

## Artículo Científico

## Efecto de la edad de rebrote y época del año sobre la biomasa y calidad bromatológica en gramíneas utilizadas en tres zonas agroclimáticas de Costa Rica (I PARTE)

José M. Núñez-Arroyo<sup>1</sup>, José P. Jiménez-Castro<sup>2</sup>, Carlos M. Tobía-Rivero<sup>3</sup>, Luis M. Arias-Gamboa<sup>4</sup>, Esteban Jiménez-Alfaro<sup>5</sup>, José E. Padilla-Fallas<sup>6</sup>

## RESUMEN

El trabajo de investigación consistió en la evaluación de siete especies forrajeras a diferentes edades de rebrote, en dos épocas del año y en tres diferentes zonas agroclimáticas de Costa Rica. Se utilizó un diseño de tratamientos con arreglo factorial 7x2x4 (especies forrajeras, época del año y días rebrote) con 3 repeticiones, para un total de 168 unidades experimentales. A cada muestra se le evaluó la biomasa (kg MS/ha), la concentración de materia seca (%MS), de proteína cruda (%PC), de cenizas (%CE) y de extracto etéreo (%EE). En la zona de mayor altitud se evaluaron los pastos de *Kikuyuocloa clandestinum* (Kikuyo) y *Lolium perenne* (Ryegrass perenne), donde el mayor contenido de PC (18,9%) se presentó en el pasto Ryegrass en la época seca a los 28 días de rebrote (interacción triple,  $p < 0.01$ ) y obtuvo el mayor contenido de CE (17,0%) en la época seca a los 42 días de rebrote (interacción triple,  $p < 0.01$ ). En la zona intermedia se evaluó el pasto *Cynodon nlemfuensis* (estrella africana) donde el mayor contenido de MS (36,6%) se presentó en la época seca a los 28 días de rebrote (interacción doble,  $p < 0.05$ ) y la mayor producción de biomasa (5240 kgMS/ha) a los 56 días de la época lluviosa (interacción doble,  $p < 0.05$ ). En la zona baja se

<sup>1</sup>José Mario Núñez-Arroyo. Universidad Nacional de Costa Rica. Correo electrónico: jose.nunez.arroyo@una.cr (<https://orcid.org/0000-0002-6705-9520>).

<sup>2</sup>José Pablo Jiménez-Castro. Independiente. Autor para correspondencia: josepablo.jimenez@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-2136-3076>).

<sup>3</sup>Carlos Miguel Tobía-Rivero. Universidad Nacional de Costa Rica. Correo electrónico: carlos.tobia.rivero@una.cr

<sup>4</sup>Luis Mauricio Arias-Gamboa. Universidad Nacional de Costa Rica. Correo electrónico: luis.arias.gamboa@una.cr (<https://orcid.org/0000-0003-1214-5648>).

<sup>5</sup>Esteban Jiménez-Alfaro. Universidad Nacional de Costa Rica. Correo electrónico: esteban.jimenez.alfaro@una.cr

<sup>6</sup>José Enrique Padilla-Fallas. Universidad Nacional de Costa Rica. Correo electrónico: jose.padilla.fallas@una.cr (<https://orcid.org/0000-0003-3593-640X>).

Recibido: 08 julio 2022 Aceptado: 03 marzo 2022

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0.



evaluaron los pastos: *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes, *Panicum maximum* cv. Mombaza, *Ischaemum indicum* cv. Ratana y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo. La mayor producción de biomasa la presentó el pasto Mombaza (11507 kg MS/ha) en la época seca a los 56 días de rebrote (interacción triple,  $p < 0.05$ ). Finalmente, en los pastos Toledo y Ratana, los contenidos de CE se incrementaron 8,3% y 15,4% en la época seca (interacción doble,  $p < 0.05$ ).

**Palabras claves:** pasturas de piso, producción de biomasa, calidad nutricional, alimentación de rumiantes, edad de rebrote, época del año.

## ABSTRACT

Effect of regrowth age and time of year on biomass and bromatological quality in grasses used in three agroclimatic zones of Costa Rica. The research work evaluated seven forage species at different regrowth ages, at two times of the year in three different agroclimatic zones of Costa Rica. A treatment design was used with a 7x2x4 factorial arrangement (forage species, time of year and regrowth days) with three repetitions, with 168 experimental units. The biomass (kg MS/ha), concentration of dry matter (%DM), crude protein (%PC), ash (%CE) and ether extract (%EE) were evaluated for each sample. In the higher altitude zone, the grasses of *Kikuyuocloa clandestinum* (Kikuyo), *Lolium perenne* (Ryegrass perenne) were evaluated. The ryegrass grass presented the highest content of PC (18.9%) in the dry season at 28 days regrowth (triple interaction,  $p < 0.01$ ), also obtaining the highest EC content (17.0%) in the dry season at 42 days of regrowth (triple interaction,  $p < 0.01$ ). In the intermediate zone, the grass *Cynodon nlemfuensis* (African star) showed the highest content of DM (36.6%) in the dry season at 28 days of regrowth (doble interaction,  $p < 0.05$ ), and the highest biomass production (5240 kg MS/ha) at 56 days of the rainy season (doble interaction,  $p < 0.05$ ). In the low zone the pastures evaluated were: *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes, *Panicum maximum* cv. Mombaza, *Ischaemum indicum* cv. Ratana and *Brachiaria brizantha* cv. Toledo. The Mombaza grass presents the highest biomass production (11507 kg DM/ha) in the dry season 56 days after regrowth (triple interaction,  $p < 0.05$ ). Finally, Toledo and Ratana pastures showed values of EC of 8.3% and 15.4% in the dry season (doble interaction,  $p < 0.05$ ).

**Keywords:** pastures, biomass production, nutritional quality, ruminant feeding, regrowth age, time of the year.

## INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, la participación del sector agropecuario representa el 5% del PIB. El área pecuaria equivale al 19% de la producción agrícola nacional, donde la cría de ganado de vacuno representa el 73,7% del sector pecuario nacional (SEPSA, 2017).

