Bioagro 35(3): 189-198. 2023 doi: http://www.doi.org/10.51372/bioagro353. 2

EFECTO DEL SOMBREADO DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE *Megathyrsus maximus* CV MOMBAZA EN ASOCIACIÓN CON *Arachis pintoi* KRAPOV EN ECUADOR

Leonardo Rafael Jácome-Gómez[1], Rosa Coromoto Razz-García[2] y Janeth Rocío Jácome-Gómez[3]

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del sombreado durante el establecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza en asociación con *Arachis pintoi* Krapov, en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con arreglo de tratamientos en parcelas divididas con tres repeticiones, donde se evaluaron tres factores: Sombra 40 %, 24 %, 10 % y sin sombra, monocultivo de Mombaza y en asociación con *Arachis* (70 y 30 %, respectivamente) y épocas del año (lluviosa y seca). Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia seca, relación hoja-tallo y contenido de proteína cruda. Los resultados muestran que la condición de establecimiento (monocultivo o asociado) no afectó (P>0,05) el desempeño del pastizal. Durante la época de lluvias se registró el mayor (P≤0,05) rendimiento de materia seca con 4,39 Mg·ha^{-1}·corte^{-1} en comparación a la seca (3,77 Mg·ha^{-1}·corte^{-1}), mientras que existió una reducción significativa (P≤0,05) del rendimiento con un nivel de sombra del 40 %. Los mejores valores de la relación hoja:tallo se observaron con un nivel de sombra del 24 % en la época de lluvias con 2,87. El mayor contenido de proteína se observó en la época seca (11,7 %), en asociación con maní forrajero (11,9 %) y un promedio de 12,27 % bajo sombra. El cultivar Mombaza puede ser establecido en sistemas silvopastoriles con niveles medios de sombra que no afectan el rendimiento, pero mejoran su calidad.
Palabras clave adicionales: Maní forrajero, rendimiento, sistema silvopastoril

ABSTRACT

Effect of shading during the establishment of *Megathyrsus maximus* cv Mombaza in association with *Arachis pintoi* Krapov in Ecuador

An investigation was carried out with the objective of evaluating the effect of shading during the establishment of the grass *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza in association with *Arachis pintoi* Krapov, in Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. A complete randomized block design, with split plot arrangement and three replications, was used, where three factors were evaluated: Shade 40 %, 24 %, 10 % and no shade, monoculture from Mombaza and in association with *Arachis* (70 and 30 %, respectively) and seasons of the year (rainy and dry). The variables evaluated were: dry matter yield, leaf-stem ratio and crude protein content. The results showed that the establishment condition (monoculture or associated) did not affect (P>0.05) the performance of the pasture. During the rainy season, the highest (P≤0.05) dry matter yield was recorded with 4.39 Mg·ha^{-1}·cut^{-1} compared to the dry season (3.77 Mg·ha^{-1}·cut^{-1}). There was a significant reduction (P≤0.05) in yield at a shade level of 40 %. The best values of the leaf:stem ratio were observed with a shade level of 24 % in the rainy season with 2.87. The best protein level was observed in the dry season (11.7 %), in association with forage peanuts (11.9 %) and an average of 12.27 % under shade. The cultivar Mombaza can be established in silvopastoral systems with medium levels of shade that do not affect yield but improve quality.
Additional keywords: Pinto peanut, silvopastoral system, yield

INTRODUCCIÓN

El uso de recursos forrajeros como fuente alimenticia de bajo costo y buena calidad representa la base de los sistemas de producción de rumiantes en el trópico; sin embargo, los bajos índices productivos y reproductivos en estos sistemas se atribuyen en gran medida a la degradación de las pasturas. En América Latina y el Caribe, se estima que alrededor del 70 % de las áreas bajo pastoreo están en estados avanzados de degradación (Ramírez et al., 2017) y esto se debe a múltiples causas, entre las que se pueden mencionar factores ambientales, tecnológicos y socioeconómicos.

