm del suelo, empleando una cortadora de césped SOLO Kleinmotoren GmbH modelo 589 de fabricación alemana. Para tomar las muestras se delimitaron parcelas de 25 m² correspondientes a las edades de rebrote (30, 45, 60, 75, 90 y 105 días) con 50 cm por cada lado para disminuir el efecto de borde. El área no se regó ni fertilizó durante el experimento. Las parcelas estaban constituidas por 96% del pasto evaluar, 4% de gramíneas pertenecientes al género *Dichantium*. Las parcelas de 25 m² se cortaron en el momento de evaluación de cada edad de rebrote, el contenido se pesó y se trasladó al laboratorio. Los muestreos se realizaron entre las 8 y las 10 am. El rendimiento se determinó mediante el corte total de la parcela en cada tratamiento (Herrera, 2006). Posterior al peso en verde de la parcela total, se separaron las hojas y los tallos verdes y se pesaron de forma individual, el material muerto que apareció a partir de la edad 60 fue desechado. Posteriormente se secaron, lo que permitió determinar la proporción de tallos y hojas según Herrera (2006).

Tabla 1. Valores promedios de las variables climáticas en los últimos cinco años.

Table 1. Average values of the climatic variables in the last five years.

Períodos	Humedad Relativa %	Temperatura Mínima °C	Temperatura Media °C	Temperatura Máxima °C	Precipitaciones mm
Lluvioso (julio-octubre)	71	18.9	24.3	30.7	135
Poco lluvioso (enero-abril)	81.25	23.6	27.3	32.9	768

Fuente: CITMA (2020).

Tabla 2. Composición química del suelo en el área experimental.
Table 2. Chemical composition of the soil at the experimental area.

pH	mg/100g de suelo			MO %
	P ₂ O ₅	K ₂ O	Nitrógeno total	
6.2	2.5	38.5	34	3.2

Análisis químicos

Las muestras húmedas se secaron en una estufa de circulación de aire a 65°C durante 72 h para determinar la materia seca según (AOAC, 2016). Posteriormente se pesaron y se utilizaron 200g para los restantes análisis realizados. Se determinaron las variables proteína bruta (PB), fósforo (P) y calcio (Ca) (Latimer, 2016). La fibra detergente neutra (FDN), lignina detergente ácida (LDA) y fibra detergente ácido (FDA), así como la celulosa y hemicelulosa según Goering y Van Soest (1970).

Digestibilidad ruminal *in situ*

Para determinar la digestibilidad de la materia seca y orgánica se empleó el método de Orskov y McDonald (1979) utilizando dos bovinos canulados de 400 kg de peso, de la raza Criolla Cubana, los que se trataron contra ectoparásitos y endoparásitos antes de iniciar la prueba, los animales permanecieron en cubículos individuales y se les suministró como dieta base pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y *Brachiaria decumbens*, el agua y sales minerales se ofrecieron *ad libitum*. Las muestras de cada edad de rebrote se incubaron en cada animal, utilizando un blanco y seis bolsas con muestras de la planta, para esto fueron molidas a 2 mm de espesor. La materia orgánica (MO) se determinó por incineración en mufla a 550 °C durante 24 h (Latimer, 2016).

Análisis estadístico

Para la distribución normal de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1951) y para la homogeneidad de las varianzas la prueba de Bartlett (1937). Se realizaron análisis de varianza de clasificación doble en cada período climático según las exigencias del diseño experimental. Las medias resultantes del ANVA se compararon atendiendo el criterio de Keuls (1952). Se determinó la potencia estadística para la prueba realizada, partiendo de una significación predeterminada para ($P \leq 0.01$).

Para establecer la relación funcional de la edad con los indicadores del rendimiento y la edad, se emplearon según método descendente ecuaciones de regresión lineal (lineales, cuadráticas y cúbicas). Para la selección de la ecuación de mejor ajuste se consideró alto valor de R², alta significación, bajo error estándar de los términos y de estimación, menor cuadrado medio del error, aporte significativo de los términos de la ecuación y coeficiente de determinación bajo ($1-R^2$) según Guerra *et al.* (2003). Se determinó el factor de inflación de la varianza, para la variable incluida en los modelos. Se empleó el programa SPSS (2012) para Windows. Cada época se analizó por separado, no fue objetivo compararlas entre ellas.

RESULTADOS

La potencia estadística reflejó un valor de 0.95, lo que indica que hay diferencia significativa. Así, se determinó que las varianzas fueron homogéneas y los datos se distribuyeron normalmente. Por tanto, la investigación reflejó que el rendimiento aumentó conforme avanzó la edad de rebrote, el valor significativamente superior ($P \leq 0.001$) se obtuvo en la edad de 75 días con 5.71 tMS ha⁻¹. Para el porcentaje de hojas ocurrió lo contrario, este disminuyó con el aumento de la edad de rebrote, a los 30 días se observó el mayor valor ($p \leq 0.001$) (Tabla 3). El porcentaje de tallos fue similar al rendimiento y contrario al de las hojas, mostrando diferencias significativas entre cada edad contemplada en el estudio, excepto para las edades de 90 y 105.

En el período poco lluvioso se observó, aunque de una forma discreta, que el rendimiento de materia seca aumentó conforme avanzó la edad de la planta, y aunque no se compararon las épocas, se obtuvieron valores numéricos que indican una reducción de la productividad en este período. A los 60 días se obtuvo el pico de producción de MS con 1.83 t MS ha⁻¹, este valor se diferenció ($P \leq 0.001$) del resto de los promedios en todas las edades consideradas en el estudio. Luego de los 60 días los rendimientos se redujeron de forma significativa. Sin embargo, los porcentajes de hojas, a pesar de su reducción progresiva ($p \leq 0.001$) en función del incremento de la edad, se mantuvieron por encima del 50%, mientras que los tallos, el mayor lo presentaron a los 90 días de rebrote con 33.86 %. Denotando un equilibrio aceptable entre la proporción de hojas/tallos, lo que tributa a RMS con calidad, pero que comienza a deteriorarse en función de las proporciones mencionadas a los 90 días de rebrote (Tabla 3).

