



Incidencia del sombreado, biorreguladores y bioestimulante en el desarrollo y rendimiento del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.)

Incidence of the shading, bioregulators and biostimulant on the growth and yield of Mombaza grass (*Panicum maximum* Jacq.)

Incidência do sombreamento, biorreguladores e bioestimulante no desenvolvimento e rendimento da grama Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.)

Leonardo R. Jácome-Gómez^{1*} y Maribel del C. Ramírez-Villalobos²

¹Instituto Superior Tecnológico Tsáchila. Av. Galo Luzuriaga y Calle B. Santo Domingo, Ecuador. Correo electrónico: leonardojacome@tsachila.edu.ec, , ²Departamento de Botánica. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia (LUZ). Maracaibo, Venezuela. Correo electrónico: mramire@fa.luz.edu.ve, .

Resumen

Las técnicas de sombreado (S), biorreguladores (BR) y bioestimulantes (BE) son alternativas que favorecen la brotación y producción de los pastos. El objetivo fue evaluar el efecto del S, BR y BE en el desarrollo y rendimiento del pasto Mombaza en Ecuador. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y arreglo de tratamientos en parcelas divididas, en la principal representada por condición de S (S_1 : plena exposición solar, S_2 : sombra con árboles) y la secundaria por aplicación de BR y BE (A_0 : testigo; A_1 : dosis mínima de BR, 250 mL.ha⁻¹ Cytokin + 10 g.ha⁻¹ New Gibb 10 %; A_2 : dosis máxima de BR, 500 mL.ha⁻¹ Cytokin + 20 g.ha⁻¹ New Gibb 10 %; A_3 : dosis comercial del BE Algamar, algas marinas, 750 g.ha⁻¹). Se efectuaron tres cortes del pasto, a los 35 días de iniciado el experimento, en cada uno se evaluaron altura de macolla (AM), número de macollas.m⁻² (NMM), número de tallos. macolla⁻¹ (NTM) y rendimiento de materia seca (RMS). Se encontraron efectos

Recibido el 29-06-2020 • Aceptado el 14-10-2020.

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: leonardojacome@tsachila.edu.ec

($p < 0,05$) de S sobre las cuatro variables en cada corte y de la aplicación de BR y BE en AM en el corte 1, periodo de mínima precipitación; la interacción S con aplicación de BR y BE no influyó en las variables. Se concluye que el pasto cultivado en S_1 aumentó el desarrollo y RMS en los cortes 1, 2 y 3 (0,180; 0,300 y 0,398 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$). NMM se vio favorecido con S_2 y AM con la dosis mínima de BR.

Palabras clave: citocininas, giberelinas, algas marinas, materia seca, macolla.

Abstract

Shading (S), bioregulators (BR) and biostimulants (BS) techniques are alternatives that promote sprouting and production of grass. The objective was to evaluate the effect of S, BR and BS on the growth and yield of Mombaza grass in Ecuador. A complete randomized block design, with split plot arrangement and three replications, was used, the main plot represented by condition S (S_1 : full solar exposure, S_2 : shade of trees) and secondary one by BR and BS application (A_0 : control; A_1 : minimum doses of BR, 250 $\text{mL}\cdot\text{ha}^{-1}$ Cytokin + 10 $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ New Gibb 10 %; A_2 : maximum doses of BR, 500 $\text{mL}\cdot\text{ha}^{-1}$ Cytokin + 20 $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ New Gibb 10 %; A_3 : commercial dose of BS Algamar, seaweed, 750 $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$). Three cuts of grass were made, 35 days after starting experiment; in each one, tiller height (TH), number of tillers. m^{-2} (NTM) and stems.tiller $^{-1}$ (NST), and dry matter yield (DMY) were evaluated. It is found effects ($P < 0,05$) of S on the four variables in each cut; and application of BR and BS on TH in cuts 1, period of least precipitation. It is concluded that the grass cultivated in S_1 increased the growth and DMY in cuts 1, 2 and 3 (0.180, 0.300 y 0.398 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$). NTM was stimulated with S_2 and TH with the minimum dose of BR.

Key words: cytokinins, gibberellins, seaweeds, dry matter, tiller.

Resumo

Técnicas de sombreamento (S), biorreguladores (BR) e bioestimulantes são alternativas que favorecem o surgimento e a produção de gramíneas. O objetivo foi avaliar o efeito do S, BR e BE no desenvolvimento e rendimento do capim Mombaza. Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso com três repetições e arranjo de tratamento em parcelas divididas, sendo a principal representada pela condição S (S_1 : exposição ao sol total, S_2 : sombra com árvores) e a secundária pela aplicação de BR e BE (A_0 : controle; A_1 : dose mínima de BR, 250 $\text{mL}\cdot\text{ha}^{-1}$ Cytokin + 10 $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ New Gibb 10%; A_2 : dose máxima de BR, 500 $\text{mL}\cdot\text{ha}^{-1}$ Cytokin + 20 $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ New Gibb 10%; A_3 : dose comercial de BS Algamar, alga, 750 $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$). Foram feitos três cortes de grama, 35 dias após o início do experimento; em cada um, altura de moita (AM), número de moita. m^{-2} (NMM) e hastes.moita $^{-1}$ (NHM) e rendimento de matéria seca (RMS). Efeitos significativos ($p < 0,05$) de

S foram encontrados nas quatro variáveis nas três seções e da ABB aplicação de BR e BE no corte 1 (período de menor precipitação); a interação S com aplicação de BR e BE não influenciou as variáveis. Conclui-se que a gramínea cultivada em S₁ aumentou o desenvolvimento e RMS nos cortes 1, 2 e 3 (0,180, 0,300 e 0,398 kg.ha⁻²). NMM foi favorecido com S₂ e AM com a dose mínima de BR.

Palavras-chave: citocinas, giberelinas, algas marinhas, matéria seca, moita.

Introducción

Los pastos en los trópicos son considerados una herramienta imprescindible en la producción bovina porque suplen la demanda de fibras y proteínas del animal que influyen directamente en la calidad de la leche y la carne y, por ende, en la dieta humana (Plana *et al.*, 2016). En Ecuador, el 45,74 % de la superficie de la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas (117.796 ha) está dedicada a la ganadería bovina (INEC, 2019) y cultivada con varios pastos, entre ellos Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.). Esta especie se introdujo en América en 1967, presenta alta producción de forraje (33 t.ha⁻¹.año⁻¹ de materia seca) y proporción hoja-tallo, buena calidad nutricional, rápida recuperación después del pastoreo y tolerancia a contenidos altos de humedad temporales en el suelo (Jank, 1995).

La mayoría de productores de la zona acuden a la fertilización mineral que resulta costosa y altamente contaminante para el ambiente, sin embargo, en varios sistemas de producción bovina de dicha provincia se ha observado que la producción y la calidad del pasto son de mediana a baja, debido a la falta de técnicas que favorezcan el desarrollo de la planta, entre las cuales se hallan el

Introduction

Pastures in the tropics are considered an essential tool in bovine production because they supply the animal's demand for fibers and proteins that directly influence the quality of milk and meat and, therefore, the human diet (Plana *et al.*, 2016). In Ecuador, 45.74 % of the surface of the Santo Domingo de los Tsáchilas province (117,796 ha) is dedicated to bovine livestock (INEC, 2019) and cultivated with various pastures, including Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.). This species was introduced in America in 1967, it presents high forage production (33 t MS.ha⁻¹.year⁻¹) and leaf-stem ratio, good nutritional quality, fast recovery after grazing and tolerance to high content of temporary moisture in the soil (Jank, 1995).