Según el Censo Nacional Agropecuario de Costa Rica del año 2014, en Costa Rica existen 37171 fincas dedicadas a la producción de ganado bovino, abarcando alrededor de 1,04 millones de hectáreas. Se contabilizaron 1,275,612 cabezas de ganado, de los cuales 538,593 (42%) se dedican a los sistemas de producción cárnica, 409,889 (32%) a sistemas de doble propósito (producción de leche y carne) y 327,130 (26%) a sistemas de producción de leche (INEC, 2015).

Del mismo modo, en el Censo Nacional Agropecuario del mismo año, se registró que el 95% de los sistemas de producción bovina se manejan bajo sistemas de pastoreo, lo que indica el gran impacto que tienen los forrajes de piso para la ganadería de este país (INEC, 2015).

Las especies utilizadas en estos sistemas son, por lo general, autóctonas o provenientes de otras latitudes, pero que se han adaptado a las condiciones tropicales. Comúnmente, estas pasturas poseen un alto potencial para la producción de biomasa y valores bromatológicos aceptables, pero la estacionalidad climática y las distintas prácticas de pastoreo provocan variaciones que afectan estos aspectos. Todo lo anterior, genera fluctuaciones en la productividad de los animales (Jiménez, 2018). No obstante, debido a la alta competitividad que existe en el sector agropecuario, los productores se encuentran obligados a realizar un uso más eficiente de los recursos que poseen. Esto representa, entre otras acciones, la necesidad de intensificar la producción por unidad de área (Araya y Boschini, 2005). Sin embargo, las variedades de pastos utilizadas en los trópicos en su mayoría no satisfacen los requerimientos nutricionales de los animales, por lo que los

productores se ven obligados a utilizar suplementos alimenticios que conllevan a un aumento de los costos de producción y la disminución de la rentabilidad de la actividad. Como lo mencionan Ku-Vera et al. (2014) y Barahona et al. (2014), los forrajes tropicales son de bajo contenido de proteína bruta y carbohidratos solubles, alta concentración de fibra en detergente neutro, poca digestibilidad aparente y, bajo tenor de energía metabolizable.

De esta forma, la evaluación constante de la producción de biomasa y la calidad bromatológica de las pasturas es necesaria para establecer prácticas de manejo del pastoreo, que consideren las fluctuaciones que ocasionan las épocas del año (verano e invierno) y las edades de rebrote de los pastos, para así poder discernir el momento óptimo de pastoreo.

Por tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la época del año y la edad de rebrote sobre la producción de biomasa y calidad bromatológica en tres zonas agroclimáticas de importancia para la ganadería costarricense, con siete especies de pastos; *Kikuyuocloa clandestinum* cv. Kikuyo, *Lolium perenne* cv. Ryegrass perenne, *Cynodon nlemfuensis* cv. Estrella Africana, *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes, *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, *Ischaemum indicum* cv. Ratana y *Panicum maximum* cv. Mombaza.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo de los pastos Ryegrass y Kikuyo se realizó en la finca Terranova, ubicada en el distrito de Sabanilla del cantón de Alajuela, provincia de Alajuela a 1890 m.s.n.m., entre las coordenadas 10° 10' 10.00" latitud norte y 84° 10' 57.00" longitud oeste. Las temperaturas oscilaron entre 12 y 22,3°C durante todo el año. La precipitación promedio fue de 615,3 mm y 2692,5 mm en las épocas seca y lluviosa, respectivamente (IMN, 2017). En el sitio predominan suelos Inceptisoles, los cuales presentan un pH ácido y alto contenido de materia orgánica (INTA, 2015).

Las muestras del pasto estrella africana fueron obtenidas de la Finca Experimental Santa Lucía de la Universidad Nacional (UNA), ubicada en distrito de Santa Lucía del cantón de Barva de Heredia, entre las coordenadas 10° 01' 20" latitud norte y 84° 06' 45" longitud oeste con una altitud de 1250 m.s.n.m. Las temperaturas fluctuaron entre 15 y 25°C durante el año. La precipitación tuvo un promedio de 252 mm en la época seca y 2166 mm en lluviosa (IMN, 2017). El suelo predominante

fue del orden Andisoles, moderadamente fértil y con mucha pedregosidad (Gómez y Montes de Oca, 1999).

En relación con los pastos Ratana, Mombaza, Toledo y Diamantes, las muestras fueron obtenidas en una finca ganadera ubicada en el distrito de Horquetas del cantón de Sarapiquí en la provincia de Heredia, entre las coordenadas 10° 19' 36.40" latitud norte y 83° 51' 37.41" a una altura de 91 m.s.n.m. (Vega, 2014). El sitio correspondió a trópico húmedo donde la temperatura máxima en época seca fue de 29 y 30°C en la época lluviosa y la mínima en la época seca fue de 21 y 23°C en la lluviosa. La precipitación promedio en verano fue de 1460,3 mm y 2106,3 mm en invierno (IMN, 2017).

Este estudio formó parte del Proyecto de Investigación "Factores asociados a la emisión de metano entérico a través de métodos indirectos en seis especies de gramíneas utilizadas en sistemas ganaderos de Costa Rica" inscrito ante el Sistema de Información Académica (SIA) de la Universidad Nacional (UNA), bajo el código 0137-16. Las mediciones se realizaron en potreros que cumplieron con las siguientes condiciones: fertilización nitrogenada menor a 200 kg/ha/año, carga animal menor a 3 UA/ha, poseer una única especie de pasto establecida y presentar baja incidencia de especies invasoras. Las dimensiones de los potreros variaron entre los 2000 m<sup>2</sup> hasta los 5000 m<sup>2</sup>.

Las muestras fueron obtenidas durante la época lluviosa entre los meses de septiembre y octubre 2018 y en la época seca de marzo y abril 2019, procurando evitar la transición entre ambas estaciones.