El sector pecuario en Ecuador tiene

Recibido: Novienbre 17, 2022 Aceptado: Mayo 2, 2023
[1]Instituto Superior Tecnológico Tsáchila. Av. Galo Luzuriaga. Santo Domingo, Ecuador. e-mail: leonardojacome@tsachila.edu.ec (autor de correspondencia).
[2]Departamento de Zootecnia. Facultad de Agonomía. Universidad del Zulia. Venezuela. e-mail: rrazz@fa.luz.edu.ve.
[3]Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí - Extensión El Carmen. Ecuador. email.com: janeth.jacome@uleam.edu.ec

dificultades para mantener un desarrollo constante y sostenido de la producción animal, debido a la baja y escasa alimentación suministrada a los bovinos, aun cuando el país tiene condiciones favorables para producir pastos durante todo el año (León et al., 2018). Esta situación, se relaciona a factores como suelos pobres en nutrientes, pastos vulnerables a plagas y enfermedades, poco resistentes a la sombra y baja producción, escasa presencia de árboles y leguminosas (INIAP, 2011).

Una de las alternativas que se está implementando para mejorar la productividad de los pastizales es el uso de sistemas silvopastoriles, a través de la interacción entre gramíneas forrajeras y árboles; estos sistemas asociados han sido los que más han contribuido en América tropical, tanto en la producción de carne, como de leche (Clavero, 2011). Sin embargo, bajo estos sistemas, uno de los problemas es el sombreado generado por los árboles lo cual puede afectar la producción y calidad de las pasturas. Un alto nivel de sombra puede afectar negativamente el rendimiento de la pastura, pero contrariamente, se mejora la calidad de la misma como alimento para los rumiantes y brindar confort para los animales, ayudando al bienestar animal con la sombra que proveen principalmente en los días de alta intensidad luminosa (Thomas y Ferrere, 2019).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del sombreado sobre el rendimiento, relación hoja:tallo y el contenido de proteína cruda del pasto *Megathryrsus maximus* cv. Mombaza en asociación con *Arachis pintoi*, bajo las condiciones climáticas en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. El experimento se realizó entre noviembre 2018 y noviembre 2019, en el Recinto Praderas del Toachi del Cantón Santo Domingo, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas–Ecuador; con coordenadas geográficas de 0°11’45’’ S y 79°09’49’’ W, y una altitud de 513 msnm. Las condiciones climáticas de la zona presentan temperatura media anual de 24,5ºC, humedad relativa promedio de 88 % y una precipitación de 2970 mm·año^{-1}, con un total de 831 horas de brillo solar al año, observándose una mayor insolación entre los meses de marzo y abril que corresponde a la época lluviosa y menor en la época seca, debido a una mayor nubosidad en estos meses, con lo que al año se tiene un promedio mensual de 69 horas sol (INAMHI, 2018). Las características del suelo se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características del suelo del área de estudio en el Cantón Santo Domingo, Ecuador

Parámetro	Valor
pH	6,17
CE	0,19 dS·m^{-1}
MO	6,66 %
Cu	5,80 mg·g^{-1}
B	0,53 mg·g^{-1}
Fe	167,6 mg·g^{-1}
Zn	20,8 mg·g^{-1}
K	0,21 meq·100 g^{-1}
Ca	4,00 meq·100 g^{-1}
Mg	1,01 meq·100 g^{-1}
Arena	62 %
Limo	23 %
Arcilla	15 %

CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica

Manejo del experimento. Se utilizó una superficie de 3.116 m^2, con un área efectiva de 720 m^2 y parcelas por tratamiento de 30 m^2. Se utilizó 5 kg·ha^{-1} de semillas botánicas de Mombaza, provenientes de Brasil (92 % de viabilidad, 82 % de germinación y 78,2 % de pureza). El pasto se sembró a una distancia de 0,30 x 0,30 m, con semilla previamente desinfectada con Thiodicarb 35 %. Para los tratamientos de la asociación de Mombaza con maní forrajero se utilizaron 3 kg·ha^{-1} de semilla del pasto y 200 kg·ha^{-1} de estolones de maní obtenidos de la zona en estudio, establecido después de 45 días de la siembra del pasto, en una proporción 70:30, respectivamente (Enríquez et al., 2011). Las plantas utilizadas para la sombra ya estaban establecidas; se utilizó una hilera de árboles de naranja (*Citrus sinensis* Osbeck cv Valencia) de seis años, sembrados a una distancia de seis metros dentro de la hilera, con una densidad de 85 árboles·ha^{-1}. Las estacas de nacedero (*Erythrina poeppigiana* Walp) y quiebra barriga (*Trichanthera gigantera* Humboldt & Bonpland) se plantaron cada dos metros entre

estacas y 20 metros entre hileras, obteniéndose una densidad de 250 plantas·ha^{-1} para cada especie, establecidas un año antes de iniciar la investigación.

A los 100 días después de la siembra del pasto se realizó un corte de uniformidad a 10 cm de altura del suelo, y posteriormente, cada 40 días se realizaron los cortes para las evaluaciones.

Se realizaron siete cortes de evaluación, tres en época lluviosa y cuatro en época seca, considerados de acuerdo a las precipitaciones registradas durante el período de evaluación (Figura 1).

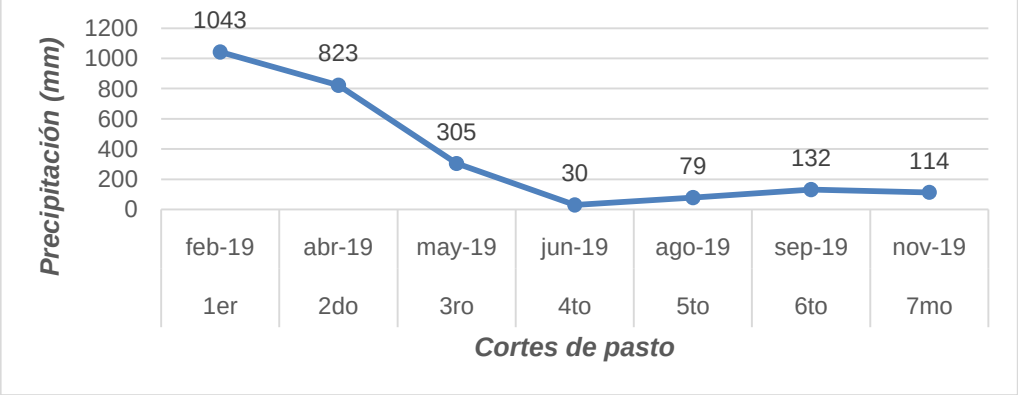

Figura 1. Distribución de los cortes del pasto Mombaza y de la precipitación durante la fase experimental del estudio en el Cantón Santo Domingo, Ecuador

La sombra del dosel arbóreo sobre el pasto Mombaza, se determinó mediante la aplicación móvil HabitApp propuesta por Farfán et al. (2016). Para realizar la determinación de cobertura de sombra se seleccionaron tres transectos uno por cada nivel de sombra con 30 puntos cada uno, las mediciones se realizaron a las 11:00 am. La disposición de los tratamientos en el campo se muestra en la Figura 2.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Con arreglo de tratamientos en parcelas divididas, donde el factor época se ubicó en la parcela principal y en la parcela secundaria el factor sombra y asociación, para un total de 16 tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Factores en estudio durante el establecimiento del pasto Mombaza en el Cantón Santo Domingo, Ecuador

Factor Sombra (S)	Factor Asociación (M)
S_0 = Sin Sombra (plena exposición solar)	M_1 = Sin Asociación (Mombaza en monocultivo)
S_1 = Sombra baja:10 % (Hilera de *Erythrina poeppigiana*)	M_2= Con Asociación (Mombaza + maní forrajero)
S_2 = Sombra Media:24 % (Hilera de *Trichanthera gigantea*)	**Épocas del año (E)**
S_3 = Sombra alta:40 % (Hilera de *Citrus sinensis)*	E_1= Lluviosa
	E_2= Seca