El cálculo del factor de inflación de la varianza en los modelos se determinó, el valor reflejó 1.66. Valores mayores de 10 representan un potencial deterioro del modelo por efecto de la multicolinealidad. Al establecer la relación funcional entre la edad y los indicadores del rendimiento se comprobó que, las tres variables evaluadas mostraron ajustes

Tabla 3. Indicadores agronómicos en el *Brachiaria decumbens* según la edad de rebrote en dos períodos climáticos.

Table 3. Agronomic indicators in *Brachiaria decumbens* according to regrowth age at two climatic periods.

Edad (días)	Período lluvioso			Período poco lluvioso		
	RMS t MS ha ⁻¹	Hojas (%)	Tallos (%)	RMS t MS ha ⁻¹	Hojas (%)	Tallos (%)
30	1.68 ^f	71.34 ^a	28.56 ^e	0.35 ^f	72.68 ^a	27.12 ^f
45	3.89 ^e	52.77 ^b	44.26 ^d	0.88 ^e	70.05 ^b	28.30 ^e
60	6.05 ^c	36.19 ^c	51.37 ^c	1.83 ^a	61.42 ^c	30.28 ^d
75	5.71 ^a	34.12 ^d	53.49 ^b	1.68 ^b	58.68 ^d	31.87 ^c
90	5.08 ^b	31.37 ^e	55.42 ^a	1.36 ^c	54.63 ^e	33.86 ^a
105	4.70 ^d	28.60 ^f	57.27 ^a	1.06 ^d	51.43 ^f	36.71 ^b
EE±	0.30	3.14	2.03	0.11	1.60	0.68
P	0.001					

Letras desiguales en una misma columna difieren según Keuls (1952).

con ecuaciones de regresión cuadrática en ambos períodos, con coeficientes de determinación en lluvias de 0.93 y 0.98, y entre 0.89 y 0.99 en pocas lluvias, en ambos se obtuvieron bajos errores estándar y alta significación (Tabla 4).

En el período lluvioso la proteína bruta disminuyó de forma significativa ($p \leq 0.01$) hasta los 45 días, aunque continuó disminuyendo en el intervalo entre 60 y 90 días no hubo diferencias ($p \geq 0.05$), solo se registró variación ($p \leq 0.01$) hacia la disminución a los 105 días de rebrote. La FDN y FDA, presentaron el valor significativamente superior a los 105 días, sin embargo, el patrón de concentración en función de la edad varió para la FDN, esta luego de disminuir entre 30 y 45 días, aumentó a los 60 y 75 días de rebrote de forma significativa ($p \leq 0.05$), para a los 90 días disminuir y posteriormente aumentar a los 105 días. La FDA fue más estable químicamente, ya que se comportó en concentración ascendente ($p \leq 0.01$) en función de la edad de la planta (Tabla 5).

La lignina reflejó diferencias ($p \leq 0.01$) entre todas las edades estudiadas, el porcentaje más alto se obtuvo a los 105 días de rebrote al igual que la celulosa, este homopolisacárido entre 60 y 90 días manifestó concentraciones que se relacionaron con la edad intermedia independientemente de manifestar diferencias ($p \leq 0.01$) entre las dos edades mencionadas y el resto de las evaluadas en el estudio.

Para la hemicelulosa las concentraciones fueron variables en función del crecimiento y desarrollo de la planta, se incrementó desde 45 hasta 60 días, edad donde se obtuvo el mayor ($p \leq 0.01$) tenor, para luego mantenerse con incrementos y reducciones de su contenido en el tejido vegetal que marcaron diferencias ($p \leq 0.01$) entre las edades evaluadas (Tabla 5). Para la DMS y DMO, los porcentajes disminuyeron con la edad de rebrote, para DMS se observaron degradaciones por encima del 50 % hasta los 75 días de edad, mientras que para la DMO estas se mantuvieron hasta la última edad contemplada en este estudio. Para DMS las degradaciones oscilaron entre 57.09 y 50.09 % y 61.10 y 50.67 % respectivamente.

El contenido de fósforo disminuyó en función del incremento de la edad de la planta, con respecto a las concentraciones encontradas a los 30 días se obtuvo la mayor ($p \leq 0.001$) concentración, lo contrario sucedió para el calcio, este mostró entre 90 y 105 días de rebrote su mayor contenido para $p \leq 0.001$.

Para los indicadores químicos, estos se determinaron en la edad de rebrote para los dos períodos estacionales, además, se establecieron mediante ecuaciones de regresión las relaciones funcionales entre edad de rebrote e indicadores químicos.

Para la PB, FDN, FDA, LDA, Celulosa, Hemicelulosa y el P, se ajustaron ecuaciones de regresión cúbica con coeficientes de determinación superiores a 0.72, con errores bajos y significación alta (Tabla 6). Para las variables DMS, DMO y el Ca se ajustaron ecuaciones de regresión cuadrática con coeficientes altos superiores a 0.93, nuevamente los errores estándar fueron bajos.

En el período poco lluvioso la PB disminuyó ($p \leq 0.001$) con la edad de la planta, el mayor valor se obtuvo a los 30 días (12.28 %), mientras que la FDN y FDA se incrementaron en función de la edad. La FDN no mostró diferencias entre los 75 y 90 días, luego aumentó significativamente ($p \leq 0.01$) a los 105 días. La FDA mostró su concentración mayor a los 105 días, entre todos los tratamientos se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) (Tabla 6). Por su parte, la lignina incrementó su concentración de forma significativa a partir de los 60 días.

La DMS y DMO disminuyeron en función del incremento de la edad de rebrote, los valores significativamente superiores ($p \leq 0.01$) se obtuvieron a los 30 días de edad en ambas degradabilidades, es importante destacar que, aunque entre cada edad significaron diferencias ($p \leq 0.01$), para la DMS hasta los 75 días se obtuvieron degradabilidades superiores a 50 %, mientras que, para la DMO, se mantuvieron por encima del valor comentado hasta los 105 días de edad.