La selección de los sitios de muestreo se realizó al azar, posterior a la salida de los animales del potrero (post-pastoreo) para cada una de las especies y edades de rebrote evaluadas (14, 28, 42 y 56 días) en ambas épocas. Se evitó seleccionar sitios a menos de 2 m del cercado para minimizar el efecto borde. Se establecieron 12 sitios de muestreo distintos, correspondientes a 4 edades de rebrote y 3 repeticiones; estos sitios fueron distintos en cada una de las épocas. Cada área tuvo un tamaño de 1x1 metros y fueron delimitados utilizando mecate tipo "piola" y estacas de madera

de 0,5 metros de altura para los pastos de porte bajo y 1,5 metros de altura para los pastos de porte alto. No hubo paso de animales por los potreros donde se estableció el ensayo durante los 56 días de evaluación en cada una de las épocas.

Se programaron cortes de uniformización a los 0, 14, 28 y 42 días de rebrote, lo que permitió que a los 56 días de rebrote se realizara el muestreo de forma simultánea en todos los sitios con las edades respectivas. Tanto la altura de uniformización como la de muestreo fueron las mismas y se definieron simulando las alturas observadas en las fincas donde se establecieron los ensayos, midiendo previamente la del pasto cosechado por los animales. En los pastos Ryegrass, Kikuyo y Ratana, el muestreo se hizo a 5 cm de altura. En el pasto estrella africana el corte se realizó a 20 cm de altura. Por otro lado, en los forrajes de crecimiento erecto (Mombaza, Diamantes y Toledo) se realizó a 60 cm de altura.

Para el muestreo, se cosechó 1 m<sup>2</sup> de pasto en cada sitio utilizando un marco de policloruro de vinilo (PVC) de 0,5 pulgadas de diámetro con medidas de 1 m de ancho por 1 m de largo. Previamente se apartaron hojas y tallos que se habían introducido desde fuera del área delimitada.

El pasto cosechado fue pesado en fresco y secado en una estufa de aire forzado a 60°C durante al menos 48 horas o hasta que llegase a peso constante, lo que permitió obtener el porcentaje de materia seca (%MS). La biomasa se determinó a partir de la masa del material fresco cosechado por metro cuadrado, corregido por el porcentaje de MS y multiplicado por 10000 para indicar el valor como kilogramo de materia seca por hectárea.

Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Análisis de Productos Animales y Vegetales de la Escuela de Ciencias Agrarias de la UNA. Los contenidos de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y cenizas (CE) se determinaron mediante el procedimiento propuesto por la AOAC (1990).

### Análisis estadístico

Para determinar la influencia de los tratamientos sobre las variables de respuesta estudiadas (kg MS/ha, %MS, %PC, %EE y %CE), los resultados se analizaron mediante el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2009), asumiendo un diseño factorial con arreglo de 3 factores (tipos pasto, época del año y días rebrote) 7x2x4 con 3 repeticiones. Las

medias de los tratamientos fueron comparadas mediante una prueba de Tukey utilizando un nivel crítico de significancia  $\alpha=0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Comportamiento de los pastos de zona alta

Las variables PC y CE presentaron diferencias altamente significativas ( $p<0.01$ ) para la interacción entre las variables época, rebrote y pasto. El contenido de MS se vio afectado de forma significativa ( $p<0.01$ ) por la interacción entre las variables rebrote y pasto. La producción de MS se afectó significativamente ( $p<0.01$ ) por la interacción entre las variables época y pasto. Además, el EE también se vio afectado de una manera significativa ( $p<0.01$ ) por la interacción de las variables rebrote y pasto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de materia seca y composición bromatológica de pastos de piso ubicados en la zona alta, en diferentes edades de rebrote y épocas del año.

Pasto	Época	Rebrote	kg MS/ha	MS%	PC%	EE%	CE%		
Kikuyo	Lluviosa	14	461,3	36,97	13,83	abcd	4,67	7,13	d
		28	1033,3	17,57	11,47	d	4,47	7,20	cd
		42	810,0	21,37	10,40	d	3,03	6,47	d
		56	1623,3	16,47	12,27	cd	4,97	6,83	d
	Seca	14	1918,3	29,90	11,10	d	4,43	8,90	bcd
		28	2254,3	23,83	13,60	abcd	4,60	6,90	d
		42	2953,7	20,77	10,77	d	4,63	7,87	bcd
		56	5175,0	20,07	11,63	cd	5,23	8,57	bcd
Ryegrass	Lluviosa	14	1539,0	14,47	12,47	cd	4,97	9,37	bcd
		28	2451,0	10,23	18,13	ab	5,83	8,93	bcd
		42	2772,3	10,07	16,93	abc	4,97	8,17	bcd
		56	3054,7	11,23	13,47	bcd	7,23	9,53	bcd
	Seca	14	2503,3	15,77	18,77	ab	6,13	7,93	bcd
		28	2192,7	16,37	18,87	a	5,00	11,37	bc
		42	2459,0	11,07	13,53	abcd	4,23	17,00	a
		56	3499,0	16,20	14,20	abcd	5,93	11,90	b
Época			<0.01	ns <sup>1</sup>	ns	ns	ns	<0.01	
Rebrote			<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	
Pasto			<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Época*rebrote			ns	<0.05	ns	ns	ns	<0.01	
Época *pasto			<0.01	ns	ns	ns	ns	<0.05	
Rebrote*pasto			ns	<0.01	<0.05	ns	ns	<0.01	
Época*rebrote*pasto			ns	ns	<0.01	ns	ns	<0.01	

Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes  $p < 0.05$  (Tukey) para la interacción triple.

<sup>1</sup>ns: No significativo

La producción de MS promedio de pasto Kikuyo en la época lluviosa fue de 982 kg MS/ha y en la seca de 3075 kg MS/ha, lo que sugiere una producción 3 veces mayor ( $p > 0.05$ ) en el verano. Esta repuesta concuerda con lo mencionado por Jiménez (2018), quien señala promedios de producción de 3303 kg MS/ha para este pasto en las mismas condiciones agroclimáticas.