Variables evaluadas

Rendimiento de materia seca. En cada corte se tomaron al azar tres muestras por parcela, para lo cual se utilizó un cuadrante metálico de 0,50 m de lado, y se cortó el pasto (con o sin asociación) a una altura de 10 cm; posteriormente, se pesó la materia verde total y se separó en sus dos componentes: hojas y tallos. Luego se tomaron las muestras de materia verde y se secaron en una estufa a 60 ºC, durante períodos de 48 y 72 horas, respectivamente, hasta estabilizar el peso seco y se determinó el porcentaje y el rendimiento de materia seca del pasto en cada corte.

Repetición I		Repetición II		Repetición III	
Citrus sinensis (Sombra alta)					
m1	m2	m2	m1	m1	m2
Trichanthera gigantea (Sombra media)					
m1	m2	m2	m1	m1	m2
Erythrina poeppigiana (Somba baja)					
m1	m2	m2	m1	m1	m2
Sin Sombra (Plena exposición Solar)					
m1	m2	m2	m1	m1	m2

m1: Mombaza en monocultivo, m2: Mombaza más *Arachis*

Figura 2. Disposición de los tratamientos en el campo durante el establecimiento del pasto Mombaza en el Cantón Santo Domingo, Ecuador

Relación hoja:tallo. Una vez obtenido los pesos secos de las fracciones hojas y tallos, se procedió a calcular la relación hoja:tallo, que no es más que relacionar la biomasa de las hojas con la de los tallos del pasto Mombaza.

Contenido de proteína cruda. El contenido de proteína cruda se determinó en cada corte, se tomó una muestra de pasto Mombaza de cada tratamiento y se calculó en base al nitrógeno asimilable medido mediante el método de Kjeldahl (AOAC, 2005).

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza mediante modelos lineales generalizados (GLM) del software Statraphics 19 Centurión. Cuando los factores de estudio mostraron efectos significativos se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia al 5 % para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de materia seca. La época y la sombra afectaron significativamente el rendimiento de la materia seca del pastizal, mientras que no se observaron diferencias significativas para la asociación del pasto con maní y las interacciones entre los factores de estudio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca del pasto Mombaza

Fuente de variación	gl	CM	F	P
Bloque	2	0,093	0,03	0,975 ns
Época (E)	1	144,0	38,99	0,000 **
Sombra (S)	3	13,50	3,66	0,014 **
Asociación (A)	1	2,33	0,63	0,428 ns
E×S	3	2,25	0,61	0,609 ns
E×A	1	0,536	0,15	0,703 ns
S×A	3	0,113	0,03	0,993 ns
E×S×A	3	0,068	0,02	0,997 ns

**: Diferencia significativa al 1 % de probabilidad; ns: no significativo

El rendimiento resultó significativamente más alto ($P \leq 0,05$) en el pastizal durante la época lluviosa, registrándose valores de 4,39 ± 0,23 $Mg \cdot ha^{-1} \cdot corte^{-1}$ en comparación con los obtenidos en la época de menor precipitación (2,52 ± 0,20 $Mg \cdot ha^{-1} \cdot corte^{-1}$).

La adecuada disponibilidad de humedad en el suelo para la planta, relacionada con la época lluviosa, permite un comportamiento fotosintético que favorece la asimilación neta (Rodríguez et al., 2021). Además, se promueve la división y elongación celular, al igual que el metabolismo, propiciando un mayor desarrollo y crecimiento en

la planta, favorecido por la hidratación y la turgencia de las células generada por la oferta de agua en el suelo (Atencio et al., 2014). En la época de mayor precipitación, en este estudio con un promedio de 723 mm, ocurrió la mayor tasa de crecimiento y por ende mayor acumulación de biomasa, lo que sugiere que la cantidad y distribución de la precipitación durante el año puede generar condiciones que favorecen el crecimiento y desarrollo de la planta. La baja producción en la época seca sería, entonces, consecuencia de la disminución de agua disponible.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con los reportados por Núñez et al. (2019) en la misma especie, atribuyendo este comportamiento a mejores condiciones de temperatura, humedad del suelo y precipitación. Estas condiciones microclimáticas, impulsan una mayor tasa de crecimiento del pastizal en la época lluviosa, lo cual está estrechamente relacionado con el incremento del rendimiento de materia seca.