Las concentraciones de fósforo, aunque disminuyeron con la edad de la planta de forma gradual, entre las edades 30 y 45; 65 y 70; y 90 y 105 días no se observaron diferencias ($p \geq 0.05$), solo entre los pares de estas edades se mostraron las diferencias ($p \leq 0.01$). el valor significativamente superior osciló entre 0.26 y 0.25 % señalados en las dos primeras edades (Tabla 7). Para el Ca, el incremento fue con la edad de la planta, las edades 60, 75 y 90 días no mostraron diferencias significativas, algo similar ocurrió entre 45 y 60.

El menor porcentaje de celulosa se obtuvo a los 30 días, aunque no se mostraron diferencias entre 45 y 60 días, algo similar ocurrió entre 75 y 90. La hemicelulosa nuevamente presentó concentraciones que aumentaban y disminuían con la edad, el valor más bajo ($p \leq 0.01$) se registró entre 30 y 45 días (Tabla 7).

Al establecer la relación funcional entre la edad y la composición química en el período poco lluvioso, se apreció que las variables FDN, FDA, LDA, Hemicelulosa, DMS, DMO y P, se ajustaron a ecuaciones de regresión cuadrática, en todos los casos excepto para la hemicelulosa ($R^2=0.69$), los coeficientes de determinación fueron altos, con errores estándar bajos (Tabla 8). Las variables PB, Celulosa y Ca, se ajustaron a ecuaciones de regresión cúbica. Para estos casos los coeficientes fueron superiores a 0.92, con errores estándar bajos y significación alta.

DISCUSIÓN

El incremento del rendimiento con la edad de rebrote en el período lluvioso (Tabla 3) se puede atribuir entre otros factores, al aumento del proceso fotosintético y la síntesis de metabolitos necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que trae consigo acumulación de materia seca (Del Pozo *et al.*, 2001; Ramírez *et al.*, 2010). Otro estudio en el trópico reflejó rendimientos superiores a los notificados en este trabajo, estos autores reportaron valores superiores a las siete toneladas a los 56 días de rebrote, lo que sin duda estuvo influenciado por las condiciones climáticas (Nguku *et al.*, 2016). Sin embargo, Reyes-Pérez *et al.* (2018), señaló

valores inferiores de rendimiento ($1.18 \text{ t MS ha}^{-1}$) al estudiar la *Brachiaria decumbens* a los 63 días de rebrote en condiciones climáticas del oriente de Cuba. Esta región se caracteriza por altas temperaturas, precipitaciones no superiores a los 1,000 mm, suelos erosionados y en proceso de degradación. Se plantea que cualquier variación que exista en los procesos fisiológicos, es una respuesta al régimen térmico, precipitaciones y distribución, factores que influyen directamente en la producción de materia seca y sus componentes, aunque es preciso no obviar 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 (Méndez *et al.*, 2018).

En el período lluvioso el porcentaje de hojas disminuyó y el de los tallos aumentó (Tabla 3), mientras que en el poco lluvioso (Tabla 3) la proporción de hojas hasta los 105 días superó la de los tallos. Estudios similares en especies de *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens* y *B. brizantha*, notificaron relaciones hoja/tallos a los 60 días de 0.85; 2.24 y 7.34, respectivamente, lo que reafirmó la capacidad que tienen estas especies de producir mayor cantidad de hojas con respecto a los tallos bajo determinadas condiciones climáticas (Espínola y Paniagua, 2010). En Cuba, en el período lluvioso los días con radiación e intensidad son mayores, con promedios de $482 \text{ cal cm}^2 \text{ día}^{-1}$, respecto al poco lluvioso ($360 \text{ cal cm}^2 \text{ día}^{-1}$), este último se describe por días con nubosidad y radiación solar difusa (Ledea, 2016), por lo que las plantas responden a estos estímulos de forma tal, en lluvias, alargan el tallo y pierden hojas, característico de crecimiento acelerado y rápida maduración de los tejidos, mientras en las pocas lluvias, es necesario para captar la energía difusa, ampliar las hojas (largo y ancho) y conservar la mayor cantidad de las mismas, ya que el crecimiento se hace más lento por la baja disponibilidad de carbohidratos osmóticamente activos para la síntesis de carbohidratos solubles y estructurales (Fortes *et al.*, 2016; Arias *et al.*, 2019), este mecanismo tiene una repercusión directa en cuanto a la calidad del forraje, donde en las primeras semanas de rebrote según Ortega *et al.* (2015), existe una redistribución de nutrientes en función de las demandas del estado fenológico de la planta, donde la principal inversión es en crecimiento y desarrollo.

Por otra parte, los mecanismos morfológicos condicionados por las estaciones climáticas determinan la efectividad de los sistemas de manejo cuando se trabaja con cortes sucesivos para obtener doseles de calidad. Así, Njarui *et al.* (2016) utilizaron la fertilización química para minimizar los efectos antes mencionados. Estos autores fertilizaron ocho variedades de *Brachiaria decumbens* con Nitrato de amonio y calcio; y Triple fosfato solo en temporada de lluvias, alcanzando producciones de MS que oscilaron entre 4.3 y 7.2 t MS ha^{-1} (Katumani) y 1.7 y 5.6 t MS ha^{-1} (Ithoukwe), aunque estos rendimientos superan los obtenidos en este estudio, dichos autores refieren los valores señalados como bajos en comparación con resultados en otras regiones donde se alcanzaron 16 t MS ha^{-1} (Tailandia), destacando como predisposición para la disminución de la productividad, la baja disponibilidad de

agua a partir de las precipitaciones y la poca retención de humedad en el suelo.

Los resultados y elementos antes expuestos permiten establecer que los cambios en la composición morfológica están condicionados por las condiciones edáficas y climáticas, las cuales pueden incrementar o disminuir el rendimiento, crecimiento de las hojas y tallos, así como variar sus proporciones, según la edad de rebrote (Reyes-Pérez *et al.*, 2018). Esta última determina la distribución de materia seca en los componentes morfológicos. La proporción de hojas en el forraje cosechado disminuye al aumentar el intervalo entre cosechas, debido al mayor crecimiento del tallo, cuando las condiciones ambientales son favorables para el crecimiento de las plantas tal como sucede en la época de lluvias. De ahí que el manejo de la defoliación de una pradera influye en la velocidad de crecimiento, producción, composición botánica, calidad y su persistencia (Nantes *et al.*, 2013). Lo que indica que es importante considerar no solo el rendimiento del forraje, sino también la proporción de hojas en relación con los tallos para considerar las producciones por unidad de superficie con calidad, lo que repercute de forma directa en la calidad del alimento y en la producción a la que está destinado el animal, ya sea leche o carne.