En el pasto Ryegrass la producción promedio de MS fue de 2,454,3 y 2,663,5 kg MS/ha en las épocas lluviosa y seca, respectivamente, sin encontrarse diferencias ( $p < 0.05$ ) entre ellas. Por su parte, Álvarez et al. (2013) indicaron que en la época lluviosa la producción de MS de Ryegrass

se incrementaba significativamente ( $p < 0.05$ ). Jiménez (2018) indicó producciones de MS 32% por encima a las obtenidas en esta investigación para ambas épocas.

Con relación al %MS, el pasto Kikuyo concentró mayor contenido que el Ryegrass en las dos épocas del año, presentándose un comportamiento atípico lineal descendente desde los 14 a 56 días. Los mayores contenidos de MS se presentaron en las edades de 14 días de rebrote en ambos forrajes y épocas del año. Las mismas consideraciones de este comportamiento que se señalaron con relación a la producción de MS se podrían considerar para esta variable. Martínez (2018) indicó rangos mínimos y máximos de %MS para los pastos Kikuyo y Ryegrass de 8,1% a 49,9% y 6,2% a 49,6% de MS, correspondientemente, entre las edades de 20 a 40 días de rebrote.

El pasto Kikuyo presentó el porcentaje de MS más alto a los 14 días (33,4% MS) y disminuyó significativamente ( $p < 0.05$ ) a 15,2% a los 56 días de rebrote; lo que concuerda con lo mencionado por Vargas (2019), quien encontró valores más altos de MS en edades tempranas que en edades mayores de rebrote. Por su parte, Sánchez (2007) y Sorio (2012) señalan que, al aumentar los días de rebrote, se incrementa el contenido de MS de esta gramínea.

De igual manera, el pasto Ryegrass presentó la misma tendencia, el valor más alto se observó a los 14 días (15,1% MS) y el más bajo a los 42 días (10,6% MS). Martínez (2018) indicó valores de 14,4% a los 28 días y 15,1% a los 42 días de rebrote. Por su parte, contrario a la tendencia observada en esta investigación, Dimaté (2016) encontró valores de MS que van de 23,6% y 31,4% en las edades de 28 y 42 días de rebrote.

La PC no presentó una tendencia clara al aumentar los días de rebrote en ambas especies (Cuadro 1); sin embargo, las concentraciones más altas las presentó el pasto Ryegrass en las dos épocas del año. En esta investigación, los porcentajes de PC promedio del pasto Kikuyo fueron bajos (11,9%) si se comparan a las señaladas en otras investigaciones. Morales et al. (2013), Correa et al. (2020) y Vargas et al. (2018) indicaron valores promedios de 24,0%, 19,2% y 18,3%, respectivamente, utilizando esta pastura con una fertilización equilibrada durante el año. Estas bajas concentraciones de PC posiblemente se debieron a una baja tasa anual de fertilización nitrogenada (200 kg N/ha).

De igual manera, en el pasto Ryegrass, tampoco se evidencia una tendencia clara en el %PC entre edades de rebrote (Cuadro 1). En relación con las épocas, se obtuvieron promedios de 15,2% en el periodo lluvioso y 16,3% en el seco. Por su parte, Villalobos y Sánchez (2010) señalaron promedios de 25,1% y 25,2% de PC para la estación seca y la lluviosa, correspondientemente.

Los mayores contenidos de EE se presentaron en el pasto Ryegrass (Cuadro 1), con valores promedios de 5,7% en la época lluviosa y 5,3% en la seca. Al respecto, Armijos (2014) obtuvo valores de 3,4% y 2,6% de EE en invierno y verano, respectivamente, siendo aproximadamente el 50% de los obtenidos en la presente investigación.

Las concentraciones de CE para ambos pastos se incrementaron significativamente en la época seca (Cuadro 1). Con relación al pasto Kikuyo, el valor promedio en la época lluviosa fue de 6,9% y en la seca de 8,1%. Estos valores concuerdan a los señalados por Soto et al. (2005), quienes indicaron valores de 8,7% para la temporada lluviosa y 10,6% para la seca.

#### Comportamiento del pasto estrella africana (zona intermedia)

La interacción entre los efectos de época y rebrote tuvieron un efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre las variables MS y PC, y significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la variable kg MS/ha. La CE y el EE no fueron alterados por estos efectos.

Cuadro 2. Producción de materia seca y composición bromatológica del pasto estrella africana en diferentes edades de rebrote y épocas del año.

Época	Rebrote	kg MS/ha	MS%	PC%	EE%	CE%			
Lluviosa	14	644,3	bc	21,83	d	20,00	a	4,70	9,23
	28	3003,3	ab	23,90	cd	16,50	ab	4,17	9,73
	42	3275,0	ab	23,93	cd	15,90	ab	4,23	9,63
	56	5240,0	a	25,03	c	10,80	c	2,90	9,07
Seca	14	-1214,0	c	36,60	a	12,67	bc	2,60	9,63
	28	-657,0	c	36,63	a	4,43	d	6,87	9,80
	42	231,0	bc	33,10	b	9,13	c	2,47	9,67
	56	-739,3	c	25,00	c	12,27	bc	5,00	9,50
Época		<0.01	<0.01	<0.01		ns <sup>1</sup>		ns	
Rebrote		<0.01	<0.01	<0.01		ns		ns	
Época*Rebrote		<0.05	<0.01	<0.01		ns		ns	

Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes  $p < 0.05$  (Tukey) para la interacción doble.

<sup>1</sup>ns: No significativo

La mayor producción de kg MS/ha en la época lluviosa se presentó a la edad de 56 días (5240 kg MS/ha) difiriendo significativamente ( $p < 0.05$ ) con la edad de 14 días (643,3 kg MS/ha). Estos resultados concuerdan con Villalobos y Arce (2013), quienes reportaron promedios de biomasa de 4674 a 6029 kg MS/ha, entre las edades de 14 y 28 días de rebrote. En la época seca no se presentaron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre las distintas edades de rebrote. Es importante resaltar que, durante el verano, se presentó un comportamiento de crecimiento atípico, debido a la nula presencia de precipitaciones y las condiciones edáficas del área de muestreo que favorecieron la infiltración de agua en el suelo.