The majority of producers in the area turn to mineral fertilization, which is expensive and highly polluting for environment, however, in various bovine production systems in this province it has been observed that yield and quality of the pasture are medium to low, due to the lack of techniques that favor the development of the plant, among which are shading, bioregulators and biostimulants. In this sense, Plana *et al.* (2016)

sombreado, los biorreguladores y los bioestimulantes. En este sentido, Plana *et al.* (2016) señalaron que es posible obtener los mismos resultados de la fertilización química, con menores costos de producción, a través del uso de biofertilizantes que en algunos casos son bioestimulantes o biorreguladores.

El sombreado de los pastos modifica la morfoestructura, mejora la cantidad, la calidad y la digestibilidad del pasto o forraje, y consiguientemente, la ganancia diaria de peso del animal (Obispo *et al.*, 2008; 2013; Encinozo *et al.*, 2017). Entre otros beneficios de la inclusión de árboles y/o arbustos en los potreros -base de los sistemas silvopastoriles y agroforestales- se encuentran: el aporte de forraje, el aumento del bienestar animal ya que disminuye el estrés calórico (Ramírez *et al.*, 2017) e incrementa el consumo del animal y el contenido de materia orgánica en el suelo (Encinozo *et al.*, 2017). Además, contribuyen a la mitigación del cambio climático en la ganadería tropical (Milera, 2013).

Por tanto, los sistemas agroforestales ofrecen beneficios ecológicos y económicos, por los ingresos o productos que se generan del sistema multipropósito animal-pasto-árbol. Es por ello, que algunos productores de la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas han diversificado su sistema de producción de naranja Valencia (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) con el pasto Mombaza y la cría de ganado vacuno. Según el INEC (2019), la provincia tiene una superficie plantada de naranjo de 21 ha en monocultivo y 463 ha en asociación.

pointed out that it is possible to obtain the same results from chemical fertilization, with lower production costs, through the use of biofertilizers, which in some cases are biostimulants or bioregulators.

Pasture shading modifies the morphostructure, improves the quantity, quality and digestibility of the pasture or forage, and consequently, the animal daily weight gain (Obispo *et al.*, 2008; 2013; Encinozo *et al.*, 2017). Among other benefits of the inclusion of trees and/or shrubs in pastures -basis of silvopastoral and agroforestry systems- are: the contribution of forage, the increase in animal welfare since it reduces heat stress (Ramírez *et al.*, 2017) and increases the animal's intake and the content of organic matter in the soil (Encinozo *et al.*, 2017). In addition, they contribute to the mitigation of climate change in tropical livestock (Milera, 2013).

Therefore, agroforestry systems offer ecological and economic benefits, due to the income or products that are generated from the multipurpose animal-pasture-tree system. That is why some producers in the Santo Domingo de los Tsáchilas province have diversified their Valencia orange production system (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) with Mombaza grass and cattle raising. According to the INEC (2019), the province has an orange tree planted area of 21 ha in monoculture and 463 ha in association.

On the other hand, bioregulators are made up of phytohormones and/or developmental regulators, responsible for the gene expression patterns of

Por otra parte, los biorreguladores están conformados por fitohormonas y/o reguladores del desarrollo, responsables de los patrones de expresión génica de diversos eventos del desarrollo vegetal (Taiz *et al.*, 2015); entre los más usados están las auxinas, las citocininas y las giberelinas. No obstante, un bioestimulante es cualquier sustancia y/o microorganismo que mejora la absorción y la asimilación de los nutrientes, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, y las características morfoagronómicas. Los bioestimulantes pueden contener varias sustancias dependiendo del material origen, entre ellas: fitohormonas, aminoácidos, péptidos, vitaminas, enzimas, minerales, ácidos húmicos y fúlvicos, extractos de algas y plantas, biopolímeros (quitosanos), compuestos inorgánicos, hongos y bacterias benéficas (Du Jardin, 2015).

Se han reportado los beneficios de dichos productos en cuanto al establecimiento del cultivo, características morfoestructurales (Rocha *et al.*, 2019), producción y calidad del pasto (Oliveira *et al.*, 2019; Aguilar *et al.*, 2020) y las concentraciones de N, P y K, y de bioproductos (biofertilizantes y hongos micorrízicos arbusculares) en la biomasa aérea del forraje (Plana *et al.*, 2016). Sin embargo, en Mombaza se requieren estudios sobre este tipo de técnicas. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del sombreado, biorreguladores y bioestimulante en el desarrollo y el rendimiento del pasto Mombaza.

various events of plant development (Taiz *et al.*, 2015); among the most used are auxins, cytokinins and gibberellins. However, a biostimulant is any substance and/or microorganism that improves the absorption and assimilation of nutrients, tolerance to biotic or abiotic stress, and morphoagronomic characteristics. Biostimulants can contain various substances depending on the source material, including: phytohormones, amino acids, peptides, vitamins, enzymes, minerals, humic and fulvic acids, algae and plant extracts, biopolymers (chitosans), inorganic compounds, fungi and beneficial bacteria (Du Jardin, 2015).

The benefits of these products have been reported in terms of crop establishment, morphostructural characteristics (Rocha *et al.*, 2019), production and quality of the pasture (Oliveira *et al.*, 2019; Aguilar *et al.*, 2020) and concentrations of N, P and K, and of bioproducts (biofertilizers and arbuscular mycorrhizal fungi) in the aerial biomass of the forage (Plana *et al.*, 2016). However, Mombaza requires studies on this type of technique. For this reason, the objective of this work was to evaluate the effect of shading, bioregulators and biostimulant on the development and performance of Mombaza grass.

Materials and methods

Study zone

The experiment was carried out in the period between October 12, 2018 and February 27, 2019, in “La Maravilla” farm, UTM coordinates

Materiales y Métodos

Zona de estudio

El experimento se realizó en el lapso comprendido entre el 12 de octubre del 2018 y el 27 de febrero del 2019, en la finca “La Maravilla”, coordenadas UTM X=775290, Y=9980960 y Z=513, ubicada en el recinto Praderas del Toachi, cantón Santo Domingo, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. La unidad de producción se encuentra en una zona lluviosa tropical con promedios anuales de temperatura de 24,5 °C, humedad relativa de 88 %, precipitación de 3372 mm (figura 1) y heliofanía de 761 horas de brillo solar (INAMHI, 2019).

X=775290, Y=9980960 and Z=513, located in the Praderas del Toachi enclosure, canton of Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsáchilas province, Ecuador. The production unit is located in a tropical rainy zone with annual averages of temperature of 24.5 °C, relative humidity of 88 %, precipitation of 3372 mm (figure 1) and heliophany of 761 hours of solar brightness (INAMHI, 2019).

Precipitation is distributed in two periods: the first one, with greater precipitation from December to May (262-523 mm.month⁻¹) and another with less precipitation from June to November (89 to 186 mm.month⁻¹) (Figure 1) (MAG, 2019; INAMHI, 2019), known in the area as dry and rainy periods, respectively.

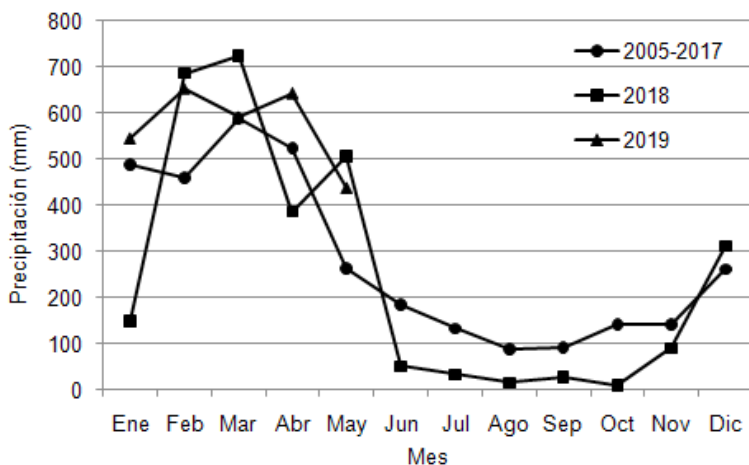


Figura 1. Precipitación mensual de la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas.