La relación funcional establecida entre la edad y los indicadores del rendimiento (rendimiento de materia seca, porcentajes de hojas y tallos), indicó ajustes de ecuaciones cuadráticas entre estas variables en los dos períodos estudiados (Tabla 3). Estudios en Cuba informaron ecuaciones de regresión cuadráticas y cúbicas para la especie *Brachiaria híbrida* (Ramírez *et al.*, 2010). Este autor notificó altos coeficientes de determinación y bajos errores estándar al establecer la relación entre la edad e indicadores del rendimiento, argumentando que esos elementos indican la alta dependencia de las variables morfológicas respecto a la edad. Rodríguez *et al.* (2013), notificaron resultados similares en especies de gramíneas tropicales, donde encontraron altos coeficientes de regresión y bajos errores estándar, lo que le confirió al modelo mayor precisión. Estos estudios informaron que la utilización de estos modelos puede constituir una solución al problema de estimar la producción de biomasa, a partir de los principales factores que intervienen en su desarrollo, lo que contribuye a establecer estrategias eficientes de manejo para su uso en la producción de leche y carne.

Al analizar la composición química, se pudo observar en los dos períodos (lluvioso y poco lluvioso) la disminución del porcentaje de proteína y el aumento de la fracción fibrosa al incrementar la edad de rebrote (Tablas 4 y 6). Los valores obtenidos se corresponden con los señalados por López García *et al.* (2017) y Reyes-Pérez *et al.* (2018) en *Brachiaria brizantha* y *Andropogon gayanus*. Estas respuestas químicas se justifican a partir de la relación inversamente proporcional que existe entre la MS y la proteína, esta fue descrita por Juárez y Bolaños (2007), y se manifiesta en todas las pasturas tropicales inherentemente de considerarse o no la edad de corte o rebrote de la planta.

Tabla 4. Ecuaciones de regresión entre la edad de rebrote e indicadores agronómicos en *Brachiaria decumbens* en dos periodos climáticos.

Table 4. Regression equations between regrowth age and agronomic indicators in *Brachiaria decumbens* at two climatic periods.

Período lluvioso			
	EE±	R ²	P
Rendimiento=-5.30+0.23(±0.01) E-0.001(±0.0001) E ²	0.31	0.93	0.001
Porcentaje de Hojas=120.2-1.97(±0.03) E+0.01(±0.001) E ²	2.37	0.98	0.0001
Porcentaje de tallos=-2.49+1.30(±0.02) E-0.007(±0.002) E ²	1.89	0.97	0.001
Período poco lluvioso			
Rendimiento=-2.25+0.10(±0.002) E-0.0007(±0.0001) E ²	0.17	0.89	0.001
Porcentaje de Hojas=86.24-0.46(±0.02) E+0.001(±0.0002) E ²	1.21	0.98	0.001
Porcentaje de tallos=25.43+0.03(±0.002) E+0.0006(±0.0001) E ²	0.25	0.99	0.0001

Tabla 5. Composición química y digestibilidad ruminal in situ de la *Brachiaria decumbens* en diferentes edades de rebrote en el período lluvioso.

Table 5. Chemical composition and in situ ruminal digestibility of *Brachiaria decumbens* at different regrowth ages during rainy season.

Variables químicas	Edad (días)						EE±	P
	30	45	60	75	90	105		
PB (%)	11.82 ^a	6.24 ^b	5.74 ^c	5.43 ^c	5.62 ^c	3.82 ^d	0.52	0.01
FDN (%)	60.52 ^e	71.64 ^d	72.06 ^c	73.46 ^b	72.90 ^b	76.43 ^a	1.04	0.01
FDA %	31.93 ^e	39.02 ^d	41.13 ^c	41.68 ^c	43.20 ^b	45.22 ^a	0.88	0.01
LDA (%)	3.69 ^e	4.33 ^d	4.68 ^c	4.56 ^c	5.06 ^b	5.45 ^a	0.11	0.01
Celulosa (%)	28.24 ^e	34.69 ^d	36.45 ^c	37.12 ^{bc}	38.15 ^b	39.77 ^a	0.77	0.01
Hemicelulosa (%)	28.59 ^d	32.63 ^a	30.93 ^c	31.78 ^b	29.70 ^d	31.21 ^c	0.28	0.01
DMS (%)	57.09 ^a	53.57 ^b	52.31 ^c	50.09 ^d	47.13 ^e	45.83 ^f	0.79	0.001
DMO (%)	61.10 ^a	57.58 ^b	55.42 ^c	54.11 ^c	51.24 ^d	50.67 ^d	0.75	0.001
P (%)	0.32 ^a	0.19 ^b	0.14 ^c	0.15 ^{cd}	0.16 ^{de}	0.17 ^e	0.01	0.01
Ca (%)	0.26 ^d	0.28 ^d	0.36 ^c	0.40 ^b	0.50 ^a	0.50 ^a	0.02	0.01

Letras desiguales en una misma fila difieren según Keuls (1952).

Tabla 6. Ecuaciones de regresión entre la edad de rebrote e indicadores de la composición química y digestibilidad ruminal in situ en la *Brachiaria decumbens* en el período lluvioso.

Table 6. Regression equations between regrowth age, and chemical composition and in situ ruminal digestibility indicators in *Brachiaria decumbens* during rainy season.