Las condiciones de sombra inferior al 24 % no afectaron el rendimiento de materia seca del pasto (Cuadro 4); solo a un nivel de sombra alta (40 %) donde se observó un decrecimiento significativo ($P \leq 0,05$) del rendimiento, existió una reducción aproximada de un 30 % en comparación a plena exposición solar, estos resultados concuerdan con los reportados por Obispo et al. (2013) y Jácome y Ramírez (2021), quienes reportaron en la misma especie una reducción de 33 % con un sombreado alto (>35 %) en el rendimiento de materia seca con respecto a los potreros sin sombra, debido a muchos factores como la interacción árbol-gramínea, la cantidad de luz sobre el pastizal y el grado de tolerancia de la gramínea a la sombra. El comportamiento de pastizales tropicales bajo sombra, incluidas especies tolerantes, es bajo en condiciones de poca luz (Pilon et al., 2020).

Cuadro 4. Efecto de la sombra sobre el rendimiento de materia seca del pasto Mombaza

Sombra	RMS ($t \cdot ha^{-1} \cdot corte^{-1}$)
Sin Sombra	3,70 a
Sombra Baja (10 %)	3,74 a
Sombra Media (24 %)	3,77 a
Sombra Alta (40 %)	2,60 b

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Relación hoja:tallo. Los datos obtenidos muestran un efecto significativo ($P \leq 0,05$) de la interacción de la época x sombra sobre la relación hoja:tallo, mientras que no existieron diferencias ($P > 0,05$) para los efectos individuales y las interacciones época x asociación y sombra x asociación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza para la relación hoja:tallo del pasto Mombaza

Fuente de variación	gl	CM	F	P
Bloque	2	0,219	0,28	0,753 ns
Época (E)	1	0,184	0,24	0,626 ns
Sombra (S)	3	2,760	3,59	0,015 *
Asociación (A)	1	0,0134	0,02	0,895 ns
E×S	3	2,8100	3,66	0,014 *
E×A	1	0,0005	0,00	0,979 ns
S×A	3	0,0589	0,08	0,972 ns
E×S×A	3	0,0915	0,12	0,949 ns

*: Diferencia significativa al 5 % de probabilidad; ns: no significativo

La mayor relación hoja:tallo ($P \leq 0,05$) se observó en la época lluviosa y el nivel de sombra media (Cuadro 6). La mayor proporción de hojas se observó en la época lluviosa con una sombra de 24 %, lo cual coincide con lo descrito para esta especie por García et al. (2008). Es importante señalar, que, bajo estas condiciones desde el punto de vista de aportes, la mayor proporción de asimilados se destinan a la producción de hojas, que incrementa la relación hoja:tallo y que puede favorecer la calidad del pastizal (Atencio et al., 2014). La relación hoja:tallo es una característica importante en la selectividad de los rumiantes sobre los pastos, ya que el animal consume en mayor proporción las hojas y es el componente donde se concentra el mejor valor nutricional de la planta (Liendo et al., 2019).

Cuadro 6. Efecto de la interacción la época del año y los niveles de sombra sobre la relación hoja:tallo del pasto Mombaza

Nivel de Sombra (%)	Épocas	
	Lluvia	Seca
0	1,99 b	1,50 b
10	1,62 b	1,32 b
24	2,87 a	1,38 b
40	1,98 b	1,51 b

Medias con letras diferentes presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Proteína cruda (PC). Existieron efectos significativos ($P \leq 0,05$) de los factores individuales para la época, asociación y de los niveles de sombra sobre el contenido de proteína cruda (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza para el contenido de proteína cruda del pasto Mombaza