Figure 1. Monthly rainfall of the province Santo Domingo de los Tsáchilas.

La precipitación se distribuye en dos períodos: uno de mayor precipitación de diciembre a mayo (262-523 mm.mes⁻¹) y otro de menor precipitación de junio a noviembre (89 a 186 mm.mes⁻¹) (figura 1) (MAG, 2019; INAMHI, 2019), denominados en la zona como periodo seco y lluvioso, respectivamente.

Material vegetal. Se utilizó pasto Mombaza (*Panicum maximum*), de 300 días de edad, con una densidad de 9 plantas.m⁻², cultivado en un suelo profundo oscuro del orden Andisol, de textura franco arenosa con arcilla tipo alófana, ligeramente ácido, no salino y con alto contenido de materia orgánica (cuadro 1).

Vegetal material. Mombaza grass (*Panicum maximum*) was used, 300 days old, with a density of 9 plants.m⁻², cultivated in a deep dark soil of the Andisol order, with a sandy loam texture with allophane-type clay, slightly acidic, not saline. and with a high content of organic matter (table 1).

Experimental design

A completely randomized block design with an split plot arrangement of treatments and three replications, was used. In the main plot, the shade study factor was located with two levels, S1: full sun exposure, no shade; and S2: shade (60 %) of Valencia orange trees (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), eight years old

Cuadro 1. Análisis de suelo.

Table 1. Soil analysis.

Parámetro	Valor	Descripción	Parámetro	Valor	Descripción
				ppm	
pH	6,17		Zn	20,80	Alto
Conductividad eléctrica	0,19 ds.m ⁻²		Mn	13	Medio
Materia orgánica	6,6%	Alto		meq.100 g ⁻¹	
NH4	49	Alto	K	0,21	Medio
P	8,02	Medio	Ca	4	Bajo
S	6,72	Medio	Mg	1,01	Bajo
Cu	5,80	Alto	Ca/Mg	3,96	Óptimo
B	0,53	Alto	Mg/K	4,81	Óptimo
Fe	167,6	Alto	(Ca+Mg)/k	23,86	Óptimo

Profundidad a 20 cm.

Depth at 20 cm.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo de tratamientos en parcelas divididas, con

with a separation between plants and rows of 7 m. In the secondary plot, the application of commercial bioregulators and biostimulants

tres repeticiones. En la parcela principal se ubicó el factor de estudio sombra con dos niveles, S_1 : plena exposición solar, sin sombra; y S_2 : sombra (60 %) de árboles de naranja Valencia (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), de ocho años de edad con una separación entre plantas e hileras de 7 m. En la parcela secundaria, la aplicación de productos comerciales biorreguladores y bioestimulantes con cuatro niveles, A_0 : testigo, sin aplicación de productos; A_1 : dosis mínima de biorreguladores: Cytokinin + New Gibb 10 %, A_2 : dosis máxima de biorreguladores y A_3 : dosis comercial de bioestimulante Algamar (cuadro 2) para un total de ocho tratamientos.

with four levels, A_0 : control, without application of products; A_1 : minimum dose of bioregulators: Cytokinin + New Gibb 10 %, A_2 : maximum dose of bioregulators and A_3 : commercial dose of Algamar biostimulant (Table 2) for a total of eight treatments.

Each treatment consisted of a 9 m² plot (3 m x 3 m) with 1 m separation between plots, and the experimental unit by a 0.5 m x 0.5 m grid. To determine the percentage of shade, it was measured at noon (12:00 m.) And the vertical projection of the tree canopy (area in m²) on the soil surface cultivated with grass was considered (Alonso *et al.*, 2006).

Cuadro 2. Descripción de productos biorreguladores y bioestimulante.

Table 2. Description of bioregulatory and biostimulant products.

		Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis.ha ⁻¹
A_0 :	Testigo	-	-	-
A_1 :	Dosis mínima de biorreguladores	Cytokinin	Kinetina (0,01 %)	250 mL
		New Gibb 10 %	Ácido giberélico (10 %)	10 g
A_2 :	Dosis máxima de biorreguladores	Cytokinin	Kinetina (0,01 %)	500 mL
		New Gibb 10 %	Ácido giberélico (10 %)	20 g
A_3 :	Bioestimulante	Algamar*	Materia orgánica algacea (82,54 %) y otros compuestos (17,46 %)	750 g

*Algas marinas (*Ascophyllum nodosum*, *Sargassum*, *Laminaria*, *Macrocystis pyrifera*, *Egria menziesii*), ácido alginico (5 %), N (3 %), K (5,3 %), P (0,1 %), Ca (0,4 %), S (3,5 %), Mg (0,15 %), Cu (2 mg.kg⁻¹), Fe (25 mg.kg⁻¹), B (30 mg.kg⁻¹), betaínas (3 mg.kg⁻¹) y promotores del crecimiento naturales (400 mg.kg⁻¹).

*Seaweed (*Ascophyllum nodosum*, *Sargassum*, *Laminaria*, *Macrocystis pyrifera*, *Egria menziesii*), alginic acid (5 %), N (3 %), K (5.3 %), P (0.1 %), Ca (0.4 %), S (3.5 %), Mg (0.15 %), Cu (2 mg.kg⁻¹), Fe (25 mg.kg⁻¹), B (30 mg.kg⁻¹), betaines (3 mg.kg⁻¹) and natural growth promoters (400 mg.kg⁻¹).

Cada tratamiento estuvo conformado por una parcela de 9 m² (3 m x 3 m) con separación entre parcelas de 1 m, y la unidad experimental por

Crop management and grass cutting

Initially, a uniform cut was made to the grass, at 10 cm above the

una cuadrícula de 0,5 m x 0,5 m. Para determinar el porcentaje de sombra, se midió al mediodía (12:00 m.) y se consideró la proyección vertical de la copa de los árboles (área en m²) sobre la superficie de suelo cultivada con pasto (Alonso *et al.*, 2006).

Manejo de cultivos y corte del pasto

Inicialmente, se realizó un corte de uniformidad al pasto, a 10 cm de altura del suelo con una motoguadaña (marca Sthil modelo FS-450); al siguiente día se realizó la aplicación de biorreguladores y bioestimulante, con la ayuda de una asperjadora de espalda manual de 20 L de capacidad; posteriormente a los tres días se aplicó el fertilizante a razón de 200 kg.ha⁻¹ de Yaramila Complex (12-11-18-3) y a los 35 días después del corte de uniformidad se realizó el primer corte del pasto (cuadro 3). Posteriormente, se realizaron dos cortes, donde el cultivo se manejó de la misma forma que en el primer corte. El control de arvenses se realizó mecánicamente (machete) a los 20 días del segundo corte. Los cortes 1 y 2 se ubicaron en el periodo de mínima precipitación, y el corte 3 en el de mayor precipitación. La precipitación durante el experimento y en los tres cortes del pasto se muestra en la figura 1 y el cuadro 3 (INAMHI, 2019).