Ecuación	EE±	R ²	P
PB=40.36-1,49(±0.05) E+ 0,02(±0.001) E ² -0,0001(±0.00001) E ³	0.33	0.98	0.001
FDN=6,06+2,85(±0.91) E-0,002(±0.0001) E ² +0,0001(±0.00001) E ³	0.84	0.98	0.001
FAD=-0,60+1,65(±0.07) E-0,02(±0.001) E ² +0,0001(±0.00001) E ³	0.99	0.99	0.001
LAD=0,35+0,17(±0.03) E-0,002(±0.0001) E ² +0,00001(±0.000001) E ³	0.14	0.94	0.001
Celulosa=-0,96+1,47(±0.06) E-0,01(±0.003) E ² +0,0001(±0.00001) E ³	0.33	0.99	0.0001
Hemicelulosa=6,66+1,19(±0.04) E-0,02(±0.003) E ² +0,0001(±0.00001) E ³	0.77	0.72	0.01
DMS=62,35-0,19(±0.01) E+ 0,0003(±0.00001) E ²	0.48	0.98	0.001
DMO=68,03-0,26(±0.003) E 0,0009(±0.00002) E ²	0.47	0.98	0.001
P=0,93-0,03(±0.002) E+ 0,0003(±0.0001) E ² -0,0001(±0.00001) E ³	0.01	0.94	0.001
Ca=0,12+ 0,003(±0.0001) E-0,00002(±0.00001) E ²	0.02	0.93	0.002

Los valores para FDN, FDA, LAD y Celulosa en función de la edad de rebrote fueron similares a los obtenidos por González *et al.* (2012), al estudiar pastos del género *Brachiaria*. Sin embargo, el comportamiento de estas mismas variables coincide con el descrito por Ledea *et al.* (2018) en tres variedades de *Cenchrus purpureus* en las condiciones del oriente de Cuba. Para la celulosa estos autores encontraron mayor concentración y variabilidad en la estación de lluvias, adjudicado principalmente a la prevalencia de altas temperaturas y mayor exposición a radiación solar que estimula la síntesis de homopolisacáridos por encima de los hetepolisacáridos, donde se encuentra la poliosa. En este sentido es de destacar que para que esta se sintetice es necesario la incorporación del grupo amino a la estructura química de la hemicelulosa, y que al persistir altas temperaturas no se logra, ya que el transporte del grupo funcional es mediante enzimas y estas, se desnaturalizan por las altas temperaturas, lo que puede explicar los resultados de esta investigación, ya que son condiciones que prevalecen en el oriente cubano.

Por otra parte, la FDA y FDN, agrupan carbohidratos estructurales y minerales en su denominación, el ácido detergente concentra lignina, celulosa y sílice, mientras que el neutro detergente, además de estos constituyentes incluye también la hemicelulosa. Así, en la tabla 6, se puede constatar que el patrón de la FDA es similar al mostrado por la celulosa y el de la FDN similar al de la hemicelulosa. Esto se debe según Ledea (2016) a que, la superioridad cuantitativa de un carbohidrato estructural sobre otro sería la respuesta o comportamiento que asumiría el resultado analítico. Este mismo autor notificó resultados para el período lluvioso, donde mostró coeficientes de correlación entre la FDA y celulosa de 0.99, con contribuciones de modificación de la celulosa sobre la FDA de 98 %, mientras que la FDN se correlacionó mayoritariamente con la lignina (0.83), denotando en su estudio que en la época de lluvias es la lignina dentro de la FDN quien mayor implicación tiene en su variabilidad, en el presente estudio no se desarrollaron matrices, pero es posible que parte de los fenómenos mencionados se pusieran de manifiesto con la particularidad de la especie en estudio.

La DMS y DMO disminuyeron en la medida que avanzó la edad de rebrote en los dos períodos estudiados. La disminución de la digestibilidad de la materia seca y orgánica con el aumento de la edad está influenciada relativamente por el crecimiento de la planta (madurez), es bien conocido el incremento de la fracción fibrosa con el incremento de la edad, sin embargo, afecta de forma diferente al rumiante. En este sentido Barrera *et al.* (2015), relacionaron la progresiva depresión de la degradabilidad a las interrelaciones que se establecen entre los carbohidratos estructurales y compuestos fenólicos y no a la presencia de los mismos en la pared celular, mientras que en otro estudio de evaluación de degradabilidad de hojas, tallos y planta íntegra Ledea-Rodríguez *et al.* (2018) señalaron que la reducción de la degradabilidad en función con el aumento de la edad se vinculaba con la salud del ambiente ruminal, ya que la expresión de la degradación de este componente está directamente relacionado con

la masa microbiana que coloniza el bolo alimenticio, en el presente estudio la DMO no se afectó drásticamente, sugiriendo que está disponible a nivel de la estructura celular y la microflora microbiana puede hacer uso de la misma sin prolongados tiempos de retención, mientras que para la DMS, los resultados en este estudio se relacionan con el patrón de degradación ruminal para esta fracción.

Resultados superiores al 50 % de digestibilidad para estas especies fueron obtenidos por Barrera *et al.* (2015) y Mojica *et al.* (2017). Mientras que Cruz *et al.* (2017) en *Brachiaria humidicola*, con frecuencias de corte cada 21 y 28 días encontraron resultados de 54-60 %, valores estos por encima a los alcanzados en el presente estudio. Sin embargo, no deben catalogarse como reducidas las degradabilidades tanto de la MS como de la MO, ya que ambas superaron el 50% de degradación, constituyendo este valor, como límite superior permisible para gramíneas tropicales por las relaciones e interrelaciones que se establecen entre los constituyentes de la pared celular, y no por la mera cuantificación de un carbohidrato estructural.

En el contenido de fósforo y calcio (Tabla 4 y 6), se obtuvieron variabilidades para cada mineral. En el caso del fósforo su concentración disminuyó en función de la edad, comportamiento considerado como normal, ya que este es un mineral móvil y tiene su mayor representatividad en las primeras edades donde el crecimiento es activo, debido a su participación en el control de los procesos metabólicos, activación de enzimas y mediador de los procesos energéticos de la planta, sin embargo, las concentraciones observadas en la tabla 4 y 6, a partir de los 45 días son inferiores a 0.2 %, valor referido por Domínguez *et al.* (2012) necesario para que la planta cumpla con sus funciones básicas de crecimiento y desarrollo. Las condiciones edáficas pudieron intervenir de forma negativa en la absorción de fósforo, ya que según Canesin *et al.* (2012) en rangos de acidez entre 5.5-6.2 se puede afectar el proceso de absorción de minerales por parte del sistema radical de la planta al presentarse como $(PO_4)_2Ca_3$, y de esta forma no ser asimilado, ya que según las características químicas del suelo donde se cultivó el pasto el valor de pH fue de 6.5 (Tabla 1).

