

Evaluación de componentes biológicamente activos (Radifarm nf®) en el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Evaluation of biologically active components (Radifarm nf®) in the development of cocoa seedlings (*Theobroma cacao* L.)

Roberto González Gordon¹*, Slim Camilo Álvarez Alarcón¹, Daniel Vargas Rodríguez¹, Jhonatan Franco Sena¹, Wilmar Restrepo Restrepo², Lina María Sánchez Cardozo¹

Resumen

En Colombia el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) cuenta con más de 170.106 hectáreas sembradas en diferentes regiones del país siendo los mayores productores los departamentos de Santander, Arauca, Antioquia, Huila, Nariño y Tolima. Este cultivo se establece en zonas con características agroecológicas distintas. Aunque estas regiones cumplen con características aptas para su establecimiento, la mayoría de los agricultores se encuentran localizados en zonas con suelos poco desarrollados, con alto nivel de compactación y resistencia a la penetración, ocasionando problemas de volcamiento y mal desarrollo (anclaje y toma de nutrientes), estas limitantes se convierten en razones de peso, por las cuales se elaboran planes de manejo en vivero para la obtención de plántulas de alta calidad con sistemas radiculares en óptimo desarrollo. Actualmente la implementación de componentes biológicamente activos (bioestimulantes) han proporcionado incrementos en el desarrollo vegetativo, aunque pocos estudios han abordado aspectos fisiológicos en cacao. Radifarm nf® es un promotor de enraizamiento a base de extractos vegetales basados en aminoácidos, proteínas, vitaminas, saponinas, microelementos, polisacáridos y betainas que optimizan la penetración y translocación de agua y nutrientes en la planta. Por tal razón se evaluaron los componentes biológicamente activos (Radifarm nf®) en el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), donde se estableció un diseño completamente al azar (DCA), en el cual se contemplaron siete tratamientos con diez repeticiones para cada uno, la unidad experimental corresponde a plántulas en etapa de vivero del clon IMC-67; para ello se contó con un testigo (sin tratamiento), cinco dosis (2, 2.5, 3, 3.5 y 4 cc L⁻¹) y una fertilización convencional (50 g) explicadas en el siguiente modelo estadístico $Y_{ij} = U + t_i + \xi_{ij}$. Se realizaron aplicaciones cada 15 días evaluando variables alométricas indicadoras del desarrollo de la planta (altura, diámetro del tallo, número de hojas y biomasa radical) bajo los diferentes tratamientos, para ello se analizaron los datos utilizando métodos estadísticos descriptivos como: media, desviación estándar y coeficiente de variación; en el diseño experimental se implementó una prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para la variable altura de la planta los tratamientos con media más alta son T3, T6 seguido de T2 con 24.08, 25 y 21.4 respectivamente, referente a diámetro número de hojas y finalmente, el tratamiento T6 presentó mejor comportamiento en las variables estudiadas con respecto a los demás.

Palabras Clave: nutrición, bioestimulante, fitohormonas

¹ Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación– Sennova. Grupo de Investigación ABIBE. Tel 57 (54) 8280072 IP 44222. CP: 05784. E-mail: ragonzalezg@sena.edu.co; lisanchez@sena.edu.co

²Valagro Andina LTA., Tec. Agrícola E-mail: w.restrepo@valagroandina.co

* Autor para correspondencia. Tel +574 4309121. Correo electrónico: roagonzalezgo@unal.edu.co