En cuanto al cultivo del naranjo, al inicio del experimento se fertilizó con Yaramila Complex a razón de 100 g.planta⁻¹, colocada en la periferia de la proyección de la copa; se le realizó una poda de mantenimiento (fitosanitaria con ayuda de tijeras) cada dos meses y control de arvenses, mecánicamente, una vez al mes. Ambos cultivos se mantuvieron bajo condiciones de secano.

ground with a motor trimmer (Sthil brand model FS-450); On the next day, the application of bioregulators and biostimulant was carried out, with the help of a manual back sprayer of 20 L capacity; After three days, the fertilizer was applied at a rate of 200 kg.ha⁻¹ of Yaramila Complex (12-11-18-3) and 35 days after the uniformity cut, the first grass cut was made (Table 3) . Subsequently, two cuts were made, where the culture was managed in the same way as in the first cut. The weed control was performed mechanically (machete) 20 days after the second cut. Cuts 1 and 2 were located in the period of minimum rainfall, and cut 3 in the one with the highest rainfall. The precipitation during the experiment and in the three grass cuts is shown in figure 1 and table 3 (INAMHI, 2019).

Regarding the orange tree plantation, at the beginning of the experiment it was fertilized with Yaramila Complex at a rate of 100 g.plant⁻¹, placed on the periphery of the projection of the crown; a maintenance pruning (phytosanitary with the help of scissors) was carried out every two months and weed control, mechanically, once a month. Both crops were kept under dry conditions.

Study variables

In each grass cut, two squares of 0.5 m x 0.5 m were randomly thrown in each treatment, in which the variables were evaluated: tiller height (AM), number of tillers.m⁻² (NMM), number of stems.tillers⁻¹ (NTM) and DM yield (RMS) (kg.m⁻²). AM was measured with a measuring tape from

Cuadro 3. Precipitación durante el experimento.**Table 3. Precipitation during the experiment.**

Corte	Intervalo	Días	Nº de días ≥ 1 mm	Precipitación (mm)		Acumulada
				Mínima – Máxima diaria	Total por intervalo	
1	12/10/18 - 15/11/18	35	8	0,1 - 21	42,6	42,6
	16/11/18 - 21/11/18	6	4	1,5 - 18,9	24,4	67,0
2	22/11/18 - 26/12/18	35	20	0,2 - 42,4	275,7	342,7
	27/12/18 - 23/01/19	28	22	0,6 - 107	502,2	844,9
3	24/01/19 - 27/02/19	35	27	0,3 - 89,6	759,3	1064,2
Total		139	81		1604,2	

Variables de estudio

En cada corte del pasto, se lanzaron al azar dos cuadrículas de 0,5 m x 0,5 m en cada tratamiento, en las que se evaluaron las variables: altura de macolla (AM), número de macollas.m⁻² (NMM), número de tallos.macolla⁻¹ (NTM) y rendimiento de MS (RMS) (kg.m⁻²). AM se midió con una cinta métrica desde la base hasta el ápice de uno de los tallos de la parte central de la macolla; NMM y NTM mediante el conteo de las macollas presentes por metro cuadrado y de los tallos en cada macolla, respectivamente. RMS se determinó a través del secado de 1 kg, por unidad experimental de biomasa de la parte aérea de la macolla (hojas y tallos) en una estufa a 70 °C durante 72 horas.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza mediante GLM del software InfoStat versión libre (Universidad Nacional de Córdoba, versión 2014). Cuando los factores de estudio mostraron efectos significativos se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias.

the base to the apex of one of the stems in the central part of the clump; NMM and NTM by counting the clusters present per square meter and the stems in each cluster, respectively. RMS was determined by drying 1 kg, per experimental unit of biomass of the aerial part of the tiller (leaves and stems) in an oven at 70 °C for 72 hours.

Statistical analysis

An analysis of variance was performed using GLM of the free version InfoStat software (Universidad Nacional de Córdoba, version 2014). When the study factors showed significant effects, the Tukey test was used to compare means.

Results and discussion

The analysis of variance did not show significant effects (p>0.05) of the interactions between shading and the application of bioregulators and biostimulant on the variables under study in the three sections evaluated.

Resultados y discusión

El análisis de varianza no mostró efectos significativos ($p > 0,05$) de las interacciones entre el sombreado y la aplicación de biorreguladores y bioestimulante sobre las variables en estudio en los tres cortes evaluados.

En el primer corte del pasto, la condición de sombreado mostró efecto significativo ($p \leq 0,05$) sobre el desarrollo y el rendimiento de Mombaza; en las cuatro variables de estudio (cuadro 4). La altura de macolla, el número de tallos por macolla y el rendimiento de MS alcanzaron los mayores valores cuando el pasto se cultivó a plena exposición solar; mientras que el número de macollas.m⁻² se vio favorecido con la sombra. Para el segundo y el tercer corte, el factor sombreado también afectó las cuatro variables evaluadas que mostraron el mismo comportamiento del primer corte.

Los resultados de altura macolla, número de tallos.macolla⁻¹ y rendimiento de MS tienen similitud con lo reportado por Navarro y Corpas (2012) para Mombaza (en Sucre, Colombia) donde las plantas a plena exposición solar mostraron mayor desarrollo en cuanto a altura de planta, número de tallos.planta⁻¹ y MS. También se corresponden con la investigación de Encinozo *et al.* (2017), quienes lograron mayor altura y MS cuando el estrato herbáceo estuvo a plena exposición solar, respuesta que asociaron a la producción de biomasa y disponibilidad. Los resultados obtenidos en Mombaza se deben a que las plantas a plena exposición solar

In the first grass cut, the shading condition showed a significant effect ($p \leq 0.05$) on the development and performance of Mombaza; in the four study variables (Table 4). The tiller height, the number of stems per tiller and the DM yield reached the highest values when the grass was cultivated under full sun exposure; while the number of tillers per square meter was favored with the shade. For the second and third cut, the shaded factor also affected the four variables evaluated that showed the same behavior as the first cut.

The results of tiller height, number of stems per tiller and DM yield are similar to that reported by Navarro and Corpas (2012) for Mombaza (in Sucre, Colombia) where plants under full sun exposure showed greater development in terms of plant height, number of stems per plant and DM. They also correspond to the research of Encinozo *et al.* (2017), who achieved greater height and DM when the herbaceous stratum was under full sun exposure, a response that they associated with biomass production and availability. The results obtained in Mombaza are due to the fact that plants with full solar exposure have a greater source of energy, heat or information for photosynthesis, the synthesis and accumulation of carbohydrates is favored, and with them, the growth rate and the production of biomass (Taiz *et al.*, 2015).

The light attenuation by shading has the capacity to cause positive or negative changes in the morphostructural and physiological characteristics (Blanco *et al.*, 2015),

tienen mayor fuente de energía, calor o información para la fotosíntesis, se favorece la síntesis y la acumulación de carbohidratos, y con ellos, la tasa de crecimiento y la producción de biomasa (Taiz *et al.*, 2015).

La atenuación lumínica por sombreado tiene la capacidad de ocasionar cambios positivos o negativos en las características morfoestructurales y fisiológicas (Blanco *et al.*, 2015), tales como: altura, perímetro de la macolla, número de hijos por planta, ancho de la hoja, número de tallos y macollas por planta, altura de rebrote, MS (Alonso *et al.*, 2006; Navarro *et al.* 2012; Encinozo *et al.*, 2017), área foliar, índice de área foliar, tasa de asimilación de CO₂, alargamiento del tallo, entre otros (Navarro *et al.* 2012; Azcón y Talón, 2013; Taiz *et al.*, 2015). Además, en los pastos se han señalado incrementos en el contenido de nitrógeno y en la digestibilidad de la MS (Araujo, 2014).