Arias y Hernández (2002) señalaron valores entre 0,16-0,23 % para P y 0,22 y 0,48 % en el Ca en *Brachiaria humidicola*, similares a los obtenidos en este trabajo, pero sugirieron que valores inferiores a 0,25 % son críticos para animales en pastoreo. Según Balseca *et al.* (2015) el comportamiento de los minerales en los pastos es atribuible al efecto de los factores del clima específicamente de las lluvias y las temperaturas, que propician que estos elementos necesarios para el crecimiento de las plantas se encuentren en la disolución del suelo, y las raíces tengan relativa facilidad para su absorción, patrón de respuesta que fue confirmado por Jarma *et al.* (2012) en *Brachiaria humidicola* y Merlo-Maydana *et al.* (2017) en *Brachiaria brizantha*. Sin embargo, Valbuena *et al.* (2016) y López García *et al.* (2017) en *Brachiaria brizantha* y Patiño *et al.* (2018) en *Megathyrus maximus* encontraron que la ceniza tiende a decaer con el aumento de la edad, debido

Tabla 7. Composición química y digestibilidad ruminal in situ de la *Brachiaria decumbens* en diferentes edades de rebrote en el período poco lluvioso.

Table 7. Chemical composition and in situ ruminal digestibility of *Brachiaria decumbens* at different regrowth ages during dry season.

Variables químicas	Edad (días)						EE±	P
	30	45	60	75	90	105		
PB (%)	12.28 ^a	8.29 ^b	6.17 ^c	6.20 ^c	5.31 ^d	4.24 ^e	0.54	0.001
FDN (%)	62.99 ^e	64.35 ^d	67.97 ^c	69.41 ^b	69.69 ^b	75.96 ^a	0.87	0.002
FDA %	32.80 ^f	33.76 ^e	34.32 ^d	36.36 ^c	37.40 ^b	42.43 ^a	0.66	0.01
Lignina (%)	3.16 ^e	3.29 ^e	3.73 ^d	4.06 ^c	4.49 ^b	5.01 ^a	0.13	0.001
Celulosa (%)	29.64 ^d	30.47 ^c	30.59 ^c	32.59 ^b	32.91 ^b	37.41 ^a	0.53	0.01
Hemicelulosa (%)	30.18 ^d	30.58 ^d	33.65 ^a	33.05 ^b	32.28 ^c	33.53 ^a	0.28	0.01
DMS (%)	61.13 ^a	59.07 ^b	54.39 ^c	51.64 ^d	48.37 ^e	46.33 ^f	1.11	0.001
DMO (%)	64.51 ^a	62.84 ^b	59.57 ^c	55.73 ^d	52.10 ^e	50.27 ^f	1.09	0.001
P (%)	0.26 ^a	0.25 ^a	0.18 ^b	0.17 ^{bc}	0.16 ^c	0.16 ^c	0.01	0.01
Ca (%)	0.30 ^d	0.36 ^c	0.38 ^{bc}	0.40 ^b	0.40 ^b	0.46 ^a	0.01	0.01

Letras desiguales en una misma fila difieren según Keuls (1952).

Tabla 8. Ecuaciones de regresión entre la edad de rebrote, y los indicadores de la composición química y digestibilidad ruminal in situ en la *Brachiaria decumbens* en el período poco lluvioso.

Table 8. Regression equations between regrowth age, and chemical composition and in situ ruminal digestibility indicators in *Brachiaria decumbens* during dry season.

Ecuación	EE±	R ²	P
PB =31,72-0,96(±0,05) E+0,012(±0,001) E ² -0,0005(±0,00004) E ³	0.23	0.99	0.001
FDN =61,26+ 0,03(±0,005) E+0,001(±0,0004) E ²	1.19	0.93	0.001
FAD =35,21-0,12(±0,033) E+0,001(±0,0002) E ²	0.29	0.96	0.001
LAD =2,86+ 0,004(±0,0004) E+0,0001(±0,00003) E ²	0.09	0.98	0.001
Celulosa =22,88+ 0,38(±0,11) E-0,006(±0,001) E ² +0,00004(±0,00001) E ³	0.46	0.97	0.001
Hemicelulosa =26,05+ 0,15(±0,04) E-0,001(±0,0002) E ²	0.81	0.69	0.01
DMS =69,26-0,26(±0,02) E+ 0,0004(±0,0002) E ²	0.56	0.99	0.001
DMO =70.58-0,17(±0,03) E-0,0001(±0,00002) E ²	0.69	0.98	0.001
P =0,41-0,005(±0,001) E+ 0,0003(±0,0001) E ²	0.02	0.83	0.002
Ca =-0,05+ 0,02(±0,003) E-0,0002(±0,0001) E ² +0,00001(0,000003) E ³	0.01	0.92	0.0002

a que las plantas requieren diferentes cuantías de minerales dependiendo de su estado fenológico.

De forma general los modelos que describieron las diferentes variables evaluadas se ajustaron a ecuaciones de regresiones cuadráticas y cúbicas, con altos coeficientes. Los trabajos de Rodríguez *et al.* (2013), reportaron modelos cúbicos y cuadráticos para describir el rendimiento y la calidad de diferentes especies de pastos tropicales. Así, Uvidía *et al.* (2015 y 2018), describieron el crecimiento en función de la edad para diferentes variables de calidad en la amazonia ecuatoriana, reafirmando la importancia de los modelos para relacionar estas variables, lo que le confiere importancia a este trabajo.

Otros resultados notificaron el empleo de modelos para explicar la relación entre la edad y la composición química. Ramírez *et al.* (2016), establecieron ecuaciones de regresiones múltiples en la especie *Cenchrus purpureus*, estos autores encontraron altos coeficientes de regresión y bajos errores estándar, lo que le confirió al modelo mayor precisión

(Guerra *et al.*, 2003). Otros trabajos en diferentes especies de pastos tropicales reflejaron modelos de regresión para relacionar la edad con la composición de géneros como el *Cenchrus* y *Brachiaria* (Ramírez *et al.*, 2010; Ordaz *et al.*, 2018) justificando los resultados de esta investigación.