El contenido de MS en la época lluviosa presentó un incremento del 15% entre los 14 y 56 días, con un valor promedio del 23,7%. En la época seca, el valor promedio de MS fue 32,8%, esta alta concentración se debió a la escasez de precipitaciones y alta incidencia solar propia de la época. Sánchez et al. (1998) señalaron valores promedio de 24,1% y 30,5% de MS, durante la estación lluviosa y seca correspondientemente, concordando con los resultados obtenidos en esta investigación.

En relación con la variable PC, las mayores concentraciones se presentaron en la época lluviosa, donde se pudo evidenciar un comportamiento típico decreciente desde los 14 días (20%) hasta los 56 días (10,8%). La época seca evidenció un comportamiento atípico en los contenidos de PC, donde no se presentaron diferencias ( $p < 0.05$ ) entre los 14 y 56 días de rebrote (Cuadro 2). La misma tendencia fue indicada por Villalobos y Arce (2013), quienes señalaron valores máximos de PC de hasta 25,6% en estación lluviosa y 16,1% en estación seca, en el mismo pasto. Este comportamiento en verano, posiblemente se debió a un menor contenido de humedad en el suelo, lo cual limita la movilidad del nitrógeno en la planta (Pérez et al., 2001; Sánchez y Soto, 1996).

Los contenidos de EE fueron 4% y 4,2% en la época seca y lluviosa (Cuadro 2), respectivamente, sin mostrar diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Villalobos y Arce (2013) y Sánchez y Soto (1996) trabajando con esta misma especie, indicaron valores promedios de 2,7% y 2,4%, los cuales fueron 61% más bajos a los encontrados en esta investigación.

En relación con los contenidos de CE, su valor promedio fue de 9,5%, en las dos épocas, donde no

se evidenciaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Al respecto, Salazar (2007) y Sánchez y Soto (1996), trabajando con la misma especie, encontraron valores promedios similares de CE entre 8,7% y 9%, respectivamente, en fincas de bajura del cantón de San Carlos; los cuales fueron muy similares a los reportados en esta investigación.

#### Comportamiento de los pastos de zona baja

La interacción entre los efectos de época, rebrote y pasto fue altamente significativa ( $p < 0.01$ ) sobre la variable producción de kg MS/ha., destacándose el pasto Mombaza quien mostró la mayor producción a los 56 días (Cuadro 3). Otras variables (MS, PC y CE) presentaron un efecto significativo en la interacción pasto-época ( $p < 0.01$ ). Por su parte, la MS y PC se vieron afectadas por la interacción tipo de pasto y edad de rebrote ( $p < 0.01$ ). Por último, el EE fue afectado por la época del año ( $p > 0.05$ ), donde el mayor valor promedio lo presentó el pasto Ratana (4,1%) en el periodo seco.

Cuadro 3. Producción de materia seca y composición bromatológica de pastos ubicados en la zona baja, en diferentes edades de rebrote y épocas del año.

Pasto	Época	Rebrote	kg MS/ha	MS %	PC %	EE %	CE %
Diamantes	Lluviosa	14	596,7 <sup>h</sup>	19,9	8,4	2,0	10,0
		28	1891,7 <sup>efgh</sup>	20,4	7,2	3,7	9,9
		42	2829,3 <sup>defgh</sup>	22,1	6,1	3,2	10,3
		56	5046,0 <sup>cd</sup>	24,8	4,4	3,0	9,8
	Seca	14	1202,0 <sup>gh</sup>	23,6	6,1	4,2	9,7
		28	3356,0 <sup>defg</sup>	22,8	6,4	3,6	9,3
		42	4443,0 <sup>cde</sup>	25,1	5,4	3,4	10,0
		56	7027,7 <sup>bc</sup>	24,8	5,6	3,4	9,8
Mombaza	Lluviosa	14	631,7 <sup>h</sup>	17,3	10,8	4,2	11,3
		28	1947,7 <sup>efgh</sup>	19,8	8,0	2,4	12,0
		42	4478,7 <sup>cde</sup>	20,6	5,7	4,3	12,0
		56	4389,0 <sup>cdef</sup>	26,1	3,7	2,4	12,4
	Seca	14	720,7 <sup>gh</sup>	16,0	15,0	4,6	12,5
		28	3290,3 <sup>defg</sup>	21,3	8,8	3,6	11,9
		42	9565,3 <sup>ab</sup>	23,3	7,7	3,3	11,8
		56	11507,0 <sup>a</sup>	21,9	6,6	3,3	11,0
Toledo	Lluviosa	14	565,0 <sup>h</sup>	24,3	7,9	2,7	8,4
		28	1563,7 <sup>gh</sup>	23,6	8,0	4,3	8,8
		42	2926,3 <sup>defgh</sup>	24,5	6,3	3,4	9,2
		56	3196,3 <sup>defgh</sup>	26,2	4,4	2,7	9,9
	Seca	14	975,0 <sup>gh</sup>	22,9	6,2	3,2	10,3
		28	3336,7 <sup>defg</sup>	22,2	6,7	4,0	9,5
		42	5071,7 <sup>cd</sup>	24,3	5,4	3,4	9,6
		56	4631,7 <sup>cd</sup>	24,9	4,8	3,2	9,9
Ratana	Lluviosa	14	581,7 <sup>h</sup>	20,3	9,8	3,2	10,6
		28	1455,0 <sup>gh</sup>	17,7	6,5	3,6	11,2
		42	1220,0 <sup>gh</sup>	18,4	7,8	3,3	11,7
		56	2683,3 <sup>defgh</sup>	19,6	6,5	3,3	9,8
	Seca	14	715,0 <sup>gh</sup>	27,5	8,8	3,8	13,5
		28	1396,3 <sup>gh</sup>	31,1	8,6	3,7	13,6
		42	1759,7 <sup>fgh</sup>	25,9	7,8	4,1	11,7
		56	2637,3 <sup>defgh</sup>	24,2	8,2	4,8	11,1
Época			<0.01	<0.01	ns	<0.05	<0.01
Rebrote			<0.01	<0.01	<0.01	ns	ns
Pasto			<0.01	<0.01	<0.01	ns	<0.01
Época*rebrote			<0.01	<0.01	ns	ns	<0.05
Época *pasto			<0.01	<0.01	<0.01	ns	<0.01
Rebrote*pasto			<0.01	<0.01	<0.01	ns	ns
Época*rebrote*pasto			<0.01	ns	ns	ns	ns

Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes  $p < 0.05$  (Tukey) para la interacción triple.