Fuente de variación	gl	CM	F	P
Bloque	2	0,189	2,98	0,043 *
Época (E)	1	0,519	8,19	0,007 **
Sombra (S)	3	20,00	316,9	0,000 **
Asociación (A)	1	4,750	74,96	0,000 **
E×S	3	0,115	1,81	0,160 ns
E×A	1	0,070	1,11	0,299 ns
S×A	3	0,133	2,09	0,116 ns
E×S×A	3	0,082	0,10	0,929 ns

*, **: Diferencias significativas al 5 y 1 % de probabilidad, respectivamente; ns: no significativo

El promedio general de PC fue mayor en la época seca, mayor en la asociación con *A. pintoi* y mayor en los bajos niveles de sombra (Cuadro 8). Los niveles de sombra afectaron significativamente ($P \leq 0,05$) el contenido de PC, con respecto al valor obtenido a plena exposición solar.

Los contenidos de proteína cruda registrados en esta investigación se encuentran en los rangos reportados para esta especie: 8,70-11,90 % (Schnellmann et al., 2020). Existen reportes contradictorios en cuanto al efecto de la época del año sobre el contenido de proteína cruda en el pasto Guinea. Fernández et al. (2004) trabajando con *Panicum* sp. observaron valores absolutos relativamente más altos de proteína cruda en la época seca, aunque no reportan diferencia estadística con respecto a la época lluviosa.

En investigaciones realizadas en ésta misma especie por Núñez et al. (2019), reportaron que el mayor contenido de proteína cruda fue registrada a inicio de lluvias; estos autores atribuyen esos

resultados a que al inicio de lluvias existen mayor cantidad de rebrotes de hojas y tallos suaves, y palatables, mientras que en la época lluviosa se encontraron estructuras más gruesas y lignificadas debido a la floración y maduración del forraje, y en la época seca el forraje se encuentra totalmente maduro y lignificado. Por su parte, Romero et al. (2020) reportan valores significativamente más altos de proteína cruda en la época lluviosa.

El efecto de la época en condiciones tropicales involucra no solo a la precipitación como factor ambiental determinante de la calidad. Verdecia et al. (2012) sugieren que la influencia de las precipitaciones en el comportamiento de estos procesos morfológicos, bioquímicos y fisiológicos, relacionados con el crecimiento y la calidad de los pastos, depende de múltiples factores que están estrechamente asociados a la temperatura, la humedad y fertilidad del suelo, y a la especie. Si a estas consideraciones se suma el hecho de la asociación con otras especies herbáceas y arbóreas, y diferentes esquemas de manejo, se puede asumir que variaciones, o diferentes combinaciones de estas variables asociadas a la época, pueden definir resultados diferentes e incluso contradictorios.

Cuadro 8. Efecto de la época, asociación y niveles de sombra sobre el porcentaje de proteína cruda (PC) del pasto Mombaza

Tratamientos	PC (%)
Épocas	
Lluviosa	11,5 b
Seca	11,74 a
Sombra (%)	
0	9,85 c
10	12,50 a
24	12,20 b
40	12,10 b
Asociación	
Monocultivo (sin *Arachis)*	11,4 b
Gramínea con *Arachis*	11,9 a

Medias con letras diferentes dentro de cada efecto presentan diferencia significativa según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Los resultados muestran que las plantas que crecieron bajo sombra presentaron un contenido de proteína cruda promedio de 2,41 puntos porcentuales superior al valor obtenido en las plantas que crecieron a plena exposición solar (Cuadro 8).

Para el caso específico de *P. maximum*, Obispo et al. (2013) observaron diferencias significativas entre diferentes intensidades de sombra con respecto al contenido de proteína cruda, los valores que se reportan siguen una tendencia similar a los observados en este experimento. Estos autores mencionan que los cambios en el contenido de proteína cruda de los forrajes bajo sombra, se relacionan a varios factores que ocurren debajo del dosel arbóreo y con leguminosas herbáceas que crean un microclima favorable para el crecimiento de los pastos. Estos cambios se refieren a la disminución de la temperatura ambiental y del suelo, mayor humedad del suelo, aumentos en el contenido de materia orgánica y de la actividad de la biota edáfica presente, que incrementan la disponibilidad de los nutrientes en el suelo para las gramíneas bajo sombra lo que se traduce en mayores niveles de nitrógeno en la planta, disminución del contenido de fibra cruda y, por ende, un mejoramiento en la digestibilidad de la materia seca.