Referente al mayor número de macollas por metro cuadrado obtenido a plena exposición solar, en los tres cortes (cuadro 4), no se corresponden con otras investigaciones; Navarro y Corpas (2012) registraron mayor cantidad de macollas por planta cuando la Mombaza se cultivó a plena exposición solar. Por otra parte, en el pasto Dallis (*Brachiaria decumbens* Stapf) se obtuvo que los tratamientos con sombreado (30 y 50 %) y a plena exposición solar no afectaron el número de plantas por metro cuadrado, debido a la tolerancia de este pasto a la sombra (Carrilho *et al.*, 2012). El menor

such as: height, tiller perimeter, number of shoots per plant, width of the plant leaf, number of stems and tillers per plant, regrowth height, DM (Alonso *et al.*, 2006; Navarro *et al.* 2012; Encinozo *et al.*, 2017), leaf area, leaf area index, assimilation rate of CO₂, stem elongation, among others (Navarro *et al.* 2012; Azcón and Talón, 2013; Taiz *et al.*, 2015). In addition, increases in nitrogen content and DM digestibility have been reported in pastures (Araujo, 2014).

Regarding the highest number of tillers m⁻² obtained with full sun exposure, in the three cuts (table 4), they do not correspond to other investigations; Navarro and Corpas (2012) recorded a higher number of tillers. Plant-1 when the Mombaza was grown under full sun exposure. On the other hand, in the Dallis grass (*Brachiaria decumbens* Stapf) it was obtained that the treatments with shading (30 and 50 %) and full solar exposure did not affect the number of plants per square meter, due to the tolerance of this grass to the shadow (Carrilho *et al.*, 2012). The lower number of tillers per square meter observed in Mombaza at full sun exposure is attributed to a way of compensation in the development of the plant due to the higher light incidence (Taiz *et al.*, 2015), since the grass in this condition reached higher height, number of stems per tiller and DM yield (table 4).

The DM yields obtained in the three cuts of the grass grown under full sun exposure, equivalent to 1.8; 3 and 4 t.ha⁻¹, are higher than the value registered for Mombaza by Navarro

número de macollas.m⁻² observado en Mombaza a plena exposición solar, se atribuye a una forma de compensación en el desarrollo de la planta por la mayor incidencia lumínica (Taiz *et al.*, 2015), dado que el pasto en dicha condición alcanzó mayor altura, número de tallos por macolla y rendimiento de MS (cuadro 4).

and Corpas (2012), who reported 1 t.ha⁻¹ of DM at 35 days. The values of the three cuts also differed from those indicated by Ramírez *et al.* (2009) and Velasco *et al.* (2018) of: 5 and 6 t.ha⁻¹ of DM approximately, at 30 and 40 days, respectively. These differences were attributed to the experimental edaphoclimatic and management conditions.

Cuadro 4. Efecto del sombreado en el desarrollo y el rendimiento de materia seca (RMS) del pasto Mombaza, en los tres cortes del pasto.

Table 4. Effect of shading on the development and dry matter yield (MSY) of Mombaza grass, in the three grass cuts.

Condición de sombreado	Altura de macolla (cm)	Número de macollas.m ⁻²	Número de tallos. macolla ⁻¹	RMS (kg.m ⁻²)
Corte 1*				
Exposición solar	86,77 ^a	11,00 ^b	21,51 ^a	0,180 ^a
Sombra	68,71 ^b	12,00 ^a	11,99 ^b	0,078 ^b
Corte 2*				
Exposición solar	90,88 ^a	10,17 ^b	23,99 ^a	0,300 ^a
Sombra	74,46 ^b	13,33 ^a	9,42 ^b	0,085 ^b
Corte 3**				
Exposición solar	116,15 ^a	9,83 ^b	18,88 ^a	0,398 ^a
Sombra	80,60 ^b	11,67 ^a	5,97 ^b	0,059 ^b

^{a, b}Medias con letras diferentes en la misma columna dentro de cada corte presentan diferencias según prueba de Tukey (p≤0,05). *Periodo de mínima precipitación. **Periodo de mayor precipitación.

^{a, b}Means with different letters in the same column within each cut-off show differences according to Tukey's test (p ≤0.05). *Period of minimum precipitation. ** Period of highest precipitation.

Los rendimientos de MS obtenidos en los tres cortes del pasto cultivado a plena exposición solar, equivalentes a 1,8; 3 y 4 t.ha⁻¹, son superiores al valor registrado para Mombaza por Navarro y Corpas (2012), quienes

On the other hand, DM yield in cuts 2 and 3 showed 66.67 and 121 % more DM than cut 1, which may be related to a higher development of the pasture influenced by age and environmental conditions. Regarding

reportaron 1 t.ha⁻¹ de MS a los 35 días. Los valores, de los tres cortes, también difirieron de los indicados por Ramírez *et al.* (2009) y Velasco *et al.* (2018) de: 5 y 6 t.ha⁻¹ de MS aproximadamente, a los 30 y 40 días, respectivamente. Estas diferencias se atribuyeron a las condiciones experimentales edafoclimáticas y de manejo.

Por otra parte, el rendimiento de MS en los cortes 2 y 3 mostraron 66,67 y 121 % más de MS que el corte 1, lo cual puede relacionarse a un mayor desarrollo del pasto influenciado por la edad y las condiciones ambientales. En cuanto a este último factor, los cortes 2 y 3 tuvieron mayor precipitación, 275,7 y 759,3 mm por intervalo (cuadro 3) respectivamente, por ende, mayor disponibilidad de agua en el suelo para el desarrollo de la planta, cultivada en secano. De igual manera, la respuesta se asoció con la capacidad de producción de biomasa de la planta, la cual está determinada por la radiación fotosintéticamente activa absorbida (Blanco *et al.*, 2015; Taiz *et al.*, 2015) y la genética o eficiencia de conversión a MS. Con respecto al corte 1, la precipitación fue baja (42,6 mm) y éste tuvo cinco meses previos con 10 a 50 mm mensuales aproximadamente, ubicado hacia el final del periodo de menor precipitación (cuadro 3, figura 1), lo que refleja el requerimiento de riego complementario en ese intervalo de tiempo.

El sombreado redujo notablemente el rendimiento de MS del pasto Mombaza en 56,67, 71,67 y 85,18 % en los cortes 1, 2 y 3, respectivamente (cuadro 4), lo que sugiere considerar otros niveles de sombreado menores

this last factor, cuts 2 and 3 had higher precipitation, 275.7 and 759.3 mm per interval (table 3) respectively, therefore, greater availability of water in the soil for plant development cultivated in dry land. Similarly, the response was associated with the plant's biomass production capacity, which is determined by absorbed photosynthetically active radiation (Blanco *et al.*, 2015; Taiz *et al.*, 2015) and the genetics or efficiency of conversion to MS. Regarding cut 1, precipitation was low (42.6 mm) and this had five previous months with approximately 10 to 50 mm per month, located towards the end of the period of less precipitation (table 3, figure 1), which reflects the supplemental irrigation requirement in that time interval.

Shading notably reduced the DM yield of Mombaza grass by 56.67, 71.67 and 85.18 % in cuts 1, 2 and 3, respectively (table 4), which suggests considering other levels of shading lower than 60 %, given that the density of the orange tree -sowing distance of 7 m x 7 m- had a negative influence on the Mombaza grass, as well as on the economic benefits of the production system. For this type of agroforestry system with established orange trees, it would be convenient to distribute -or use- the trees mainly towards the pasture surroundings, or else, the use of a plantation frame greater than 7 m x 7 m (possible thinning of some trees), since it was not beneficial to use all the trees with that separation. With a lower tree density, there is more space and better distribution of solar radiation (Matheus and Ordus, 2016)

al 60 %, dado que la densidad del naranjo -distancia de siembra de 7 m x 7 m influyó negativamente en el pasto Mombaza, así como, en los beneficios económicos del sistema de producción. Para este tipo de sistema agroforestal con naranjos establecidos, sería conveniente la distribución -o el aprovechamiento- de los árboles principalmente hacia el entorno de los potreros, o bien, el empleo de un marco de plantación superior al de 7 m x 7 m (posible raleo de algunos árboles), ya que no resultó beneficioso utilizar todos los árboles con esa separación. Con una densidad de árboles menor, se dispone de más espacio y mejor distribución de la radiación solar (Matheus y Ordus, 2016) para el desarrollo y la producción del pasto.