<sup>1</sup>ns: No significativo.

La producción de MS está estrechamente relacionada con las condiciones agroclimáticas de la zona, donde se presenta una estación seca y lluviosa con precipitaciones anuales promedio de 1460 y 2106 mm, correspondientemente. La distribución de las lluvias en la época seca permite tener la cantidad de agua necesaria para el crecimiento óptimo de los pastos en el período de enero a abril. Lo contrario se presenta en la época lluviosa, donde el exceso de precipitaciones, aunado al tipo de suelo (Orden Inceptisol y Ultisoles) con problemas de drenajes y disminución de las horas luz, ocasiona encharcamiento (lámina de agua) y disminuye el crecimiento de los pastos (Vega, 2014).

La producción de MS en el pasto Diamantes presentó un comportamiento típico de crecimiento ascendente al avanzar los días de rebrote en ambas épocas del año. La mayor producción se observó en la época seca a los 56 días (7027,7 kg), presentando diferencias ( $p > 0.05$ ) con las demás edades de rebrote. Jumbo y Rodríguez (2020) también encontraron este comportamiento en la misma especie, obteniendo producciones de MS de 1830 a 3410 kg entre los 20 y 30 días de rebrote.

En general, la misma tendencia se pudo observar en el crecimiento de las demás especies en estudio. En el pasto Mombaza la mayor producción de MS se presentó a la misma edad de rebrote (56 días) que el cultivar Diamantes. La producción de MS fue 2,5 veces mayor en la época seca (11507 kg) que en la lluviosa (4478,7 kg), encontrándose diferencias ( $p > 0.05$ ) con las otras edades de rebrote (Cuadro 3). En esta especie, Fierro (2018) encontró producciones de 11100 kg MS/ha a los 56 días de rebrote de MS en la época seca, en la zona de Babahoya de Ecuador, en condiciones agroclimáticas similares, concordando con los resultados de la presente investigación. Sin embargo, estudios en el cantón de Sarapiquí de la Región Huetar Norte de Costa Rica a 100 m.s.n.m., realizados por Villarreal (1992), mostraron que la disponibilidad promedio de tres pastos del género *Brachiaria* fue de 1545 kg MS/ha por corte, similar a los reportados en el presente estudio.

En el pasto Toledo no se encontraron diferencias ( $p > 0.05$ ) en la producción de MS durante la época lluviosa, producto de un crecimiento poco uniforme de la pastura. En la época seca, la producción de MS más alta se presentó a partir de los 42 días (5071,7 kg MS/ha) sin encontrarse

diferencias con los 56 días de rebrote. Tampoco se encontraron diferencias en la producción de MS entre épocas al comparar las mismas edades de rebrote, sugiriendo poca afectación de esta variable para esta especie.

Estos resultados se encuentran dentro de los rangos reportados por Rincón et al. (2008), quienes, en una investigación realizada en el Piedemonte Colombiano, con una altura de 330 m.s.n.m. y precipitaciones de 2900 mm anuales utilizando pasto del género *Brachiaria* sometido a tres frecuencias y dos intensidades de defoliación, señalan promedios de 2760 kg MS/ha a los 42 días. Además, los resultados también concuerdan con los indicado por Ortega et al. (2015), quienes reportan promedios de 5634 kg MS/ha para esta especie.

Por su parte, el pasto Ratana, una especie de crecimiento estolonífero, presentó la producción más baja de MS en comparación a las otras especies evaluadas con hábitos de crecimiento macoloso. No se encontraron diferencias significativas entre las edades de rebrote ni épocas de año. Los promedios de producción de MS fueron de 1627,1 kg MS/ha en la época seca y 1485 kg MS/ha en la lluviosa, manteniéndose la misma tendencia encontrada en las otras especies estudiadas, pero con mucha menor producción de MS en ambas épocas del año. Estos resultados concuerdan con lo señalado por Villarreal (1992), quien indicó promedios de 1545 kg MS/ha para el pasto Ratana, en la misma zona de influencia (Sarapiquí, Costa Rica).

Los pastos Diamantes, Mombaza y Toledo mostraron el mayor contenido de MS a los 56 días de rebrote (Cuadro 3), caso contrario se observó en Ratana donde el mayor contenido de MS se presentó en edades tempranas. En las especies de crecimiento macoloso (Mombaza, Toledo y Diamantes) no se evidenciaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la concentración de MS, durante las épocas del año. Canchila et al. (2009), quienes evaluaron 24 accesiones de *Brachiaria sp.*, señalan rangos promedios entre 23,4% y 25,7% de MS, coincidiendo con los resultados de la presente investigación (Cuadro 3).

El pasto Ratana presentó el mayor contenido promedio en la concentración de MS durante la época seca (27,2%), lo cual representó un incremento de 43,1%, en comparación a la época lluviosa. Por su parte, Martínez (2018) en una recopilación de 32 años de análisis bromatológicos

en esta especie realizada en el Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA-Universidad de Costa Rica) indica valores que oscilan de 15,1% a 33,7% de MS, entre las edades de corte 20 y 60 días de rebrote, respectivamente, ubicándose los resultados de esta investigación dentro de este rango. Este comportamiento, posiblemente se debió a los hábitos de crecimiento de las especies evaluadas; donde, por razones de arquitectura de la planta, se dificulta al momento del muestreo poder separar los tallos de las hojas, como en el caso de la Ratana que es de porte rastrero (Villareal, 1992).