Romero et al. (2020) encontraron mayores niveles de proteína cruda en Mombaza creciendo bajo sombra de *Acacia macracantha*, atribuyendo esta respuesta a un aumento del flujo de nitrógeno en el suelo, especialmente cuando la especie arbórea es una leguminosa que tiene potencial para contribuir a la fijación biológica de nitrógeno. Estos autores reportan que los pastos bajo sombra son fisiológicamente más jóvenes que los pastos a exposición solar, debido a que se incrementan constituyentes de la pared celular, como la fibra, al disminuir la sombra.

El contenido de proteína cruda fue superior ($P \leq 0,05$) en la asociación con *A. pintoi* en comparación al monocultivo (Cuadro 8). Esta respuesta puede estar asociada a que cuando se establecen pastos con leguminosas, se favorece la calidad de las gramíneas en términos de proteína cruda, causada por la fijación biológica del nitrógeno atmosférico a través de la leguminosa, además de la incorporación de hojarasca de rápida descomposición al suelo, crean condiciones que benefician los valores nutricionales y la digestibilidad de la gramínea asociada. La dinámica observada en esta investigación en cuanto a los contenidos de proteína cruda en la gramínea asociada y en monocultivo es similar a lo reportado en otras investigaciones (Alonso et al., 2008; Verdecia et al., 2012).

CONCLUSIONES

En las condiciones donde se realizó esta investigación, la sombra afectó el crecimiento del pasto Mombaza a altos niveles (40 %), disminuyendo los rendimientos de materia seca, mientras que, el sombreado de bajo a medio favoreció el crecimiento en términos de la relación hoja/tallo, así como un mayor contenido de proteína cruda.

LITERATURA CITADA

1. Alonso, J., G. Febles, T. Ruiz y G. Achang. 2008. Características bromatológicas de guinea (*Panicum maximum* vc. Likoni) en un sistema silvopastoril con leucaena (*Leucaena leucocephala* vc. Perú). Revista Cubana de Ciencia Agrícola 42: 295-298.
2. AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. Edit. AOAC. Maryland, USA.
3. Atencio, L., J. Tapia, S. Mejía y J. Cadena. 2014. Comportamiento fisiológico de gramíneas forrajeras bajo tres niveles de humedad en condiciones de casa malla. Revista Temas Agrarios 19: 245-259.
4. Clavero, T. 2011. Agroforestería en la alimentación de rumiantes en América Tropical. Revista de la Universidad del Zulia, 3ra época. Ciencias del Agro, Ingeniería y Tecnología 2: 11-28.
5. Enríquez Quiroz, J.F., F. Meléndez Nava, E.D. Bolaños Aguilar y V.A. Esqueda Esquival. 2011. Producción y manejo de pastos tropicales. Libro Técnico Núm. 28. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. 443 p.
6. Farfán, F., L. Bermúdez y N. González. 2016. Evaluación de herramientas para valorar el porcentaje de sombra en sistemas agroforestales con café. Fondo Nacional del café. Cenicafe. Avances Técnicos 472. Manizales, Caldas, Colombia. 8 p.
7. Fernández, J., D.E. Benítez, I. Gómez, A. De Souza y R. Espinosa. 2004. Rendimiento de materia seca y contenido de proteína bruta del pasto *Panicum máximum* cv. Likoni en un suelo Vertisol de la provincia Granma. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 38: 417-421.
8. García, C., R. Martínez, R. Tuero, A. Cruz, A. Romero, L. Estanquero et al. 2008. Evaluación agronómica de Guinea Mombaza (*Panicum maximum* Jacq) en un suelo ferralítico rojo típico de la provincia La Habana. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 42: 205-209.
9. INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2018. Anuario Meteorológico Nº 52-2015. Quito, Ecuador.
10. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2011. Pasturas para sistemas silvopastoriles. Boletín Técnico Nº 156.