Aunque, la respuesta del pasto depende de varios factores, como la interacción árbol-gramínea (Alonso *et al.*, 2006) y las condiciones agroecológicas, ésta se ha relacionado con la cantidad y la calidad de luz (Blanco *et al.*, 2015), y el grado de tolerancia de la planta a la sombra. Esto en virtud de que el sombreado por plantas vecinas modifica el ambiente lumínico (mayor cantidad de luz roja lejana, 700 a 800 nm), en el cual se reduce la radiación fotosintéticamente activa (400 a 700 nm), y en consecuencia ocurren proporciones reducidas de Pfr (forma interfotocconvertible de los fitocromos activa que tiene su máximo de absorción en el rojo lejano, 730 nm) debidas a bajas relaciones Rojo: Rojo Lejano (R:RL), condición que disminuye los procesos fisiológicos; la luz roja lejana tiene un efecto inhibitorio y la roja activador (Azcón y

for the development and production of grass.

Although, the response of the pasture depends on several factors, such as the tree-grass interaction (Alonso *et al.*, 2006) and the agroecological conditions, it has been related to the quantity and quality of light (Blanco *et al.*, 2015), and the degree of tolerance of the plant to the shade. This is due to the fact that the shading by neighboring plants modifies the light environment (greater amount of far red light, 700 to 800 nm), in which photosynthetically active radiation is reduced (400 to 700 nm), and consequently reduced proportions occur of Pfr (interphotoconvertible form of active phytochromes that has its maximum absorption in the far red, 730 nm) due to low Red: Far Red (R:RL) ratios, a condition that reduces physiological processes; distant red light has an inhibitory effect and red light has an activating effect (Azcón and Talón, 2013; Blanco *et al.*, 2015; Taiz *et al.*, 2015).

It was observed that Mombaza was not very tolerant to the shade level of 60 % in the evaluated periods, this behavior is similar to other works carried out in Guinea grass (*P. maximum* Jacq.). In which higher DM yields were obtained when the grass was grown under full sun exposure or with a level of shade close to 10 % (Obispo *et al.*, 2008), with 5 % and 22.5 % (Obispo *et al.*, 2013), from Samán trees (*Samanea saman* (Jacq) Merr). Although, in another investigation with Guinea associated with *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De

Talón, 2013; Blanco *et al.*, 2015; Taiz *et al.*, 2015).

Se observó que Mombaza fue poco tolerante al nivel de sombra de 60% en los períodos evaluados, este comportamiento tiene semejanza con otros trabajos realizados en pasto Guinea (*P. maximum* Jacq.), en los que se obtuvieron mayores rendimientos de MS cuando el pasto se cultivó a plena exposición solar o con un nivel de sombra cercano al 10 % (Obispo *et al.*, 2008), con 5 % y 22,5 % (Obispo *et al.*, 2013), proveniente de árboles de Samán (*Samanea saman* (Jacq) Merr). Aunque, en otra investigación con Guinea asociada con Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), la condición de sombreado (42 a 56,75 % de sombra y plena exposición solar) no influyó en el rendimiento de MS, la altura de planta y el número de hijos.planta⁻¹, a los 4, 5 y 6 años de edad (Alonso *et al.*, 2006).

Según Obispo *et al.* (2008; 2013), la MS disminuye bajo sombra, pero la calidad del pasto mejora notablemente; en Guinea, los contenidos de proteína cruda fueron similares en todos los niveles de sombra, con tendencia numérica a ser mayor con el incremento del nivel de sombreado; y la digestibilidad mayor en las áreas con alto (>30 %) y medio nivel de sombra (20-30 %). En pastizales de guinea (70 %) con estrella (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) (28 %), el sombreado también mejoró su calidad a través de cambios en los contenidos de proteína, disminución de las estructuras fibrosas, mayor digestibilidad y ganancia de peso de los animales (Obispo *et al.*, 2013).

Wit), the shading condition (42 to 56.75 % shade and full sun exposure) did not influence the DM yield, the height of plant and the number of shoots.plant⁻¹, at 4, 5 and 6 years of age (Alonso *et al.*, 2006).

According to Obispo *et al.* (2008; 2013), the DM decreases under shade, but the quality of the pasture improves notably; in Guinea, the crude protein contents were similar at all levels of shade, with a numerical tendency to be higher with increasing level of shading; and the highest digestibility in areas with high (> 30 %) and medium level of shade (20-30 %). In guinea grasslands (70 %) with star-grass (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) (28%), shading also improved its quality through changes in protein content, reduction of fibrous structures, greater digestibility and weight gain of the animals (Obispo *et al.*, 2013).

On the other hand, the application of bioregulatory and biostimulant products had a significant influence (P<0.005) only in the tiller height in cut 1 (Table 5). The highest height was achieved when the minimum and maximum doses of bioregulators (Cytokine + New Gibb 10 %), and the biostimulant (Algamar) were applied, treatments that were statistically similar, so it is appropriate to use the minimum dose of bioregulators (250 mL.ha⁻¹ of Cytokine + 10 g.ha⁻¹ of New Gibb 10 %) because it would generate a lower production cost. On the other hand, the biostimulant and the control showed the same response.

The minimum dose of bioregulators allowed the highest tiller height, which

Porotrolado, la aplicación de productos biorreguladores y bioestimulante influyó significativamente ($p < 0,005$) solo en la altura de macolla en el corte 1 (cuadro 5). La mayor altura se logró cuando se aplicaron las dosis mínima y máxima de biorreguladores (Cytokin + New Gibb 10 %), y el bioestimulante (Algamar), tratamientos que fueron estadísticamente similares, por lo que resulta propicio utilizar la dosis mínima de biorreguladores (250 mL.ha⁻¹ de Cytokin + 10 g.ha⁻¹ de New Gibb 10 %) porque generaría menor costo de producción. Por otra parte, el bioestimulante y el testigo mostraron igual respuesta.

showed that at this dose the Mombaza grass was more sensitive. This is because the response or hormonal action depends on the variation in the concentration of the hormone and the sensitivity of the tissues or organs to it; the latter influenced by age, environmental conditions (Azcón and Talón, 2013), species and genotype (Mora, 2013; Guilcapi *et al.*, 2019).

Bioregulators contain phytohormones or development regulators in their composition, and biostimulants a smaller amount, so the former have a greater influence on the sprouting of the apices or meristematic points and, consequently, the

Cuadro 5. Efecto de la aplicación de productos biorreguladores y bioestimulante en la altura de macolla del pasto Mombaza en el corte 1.

Table 5. Effect of the application of bioregulatory and biostimulant products on the tiller height of Mombaza grass in cut 1.

Producto	Altura de macolla (cm)
Testigo	65,17 ^b
Dosis mínima de biorreguladores: 250 mL.ha ⁻¹ Cytokin + 10 g.ha ⁻¹ New Gibb 10%	87,71 ^a
Dosis máxima de biorreguladores: 500 mL.ha ⁻¹ Cytokin + 20 g.ha ⁻¹ New Gibb 10%	86,54 ^a
Bioestimulante: 750 g.ha ⁻¹ Algamar	71,54 ^{ab}

Medias con letras diferentes presentan diferencias según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Means with different letters show differences according to Tukey's test ($p \leq 0.05$).