En relación con el contenido de PC, no se presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre especies, época del año y días de rebrote. Sin embargo, se puede evidenciar la misma tendencia descendente en la concentración de la PC en todos los forrajes evaluados, donde los mayores contenidos se presentaron en edades tempranas de rebrote y van disminuyendo al aumentar los días de rebrote (Cuadro 3). Valenciaga et al. (2009) y Avellaneda et al. (2008) señalan que al avanzar la edad de rebrote disminuye el contenido de PC de los pastos, debido entre otros factores a la disminución en la actividad metabólica en los pastos al incrementar su edad.

De acuerdo con la época del año, el pasto Mombaza presentó la mayor concentración de PC en el periodo seco (9,5%), lo cual representa un aumento del 35,4% ( $p < 0.05$ ) con respecto a la época lluviosa. Caso contrario se presentó en el pasto Toledo, donde se obtuvo el mayor contenido de PC en invierno (6,6%), ( $p < 0.05$ ) en comparación con verano (5,8%). Diamantes y Ratana no presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre épocas del año. Canchila et al. (2009) indican valores promedios de PC entre 5,8% y 7,5%, los cuales concuerdan con los valores obtenidos en la presente investigación.

El contenido de EE en todas las especies estudiadas, presentó promedios del 3,2% en la estación seca y 3,7% en la lluviosa, representando un incremento en la concentración de esta fracción (16,0%), lo cual difiere significativamente ( $p < 0.05$ ) con la época lluviosa. En las demás variables no se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Martínez (2018) señaló rangos promedios de EE de 1,2% a 3% en edades desde los 20 a 60 días de rebrote, los cuales son menores a los obtenidos en esta investigación.

Los contenidos de CE en los pastos Toledo y Ratana presentaron un aumento significativo ( $p < 0.05$ ) del 8,3% y 15,4% en la época seca en comparación con la lluviosa. Canchila et al. (2009) señalaron valores promedios de CE entre 5,5% y 9,0%, los cuales son menores a los obtenidos en la presente investigación. Los pastos Diamantes y Mombaza no presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre épocas. Sin embargo, Martínez (2018) en una investigación de los diferentes forrajes utilizados en Costa Rica, reporta promedios de CE entre 8,6% y 10,1% para las edades de 20 a 40 días de rebrote en el género *Brachiaria*, los cuales son similares a los encontrados en la presente investigación.

### CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados de la presente investigación dejan claro distintos aspectos. La variabilidad en cuanto a la producción de biomasa y calidad bromatológica de los pastos fue alta, aún bajo condiciones similares en una misma pastura; y aún más considerando las distintas especies, épocas y edades de rebrote evaluadas. En la práctica esto se puede observar cuando dos fincas vecinas muestran producciones y calidades de pasto distintas, incluso cuando poseen la misma especie de pasto. Por este motivo, es recomendable establecer prácticas de pastoreo ajustadas a cada finca, en vez de adoptar las que son implementadas en otras fincas, a pesar de ubicarse en lugares cercanos.

Para cumplir con lo anterior, en sistemas de pastoreo en general se recomienda monitorear de manera periódica la condición de las pasturas a través de aforos y muestreos (variando la periodicidad en cada sistema) que permita disponer de información para ajustar oportunamente la carga animal, los días de descanso y ocupación y la profundidad del pastoreo; para así ofrecer a los animales pasto abundante y de buena calidad.

### AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del Proyecto de Investigación "Factores asociados a la emisión de metano entérico a través de métodos indirectos en siete especies de gramíneas utilizadas en sistemas ganaderos de Costa Rica" inscrito ante el Sistema de Información Académica (SIA) de la Universidad Nacional (UNA), bajo el código 0137-16. Nuestro más sincero reconocimiento por el apoyo financiero aportado que hizo posible la realización de la presente investigación.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, A., S. Herrera, L. Díaz y A. Noda. 2013. Influencia de las precipitaciones y la temperatura en la producción de biomasa de clones de *Pennisetum purpureum*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 47 (4): 413-417. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193029815015> (consultado 5 mar. 2021).
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis 15th Edition, U.S.A.
- Araya, M. y C. Boschini. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta Central de Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 161: 37-43.
- Armijos, W. 2014. Caracterización bromatológica y digestibilidad in vitro de la materia seca de 15 variedades de pastos de la sierra ecuatoriana. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <https://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-:21000-9725> (consultado 3mar. 2021).
- Avellaneda, J., F. Cabezas, G. Quintana, R. Luna, O. Montañez, I. Espinoza, S. Zambrano, D. Romero, J. Venegas y E. Pinargote. 2008. Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. Revista Ciencia y Tecnología, 1: 87-94. doi: 10.18779/cyt.v1i2.107.
- Barahona, R., M.S. Sánchez, E. Murgueitio y J. Chará. 2014. Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. En: Premio Nacional de Ganadería José Raimundo Sojo Zambrano, modalidad Investigación Científica. Bogotá, Colombia. Revista Carta Fedegán, 140: 66-69.
- Canchila, E., M. Soca, F. Ojeda y R. Machado. 2009. Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. Pastos y Forrajes, 32 (4): 1-9. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v32n4/pyf02409.pdf> (consultado 25 nov. 2020).