CONCLUSIONES

La composición química, digestibilidad y rendimiento de *Brachiaria decumbens* fue influenciada de forma directa por las diferentes edades de rebrote, al aumentar la producción de la planta y disminuir su calidad. Se obtuvieron ecuaciones de regresión cuadráticas y cúbicas que establecieron una estrecha relación de la edad con los indicadores del rendimiento, la composición química y digestibilidad.

REFERENCIAS

- Argel, P.J., Miles, J.W., Guiot, J.D. & Lascano, C.E. 2006. Cultivar Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36061) Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos. Disponible

- en: ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/CV%20Mulato.pdf.
- Arias, A. & Hernández, H. 2002. Composición química del pasto aguja (*Brachiaria humidicola*) sometida a pastoreo en una finca del Municipio Guanare Estado Portuguesa. Revista Científica. 2: 562-565.
- Arias, R.C., Reyes, J.J.; Ledea, J.L.; Benítez, D.G.; Ray, J.V. & Hernández, L.G. 2019. Respuesta agroproductiva de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus*. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 22: 79-86.
- Avilés, R. R., Delgadillo, S. J. A., Flores, J. A., Flores, N. M.J., Vargas, C. A. A., Barrón, B. O., Sánchez, H. A., & Hernández, H. H. 2021. Efecto del periodo seco en cabras bajo condiciones de pastoreo, en el volumen y cantidad de compuestos lácteos subsecuente. Biotecnia. 23(1): 86-91.
- Balseca D. G., Cienfuegos E. G., López H. B., Guevara H. P., & Martínez J. C. 2015. Nutritional value of Brachiarias and forage legumes in the humid tropics of Ecuador. Ciencia e Investigación Agraria. 42: 57-63.
- Barrera, A.E., Avellaneda, J.H., Tapia, E.O., Peña, M.M., Molina, C.A. & Casanova, L.M. 2015. Composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum* sp. Ciencias Agrarias. 8(2): 13-27.
- Bartlett, M. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. Proceedings of the Royal Society of London. Ser. A. 160(2): 268-282.
- Canesin, R.C., Fiorentini, G. & Berchielli, T.T. 2012. Innovations and challenges in food evaluation in ruminant nutrition. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. 13(4): 938-953.
- 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(1y 2): 17-26.
- Del Pozo, P.P., Herrera, R.S., García, M., Cruz, A.M. & Romero, A. 2001. Análisis del crecimiento y desarrollo del pasto estrella con y sin adición de fertilizante nitrogenado. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 35(1): 51-58.
- Domínguez Gómez, T.G., Ramírez Lozano, R.G., Estrada Castillón, A.E., Scott Morales, L.M., González Rodríguez, H. & Alvarado, M.D.S. 2012. Importancia nutricional en plantas forrajeras del matorral espinoso tamaulipeco. Ciencia UANL. 15(59): 77-93
- Espinola, C.J. & Paniagua, P.L. 2010. Determinación de rendimiento y calidad forrajera de especies del género *Brachiaria*, en un suelo derivado de granito. Investigación Agraria. 12(1):5-10.
- FAO. 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. DOI: <http://www.fao.org/publications>
- Fernández, D., López, M., Pérez, Y., Arzola, J. & De la Fe, G. 2015. Evaluación del comportamiento en corte de cultivares de los géneros *Megathyrus* y *Brachiarias* introducidas en suelo Ferralítico rojo. Ecosistema Ganadero. 2(1 y 2): 27-34.
- Fernández, J.L., Benítez, D.E., Gómez, I., de Souza, A. & Espinosa, R. 2004. Rendimiento de materia seca y proteína bruta del pasto *Panicum maximum* vc. Likoni en un suelo vertisuelo de la provincia Granma. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 38(4): 417-421.
- Fortes, D., Valenciaga, D., García, C.R., García, M., Cruz, A.M. & Romero, A. 2016. Evaluation of three varieties of *Megathyrus maximus* in the dry period. Cuban Journal of Agricultural Science. 50(1): 131-137.
- Goering, H.K. & Van-Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agricultural Handbook, US No 379. USDA, WA, USA.
- González Arcia, M., Valles de la Mora, B., Alonso Díaz, M.Á., Castillo Gallegos, E., Ocaña Zavaleta, E. & Jarillo Rodríguez, J. 2012. Effect of grazing *Cratylia argentea* associated with *Brachiaria brizantha* Toledo on quality pasture and weight gain in holstein x zebu heifers. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 15 (SUP 2): 1-11.
- Guerra, C., Cabrera, A. & Fernández, L. 2003. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 37(1): 3-10.
- Herrera, R.S. 2006. Pastos tropicales, contribución a la Fisiología, establecimiento, rendimiento de biomasa, producción de biomasa, producción de semillas y reciclaje de nutrientes, Ed. EDICA. ICA, La Habana. p. 37.
- Jarma, A., Maza, L., Pineda, A. & Hernández, J. 2012. Aspectos fisiológicos y bromatológicos de *Brachiaria humidicola*. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 7(1): 88-99.
- Juárez, J. & Bolaños, E.D. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. Universidad y Ciencia. 23(1): 81-90.
- Keuls, M. 1952. "The use of the 'studentized range' in connection with an analysis of variance". Euphytica, 1(2): 112-122.
- Latimer, G.W. 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed. AOAC International, Rockville, MD, USA. <http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>.
- Ledea, J.J. 2016. Caracterización de la composición químico-nutritiva de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* en condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. (Maestro en Ciencias). Universidad de Granma. <https://www.udg.co.cu/index.php/es/investigacion/centros-de-estudio/ceqa>
- Ledea-Rodríguez, J.L., Ray-Ramírez, J.V. & Reyes-Pérez, J.J. 2018. Ruminal degradability of organic matter of varieties of drought tolerant *Cenchrus purpureus*. Agronomía Mesoamericana. 29(2): 375-387.
- López García, F.A.; Alberto Miranda, J.A. & Calero, W.A. 2017. Producción y calidad de forraje con enmiendas orgánicas en pastura (*Brachiaria brizantha*), en la Costa Caribe Sur de Nicaragua. Revista Universitaria del Caribe. 18(1): 83-90.
- Massey, F.J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. Journal of the American Statistical Association. 68-78.
- Méndez, Y., Suárez, F.O., Verdecia, D.M., Herrera, R.S., Labrada, J.A., Murillo, B. & Ramírez, J. L. 2018. Caracterización bromatológica del Follaje de *Moringa oleifera* en diferentes estadios de desarrollo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 52(3):337-346.
- Merlo-Maydana, F.E., Ramírez-Avilés, L., Ayala-Burgos, A.J. & Ku-Vera, J.C. 2017. Efecto de la edad de corte y la época del año sobre el rendimiento y calidad de *Brachiaria brizantha*. Journal of the Selva Andina Animal Science. 4(2): 116-127.
- Mojica, J.E., Castro, E., Carulla, J. & Lascano, C.E. 2017. Efecto de la edad de rebrote sobre el perfil de ácidos grasos en gramíneas tropicales. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 18(2): 217-232.