La dosis mínima de biorreguladores permitió la mayor altura de macolla, lo que mostró que a dicha dosis el pasto Mombaza fue más sensible. Esto debido a que la respuesta o acción hormonal depende de la variación de la concentración de la hormona y de la sensibilidad de los tejidos u órganos

development of leaves, stems and roots. In this sense, the response observed in the present investigation, greater tiller height with the application of bioregulators, was associated with the effect of the combination of cytokinins and gibberellins in the product (Azcón and Talón, 2013).

frente a ésta; esta última influenciada por la edad, las condiciones ambientales (Azcón y Talón, 2013), la especie y el genotipo (Mora, 2013; Guilcapi *et al.*, 2019).

Los biorreguladores contienen en su composición fitohormonas o reguladores del desarrollo, y los bioestimulantes menor cantidad, por lo que los primeros tienen mayor influencia en la brotación de los ápices o puntos meristemáticos y, consecuentemente, el desarrollo de hojas, tallos y raíces. En este sentido, la respuesta observada en la presente investigación, mayor altura de macolla con la aplicación de biorreguladores, se asoció al efecto de la combinación de citocininas y giberelinas del producto (Azcón y Talón, 2013).

Lo anterior debido a que las citocininas promueven la división celular, el crecimiento (división celular + alargamiento celular), la ruptura de la dominancia apical (proliferación y brotación de yemas laterales), la formación y actividad de los puntos meristemáticos (nuevos tejidos), la diferenciación celular, el desarrollo de cloroplastos; retrasan la caída de las hojas (senescencia foliar) y participan en la movilización de nutrientes desde las hojas a otras partes de la planta. Mientras que las giberelinas favorecen el alargamiento celular (principalmente) y la división celular, por ende, producen efectos pleiotrópicos, entre los que destaca el alargamiento del tallo (Azcón y Talón, 2013; Taiz *et al.*, 2015).

Al respecto, se ha reportado que la citocinina bencilaminopurina promovió el crecimiento, la

This is due to the fact that cytokinins promote cell division, growth (cell division + cell elongation), the breakdown of apical dominance (proliferation and sprouting of lateral buds), the formation and activity of meristematic points (new tissues), cell differentiation, the development of chloroplasts; they delay the fall of the leaves (foliar senescence) and participate in the mobilization of nutrients from the leaves to other parts of the plant. While gibberellins favor cell elongation (mainly) and cell division, therefore, they produce pleiotropic effects, among which stem elongation stands out (Azcón and Talón, 2013; Taiz *et al.*, 2015).

In this regard, it has been reported that benzylaminopurine cytokinin promoted growth, the accumulation of soluble protein and delayed foliar senescence in *Dactylis glomerata* grass, regulating signaling through H_2O_2 , in the accumulation of the antioxidant ascorbic acid and ascorbate peroxidase activity, with a protective function against the oxidative stress of senescence (Wilson *et al.*, 2008).

The tiller height in cut 1 reflected that the bioregulators and the biostimulant were favorable when they were applied in that time interval, since it had little precipitation (42.6 mm) (Table 3) and was located towards the end of the period of less precipitation (figure 1), so the products could be applied at that time, as well as considering other doses and types of products. In this regard, Guilcapi *et al.* (2019) obtained that the time of application of gibberellins, cytokinins

acumulación de proteína soluble y retrasó la senescencia foliar en el pasto *Dactylis glomerata*, regulando la señalización mediante el H_2O_2 , en la acumulación del antioxidante ácido ascórbico y actividad del ascorbato peroxidasa, con una función protectora ante el estrés oxidativo de la senescencia (Wilson *et al.*, 2008).

La altura de macolla en el corte 1 reflejó que los biorreguladores y el bioestimulante fueron favorables cuando se aplicaron en ese intervalo de tiempo, ya que tuvo poca precipitación (42,6 mm) (cuadro 3) y estuvo ubicado hacia el final del periodo de menor precipitación (figura 1), por lo que los productos se podrían aplicar en ese momento, así como, considerar otras dosis y tipos de productos. Al respecto, Guilcapi *et al.* (2019) obtuvieron que la época de aplicación de giberelinas, citocininas y etileno afectó la altura de planta. En otros pastos, la mezcla de auxinas, giberelinas y citocininas incidió sustancialmente en el desarrollo de *B. decumbens* (Mora, 2013), lo cual coincide con lo observado en la presente investigación. Por el contrario, en *Arrhenatherum elatius* los tratamientos con giberelinas, citocininas y etileno no produjeron cambios en la altura del cultivo (Guilcapi *et al.*, 2019).

Los biorreguladores y el bioestimulante no influyeron en el rendimiento de MS, lo que coincide con lo publicado por Guilcapi *et al.* (2019), quienes señalaron que las giberelinas, las citocininas y el etileno no influyeron en el rendimiento de MS de *A. elatius*. Sin embargo, los resultados obtenidos difirieron del trabajo realizado por

and ethylene affected plant height. In other grasses, the mixture of auxins, gibberellins and cytokinins had a substantial impact on the development of *B. decumbens* (Mora, 2013), which coincides with what was observed in the present investigation. On the contrary, in *Arrhenatherum elatius* the treatments with gibberellins, cytokinins and ethylene did not produce changes in the height of the crop (Guilcapi *et al.*, 2019).

Bioregulators and biostimulant did not influence DM performance, which coincides with that published by Guilcapi *et al.* (2019), who pointed out that gibberellins, cytokinins and ethylene did not influence the DM yield of *A. elatius*. However, the results obtained differed from the work carried out by Rocha *et al.* (2019) in *B. decumbens*, in which the bioregulators notably improved DM performance when using high levels of Stimulate® (kinetin, gibberellic acid and indolebutyric acid) (16 to 24 mg kg⁻¹). On the contrary, in the forage plant triticale cv. INCA TT-7 (x *Triticosecale* sp.), Plana *et al.* (2016) found that treatment with bioproducts -Ecomic® biofertilizer (arbuscular mycorrhizal fungi) and Fitomas-E® biostimulant (mainly amino acids, bioactive oligosaccharides)- increased DM production, quality and nutritional value of forage, and content of crude protein.

Conclusions

Shading affected the development and yield of Mombaza grass (*Panicum maximum* Jacq.). Guinea grass

Rocha *et al.* (2019) en *B. decumbens*, en el cual los biorreguladores mejoraron notablemente el rendimiento de MS cuando utilizaron niveles altos de Stimulate® (kinetina, ácido giberélico y ácido indolbutírico) (16 a 24 mg.kg⁻¹). Por el contrario, en la planta forrajera triticale cv. INCA TT-7 (*x Triticosecale* sp.), Plana *et al.* (2016) encontraron que el tratamiento con bioproductos -biofertilizante Ecomic® (hongos micorrízicos arbusculares) y bioestimulante Fitomas-E® (principalmente aminoácidos, oligosacáridos bioactivos)- incrementó la producción de MS, la calidad y el valor nutricional del forraje, y el contenido de proteína cruda.

Conclusiones

El sombreado afectó el desarrollo y el rendimiento del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.). El pasto guinea establecido a plena exposición solar aumentó la altura, el número de tallos.macolla¹ y el rendimiento de materia seca. Sin embargo, altos niveles de sombra favorecieron el número de macollas.m².