- Correa, H., L. Jaimes, J. Avellaneda, M. Pabón y J. Carulla. 2020. Efecto de la edad de rebrote del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sobre la producción, la calidad de la leche y el balance de nitrógeno en vacas Holstein. *Livestock Research for Rural Development*. <http://www.lrrd.org/lrrd28/3/jaim28047.html> (consultado 5 feb. 2021).
- Dimaté, H. 2016. Caracterización agronómica y nutricional de cultivares de Raigrás (*Lolium perenne*) en el Noreste de Bogotá. Tesis Lic., Universidad de La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/288> (consultado 30 oct. 2020).
- Fierro, J. 2018. Evaluación de la producción y valor nutricional del pasto *Panicum máximum* cv. Mombaza en diferentes edades y alturas de corte en la zona de Babahoyo. Disertación Bach. Babahoyo, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 55 p.
- Gómez, O. y P. Montes de Oca. 1999. Estudio detallado de suelos de la Finca Santa Lucía en Barva, Heredia. XI Congreso Nacional Agronómico. [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-III\\_031.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_031.pdf) (consultado 30 oct. 2020).
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional). 2017. Datos climáticos. Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica. <https://www.imn.ac.cr/web/imn/inicio> (consultado 20 mar. 2020).
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario: Actividades pecuarias, prácticas y servicios agropecuarios. San José, Costa Rica.
- INTA (Instituto Nacional de Innovación y transferencia en Tecnología Agropecuaria). 2015. Suelos de Costa Rica orden inceptisol. Boletín técnico 5. San José, Costa Rica. 2 p.
- Jiménez, J. 2018. Efecto de la época y los días de rebrote sobre la producción y la calidad nutritiva de pastos en Costa Rica. Tesis M.Sc., Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 108 p.
- Jumbo, M. y A. Rodríguez. 2020. Comportamiento agronómico del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en el Carmen provincia de Manabí, Ecuador. TLATEMOANI. No. 33. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7451962> (consultado 30 oct. 2020).

- Ku-Vera, J.C., E.G. Briceño, A. Ruiz, R. Mayo, A.J. Ayala, C.F. Aguilar, F.J. Solorio y L. Ramírez. 2014. Manipulation of the energy metabolism of ruminants in the tropics: options for improving meat and milk production and quality. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48 (1): 43-53. <https://cjasience.com/index.php/CJAS/article/view/426> (consultado 30 oct. 2020).
- Martínez, A. 2018. Tabla de composición bromatológica de forrajes utilizados para la alimentación de animales en Costa Rica. Centro de Investigaciones en Nutrición Animal, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 78 p.
- Morales, A., J. León, E. Cárdenas, G. Afanador y J. Carulla. 2013. Composición química de la leche, digestibilidad *In vitro* de la materia seca y producción en vacas alimentadas con gramíneas solas o asociadas con *Lotus uliginosus*. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 60 (1): 32-48. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407639233004> (consultado 30 oct. 2020).
- Ortega, C., C. Lemus, J. Bugarín, G. Alejo, A. Ramos, O. Grageola y J. Bonilla. 2015. Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en 4 especies de pasto de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18 (3): 291-301. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93944043005> (consultado 26 oct. 2020).
- Pedreira, B., C. Pedreira y M. Lara. 2015. Leaf age, leaf blade portion and light intensity as determinants of leaf photosynthesis in *Panicum maximum* Jacq. *Grassland Science*, 61: 45-49. doi: 10.1111/grs.12080.
- Pérez, J., B. Alarcón, G. Mendoza, R. Barcena, A. Hernández y J. Herrera. 2001. Efecto de un banco de proteína de kudzú en la ganancia de peso de toretes en pastoreo de estrella africana. *Técnica Pecuaria en México* 39 (1): 39-52. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61339104> (consultado 26 oct. 2020).
- Rincón, A., G. Ligarreto y E. Garay. 2008. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amarga y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones de Piemonte llanero colombiano. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61 (1): 4336-4346.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472008000100010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472008000100010)  
(consultado 28 oct. 2020).

- Salazar, S. 2007. Disponibilidad de biomasa y valor nutricional del pasto estrella africana *Cynodon nlemfuensis* en el distrito de Quesada, cantón de San Carlos. Tesis Lic., Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 96 p.
- Sánchez, J. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. XI Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. 13 abr. 2007. Venezuela. 24p.
- Sánchez, J. y H. Soto. 1996. Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos I. Materia seca y componentes celulares. *Nutrición Animal Tropical*, 3: 3-18.
- Sánchez, J., L. Piedra y H. Soto. 1998. Calidad nutricional de los forrajes en zonas con niveles bajos de producción de leche en la zona norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 221: 69-76.
- SAS Institute, The SAS system for Windows. 2009. Release 9.4 SAS Inst. Cary, NC, USA.
- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 2017. Informe de gestión del sector agropecuario y de desarrollo rural May. 2016 – Abr. 2017. 59 p.
- Sorio, H. 2012. Pastoreo Voisin: Teorías – prácticas – vivencias. 3ª ed. Méritos Editora Ltda. 298 p.
- Soto, C., A. Valencia, R. Galvis y H. Correa. 2005. Efecto de la edad de corte y del nivel de fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18 (1): 17-26.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v18n1/v18n1a03.pdf> (consultado 26 set. 2020).
- Valenciaga, D., B. Chongo, R. Herrera, V. Torres, A. Oramas, J. Cairo y M. Herrera. 2009. Efecto de la edad de rebrote en la composición química de *Pennisetum purpureum* cv. CUBA CT-115. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 43 (1): 73-79.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015398013> (consultado 30 oct. 2020).
- Vargas, J., A. Sierra, E. Mancipe y Y. Avellaneda. 2018. El kikuyo, una gramínea presente en los sistemas de rumiantes en trópico alto colombiano. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 13 (2): 137-156. doi: <http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.13.2.4>

- Vargas, V. 2019. Efecto del intervalo de corte sobre parámetros productivos y nutricionales de una pastura a base de Kikuyo (*Kikuyuochloa clandestina* (Hochst. Ex Chiov.) H.Scholz), en Sucre, San Carlos, Costa Rica. Tesis Lic. San Carlos, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Vega, A. 2014. Caracterización Territorio Sarapiquí. Inder, Oficina Subregional La Virgen. San José, Costa Rica. 184 p.
- Villalobos, L. y J. Sánchez. 2010. Evaluación agronómica y nutricional del pasto Ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional. Revista Agronomía Costarricense, 34 (1): 31-42 doi: 10.15517/RAC.V34I1.6698.
- Villalobos, L. y J. Arce. 2013. Evaluación agronómica y nutricional del pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. I. Disponibilidad de biomasa y fenología. Revista Agronomía Costarricense, 38 (1): 133-145.
- Villarreal, M. 1992. Evaluación comparativa de ratana (*Ischaemum ciliare*) como especie forrajera. Revista Agronomía Costarricense, 16 (1): 37-44.