Estación Experimental Santa Catalina y Central de la Amazonia. Quito – Ecuador. https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/459.

11. Jácome, L. y M. Ramírez. 2021. Incidencia del sombreado, biorreguladores y bio-estimulantes en el desarrollo y rendimiento del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq). Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 38: 382-403.
12. León, R., N. Bonifaz, y F. Gutiérrez. 2018. Pastos y Forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas. Primera Edición. Editorial Universitaria Abya-Yala. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. 622 p.
13. Liendo, M.E., A.A. González Coletti, L.E. Olea, A. Alegre, L. Suárez, L; M. Guerineau, G.O. Martín y J.R. Toll Vera. 2019. Relación Hoja-Tallo en el estado fenológico de floración, en gramíneas naturales y cultivadas del Chaco Occidental Semiárido del departamento Trancas, Tucumán, Argentina. Revista Agronómica del Noroeste Argentino 39: 45-51.
14. Núñez Delgado, J., J. Vásquez y E. Mariazza. 2019. Comportamiento nutricional y perfil alimentario de la producción lechera en pastos cultivados (*Panicum maximum* Jacq). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 30: 78-192.
15. Obispo, N.; Y. Espinoza, J. Gil, F. Ovalles, E. Cabrera y M. Pérez. 2013. Relación de la proporción de sombra en el potrero con el rendimiento, calidad del forraje y ganancia diaria de peso en novillos. Revista Científica, FCV-LUZ 23: 531-536.
16. Pilon, N., G. Durigan, J. Rickenback, R. Pennington, K. Dexter, W. Hoffmann, R. Abreu, and C. Lehmann. 2020. Shade alters savanna grass layer structure and function along a gradient of canopy cover. Journal of Vegetation Science 32: e12959.
17. Ramírez De La Ribera, J.L., D.A. Zambrano Burgos, J. Campuzano, D.M. Verdecia Acosta, E. Chacón Marcheco, Y. Arceo Benítez et al. 2017. El clima y su influencia en la producción de pastos. Revista Electrónica de Veterinaria 18:1-12.
18. Rodríguez-Larramendi, L.A., M.A Salas-Marina, V. Hernández-García, R.A. Campos-Saldaña, W.O. Cruz-Macías, M. de la Cruz-Morales, A. Gordillo-Curiel y F. Guevara-Hernández. 2021. Efecto fisiológico de la disponibilidad de agua y nitrógeno en plantas de guayaba. Tropical and Subtropical Agroecosystems 24: 19.
19. Romero Delgado, G., M. Echevarría Rojas, F. Trillo Zárate, V. Hidalgo Lozano, L. Aguirre Terrazas, R. Robles Rodríguez, y J. Núñez Delgado. 2020. Efecto del faique (*Acacia macracantha*) sobre el valor nutricional del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en un sistema silvopastoril. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 31: e17562.
20. Schnellmann, L., J.O. Verdoljak, A. Bernadis, J. Martínez-González, S.P. Castillo-Rod, y A.G. Limas-Martínez. 2020. Frecuencia y altura de corte sobre la calidad del *Megathyrsus maximus* (cv. Gatton panic). Ciencia y Tecnología Agropecuaria 21: 1-11.
21. Thomas, E. y P. Ferrere. 2019. Estrés calórico: beneficios de los árboles en los sistemas ganaderos. Fruticultura y Diversificación 25(83): 15-17.
22. Verdecia, D., R. Herrera, J. Ramírez, I. Leonard, R. Bodas, S. Andrés, F.J. Giráldez, Y. Álvarez y S. López. 2012. Valoración nutritiva del *Panicum maximum* cv. Mombasa en las condiciones climáticas del Valle del Cauto, Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 46(1): 97-101.