La aplicación de biorreguladores a dosis mínima influyó sobre la altura de macolla en el primer corte en el periodo de mínima precipitación.

La interacción entre el sombreado y la aplicación de biorreguladores y bioestimulante no influyó sobre el desarrollo y rendimiento del pasto.

Los resultados obtenidos del efecto del sombreado y de la aplicación de biorreguladores y estimulante sobre el desarrollo y el rendimiento de MS del pasto Mombaza, representan una

established at full sun exposure increased height, number of stems. tiller⁻¹ and dry matter yield. However, high levels of shade favored the number of tillers.m⁻².

The application of bioregulators at a minimum dose influenced the height of the clump in the first cut in the period of minimum precipitation.

The interaction between shading and the application of bioregulators and biostimulant did not influence the development and performance of the pasture.

The results obtained from the effect of shading and the application of bioregulators and stimulants on the development and DM yield of Mombaza grass, represent a contribution to the study of this species, by virtue of the fact that no information was found, and lay the foundations for further investigations.

Acknowledgement

To Eng. Lucy Zambrano Villarreal, owner of the “La Maravilla” farm in the Praderas del Toachi site, for providing the facilities for the development of this research.

End of English Version

contribución al estudio de esta especie, en virtud de que no se encontró información, y sientan las bases para posteriores investigaciones.

Agradecimientos

A la Ing. Lucy Zambrano Villarreal propietaria de la finca “La Maravilla”

del recinto Praderas del Toachi, por facilitar las instalaciones para el desarrollo de esta investigación.

Literatura Citada

- Aguilar, G., M. Solís, R. Castro, V. López, J. Lara y M. Esteves. 2020. Efecto de bacterias PGPB, composta y digestato en el rendimiento de materia seca de pasto ovollo. REMEXCA. 24: 117-127.
- Alonso, J., G. Febles, T. Ruiz y G. Achang. 2006. Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de leucaena-guinea durante sus diferentes etapas. Rev. cuba. cienc. agríc. 40(4): 503-511.
- Araujo, O. 2014. Calidad de los pastos tropicales y productividad animal. Logros y Desafíos de la Ganadería Doble Propósito. C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury, E. Soto Belloso (Eds). Fundación GIRARZ. Maracaibo, Zulia. Venezuela. Capítulo XXIV: 235-245.
- Azcón, J. y Talón M. 2013. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Segunda Edición. Madrid: McGraw-Hill Interamericana. 669 p.
- Blanco, Y., M. Afifi y C. Swanton. 2015. Efecto de la calidad de la luz en el cultivo del maíz: una herramienta para el manejo de plantas arvenses. Cult. trop. 36(2): 62-71.
- Carrilho, P., J. Alonso, L. Santos y R. Sampaio. 2012. Comportamiento vegetativo y reproductivo de *Brachiaria decumbens* vc. Basilisk bajo diferentes niveles de sombra. Rev. cuba. cienc. agríc. 46(1): 85-90.
- Du Jardin, P. 2015. Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation. Rev. Scientia Horticulturae. 196: 3-14.
- Encinozo, O., S. Camacaro, L. Pinto y L. Ríos. 2017. Efecto de la presencia de sombra en áreas de pastoreo de ovinos. 1. Selección de especies forrajeras. Pastos y Forrajes. 40(1): 65-72.
- Guilcapi, E., M. Guallpa y L. Ortiz. 2019. Efecto de diferentes dosis de humus, fitohormonas y tiempos de aplicación en la producción primaria del pasto *Arrhenatherum elatius*. European Scientific Journal. 15(15): 309-322.
- INAMHI. 2019. Datos de precipitación y temperatura. Red de estaciones meteorológicas e hidrológicas del Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Disponible en: <https://inamhi.wixsite.com/inamhi/novedades>. Fecha de consulta: octubre 2019.
- INEC. 2019. Tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2019. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Tabulados_%20ESPAC%202019.xlsx. Fecha de consulta: octubre 2019.
- Jank, L. 1995. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. Anais do 12 Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALD. Peixoto, A.M.; De Moura, J.C.; y De Faria (Eds), U.P.C.P. 329, A.V. Carlos Botelho, 1025, 13400-970, Piracicaba, SP. Brasil. pp. 21-58.
- MAG. 2019. Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA). Estadísticas Productivas. Precipitaciones. Disponible en: http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/base-estadistica/modulo_productivo/superficie-produccion.xlsx. Fecha de consulta: noviembre 2019.
- Matheus, D. y J. Ordus. 2016. Efecto de la plantación sobre el rendimiento y crecimiento vegetativo de la naranja "Valencia" (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) en el trópico bajo húmedo de Colombia. Ornoquia. 20(1): 19-27.
- Milera, M. 2013. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. Avances en Investigación Agropecuaria. 17(3): 7-24.
- Mora, J. 2013. Efectos de aplicación de fitohormonas sobre el crecimiento y rendimiento de forraje del pasto Dallis (*Brachiaria decumbens*), en la

zona de Febres-Cordero, provincia de Los Ríos. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias - Ecuador. 72 p. Disponible en: <http://www.dspace.utb.edu.ec/handle/49000/210>. Fecha de consulta: noviembre 2019.

- Navarro, O. e I. Corpas. 2012. Evaluación de diferentes frecuencias de corte en guinea Mombaza, bajo condiciones de sol y sombra natural influenciada por el dosel del campano, Sucre. Revista Colombiana Ciencia Animal. 4(2): 377-395.
- Obispo, N., Y. Espinoza, J. Gil, F. Ovalles y M. Rodríguez. 2008. Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. Zootec. Tropic. 26(3): 285-288.
- 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(6): 531-536.
- Oliveira, W., E. Lima, D. Gomes, K. Alves, P. Santos, G. Azevedo and R. Mezzomo. 2019. Agronomic performance of Marandu grass treated with plant growth biostimulants in the Amazon biome. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 71(2): 603-612.
- Plana, R., P. González y F. Soto. 2016. Uso combinado de Ecomic®, Fitomas-E® y fertilizantes minerales en la producción de forraje para la alimentación animal a base de triticale (x. *Triticosecale* Wittmack), cv INCA TT-7. Cult. trop. 37(4): 76-83.
- Ramírez, M., A. Urdaneta, V. Urdaneta y D. García. 2017. Efecto de los tratamientos pregerminativos en la emergencia y en el desarrollo inicial del cotoperiz [*Talisia oliviformis* (Kunth) Radlk]. Pastos y Forrajes. 40(1): 16-22.
- Ramírez, O., A. Hernández, S. Carneiro, J. Pérez, J. Enríquez, A. Quero, J. Herrera y A. Cervantez. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. Técnica Pecuaria en México. 47(2): 203-213.
- Rocha, L., F. Teixeira, M. Pedreira, D. Fries, D. Santos, E. Leite, A. De Figueiredo, A. Seixas, C. Pacheco and B. Santiago. 2019. Plant growth regulator and soil fertilizer improve production and growing stage of *Brachiaria decumbens*. Grassland Science. 00: 1-8.
- Taiz, L., E. Zeiger, I. Moller and A. Murphy. 2015. Plant Physiology and Development. Sixth Edition, Sinauer Associates, Sunderland, CT. EE.UU. 761 p.
- Velasco, M., A. Hernández, H. Vaquera, J. Martínez, P. Hernández y J. Aguirre. 2018. Análisis de crecimiento de Pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Mombaza. Revista MVZ Córdoba. 23(Supl): 6951-6963.
- Wilson, C., H. Zavaleta, H. López y A. Hernández. 2008. La citocinina BAP retrasa senescencia, aumenta antioxidantes, proteína y crecimiento en el pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.). Agrociencia. 42: 799-806.