- Nantes, N.N., Euclides, V.P.B., Montagner, D.B., Lempp, B., Barbosa, R.A. & Gois, P.O.D. 2013. Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 48(1):114-121.
- Nguku, S.A., Njarui, D.N., Musimba, N.K., Amwata, D. & Kaindi, E.M. 2016. Primary production variables of *Brachiaria* grass cultivars in kenya drylands. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 19(1): 29 - 39. ISSN: 1870-0462.
- Njarui, D.M.G., Gatheru, M., Ghimire, S.R. & Mureithi, J.G. 2016. Effects of seasons and cutting intervals on productivity and nutritive value of *Brachiaria* grass cultivars in semi-arid eastern Kenya (DMG Njarui, EM Gichangi, SR Ghimire, RW Muinga, eds.). In *Climate smart Brachiaria grasses for improving livestock production in East Africa: Kenya Experience. Proceedings of a workshop* (pp. 46-61).
- Navarro, V. C. L., Ibarra, V. L. M., Diosdado, R. J. D., Madriz, E. A. L., Cardona, L. M. A., Varela, H. J. J., Silva, S. J., Arvizu, M. S. M. & Padilla, F. J. J. 2021. Frecuencia, distribución territorial y resistencia a los antimicrobianos de *Salmonella* spp. aislada de heces de ganado bovino de la región Altos Sur en el estado de Jalisco, México. *Biocencia*. 23 (3): 5-13.
- Official Methods of Analysis ff AOAC International - 20th Edition. (2016). BOOK by AOAC International, 2016. Editor: Dr. George W. Latimer, Jr.
- Ørskov, E.R. & McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*. 92:499-503. doi:10.1017/S0021859600063048.
- Ortega, C., Lemus, C., Bugarín, J., Santiago, A., Ramos, A., Grageola, O. & Bonilla, J. 2015. Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 18(3): 291-301.
- Patiño, R.M., Gómez, R. & Navarro, O.A. 2018. Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrus maximus*, Jacq.) manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. *Revista Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 13(1): 17-30.
- Ramírez, J.L., Herrera, R.S., Leonard, I., Verdecia, D. & Álvarez, Y. 2012. Rendimiento y calidad de la *Brachiaria decumbens* en suelo fluvisol del Valle del Cauto, Cuba. *REDVET* 13(4): 1-11.
- Ramírez, J.L., Herrera, R.S., Leonard, I., Verdecia, D., Álvarez, Y., Arceo, Y. & Uvidia, H. 2016. "Influencia del clima en la calidad de dos variedades de *Megathyrus maximus* en ecosistemas frágiles y degradados de Cuba". In: IV Convención Internacional Agrodesarrollo, Matanzas, Cuba: Estación Experimental 'Indio Hatuey'
- Ramírez, R.O., Hernández, G.A., Carneiro, S.S., Pérez, P.J., de Souza J.S.J. Castro, R.R. & Enríquez Q.J.F. 2010. Características morfogénicas y su influencia en el Rendimiento del pasto mombaza, cosechado a diferentes Intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12: 303 - 311.
- Reyes-Pérez, J.J., Méndez-Martínez, Y., Verdecia, D.M., Luna-Murillo, R.A., Hernández Montiel, L.G. & Herrera, R.S. 2018. Componentes del rendimiento y la composición bromatológica de tres variedades de *Brachiaria* en la zona El Emplame, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 52(4): 435-445.
- Rodríguez, L., Lardue, R., Martínez, R.O. Torres, V., Herrera, M., Medina, Y. & Noda, A. 2013. Modelación de la dinámica de acumulación de biomasa en *Pennisetum purpureum* vc. king grass en el occidente de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 47(2): 119-124.
- Rojas-García, A.R., Torres-Salado, N., Maldonado-Peralta, M.D.L.Á., Sánchez-Santillán, P., García-Balbuena, A., Mendoza-Pedroza, S.I. & Hernández-Garay, A. 2018. Curva de crecimiento y calidad del pasto cobra (*Brachiaria* híbrido br02/1794) a dos intensidades de corte. *Agroproductividad*. 11(5): 34-38.
- SPSS. 2012. Software for Window, release 21.0, INC., Chicago, IL USA.
- 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*. 16 (6): 1-5.
- Uvidia-Cabadina, H.A., Ramirez-De-La-Rivera, J.L., De Decker, M., Torres, B., Samaniego-Guzmán, E.O., Ortega-Tenezaca, D. B. & Uvidia-Armijo, L.A. 2018. Influence of age and climate in the production of *Cenchrus purpureus* in the ecuadorian amazon region. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 21: 95-100.
- Valbuena, N., Tejos, R. & Terán, Y. 2016. Efecto de fertilización nitrogenada e intervalo entre cortes sobre contenido de proteína y fibra en *Brachiaria brizantha* cv. Toledo en portuguesa. *Revista Unellez Ciencia y Tecnología*. 34(1): 25-32.