Abstract

In Colombia, the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) has more than 170,106 hectares planted in different regions of the country being the largest producers in the departments of Santander, Arauca, Antioquia, Huila, Nariño and Tolima. This crop is established in zones with different agroecological characteristics. Although these regions comply with the characteristics of their establishment, most of the farmers are located in areas with underdeveloped soils, with a high level of compaction and resistance to penetration, causing problems of overturning and poor development (anchoring and nutrient intake).), these limitations become important reasons, for which nursery management plans are developed to obtain high quality seedlings with root systems in optimal development. Currently the implementation of biologically active components (biostimulants) have provided increases in vegetative development, although few studies have addressed physiological aspects in cocoa. Radifarm nf® is a rooting promoter based on plant extracts based on amino acids, proteins, vitamins, saponins, microelements, polysaccharides and betaines that optimize the penetration and translocation of water and nutrients in the plant. For this reason, the components were evaluated biologically active (Radifarm nf®) in the development of cocoa seedlings (*Theobroma cacao* L.). Where a completely randomized design (DCA) was established, in which seven treatments were contemplated with ten repetitions for each one, the experimental unit corresponds to nursery stage seedlings of the IMC-67 clone; for this there was a control (without treatment), five doses (2, 2.5, 3, 3.5 and 4 cc L-1) and one conventional fertilization (50 g) explained in the following statistical model $Y_{ij} = U + t_i + \xi_{ij}$.. Applications were made every 15 days evaluating allometric variables indicating the development of the plant (height, diameter of stem, number of leaves and radical biomass) under the different treatments, for this the data were analyzed using descriptive statistical methods such as: media, standard deviation and coefficient of variation; in the experimental design a Duncan test was implemented ($\alpha = 0.05$), for the variable height of the plant the treatments with the highest mean are T3, T6 followed by T2 with 24.08, 25 and 21.4 respectively, referring to diameter number of leaves and finally, the T6 treatment presented better behavior in the variables studied with respect to the others.

Keywords: nutrition, biostimulant, phytohormones

Introducción

En Colombia el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). para año 2017 reporta más de 170.106 hectáreas con una producción anual de 60.535 toneladas, (Fedecacao, 2017), estas áreas se encuentran distribuidas en diferentes regiones del país siendo los mayores productores los departamentos Santander, Arauca, Antioquia, Huila, Nariño y Tolima. Este cultivo se establece en cuatro zonas con características agroecológicas distintas. Aunque estas regiones cumplen con características aptas para su establecimiento, la mayoría de los agricultores se encuentran localizados en zonas con suelos poco desarrollados, con alto nivel de compactación y resistencia a la penetración, ocasionando problemas de volcamiento y mal desarrollo (anclaje y toma de nutrientes), estas limitante se convierten en razones de peso para utilizar plántulas de alta calidad, por las cual se elaboran planes de manejo en vivero para la obtención de plántulas de alta calidad con

sistemas radiculares en óptimos desarrollo (Fedecacao, 2013, 2015). En la actualidad se buscan estrategias que permitan implementar tecnología más eficiencia en los procesos de nutrición, a fin de inducir un rápido y vigoroso desarrollo de las plantas (Aguirre, Mendoza, Cadena & Avendaño, 2007). La implementación de sustancias con componentes biológicamente activos (Bioestimulantes) son tecnologías que favorecen el desarrollo fenológico de la planta, como lo son germinación acelerada y completa, eficiencia en los procesos de respiración, fotosíntesis y síntesis de proteínas y mejora el desarrollo y la multiplicación celular (Vicuña, Molina, Santana, 2017), Existen numerosos estudios con respectos a componentes activos como Betainas, Vitaminas, Microelementos, polisacáridos, saponinas, Aminoácidos y Proteínas, como es el caso de Pizano Fuentes, Cauch, & Cervantes, (2017) donde evaluaron niveles de aplicación de Raizin Biol en *Murraya paniculata* L. observando una mayor respuestas en peso seco y

longitud de raíz con 4,57 g y 41.75cm respectivamente al comparar superando al testigo, de igual forma se obtuvieron respuestas positivas en la germinación de la semillas y emisión de hojas de *M. paniculata*. al aplicar concentraciones de Liplant, Fitomas E, y ácido indolacético (AIA) (Baños, Alemán, Martínez, Ravelo, Surís, Miranda, & Rodríguez, 2009), en cuanto a rendimiento Hernandez, Hellin Fenoll, Garrido, Cava y Flores (2015) en cultivares de tomate en condiciones de alta temperatura, lograron aumentar significativamente el rendimiento de fruta por medio de la aplicación de ácido salicílico (SA), quitosano (CH) y o 2,4-epibrasinolida (BR) en dosis de 200 μM , 1 g L^{-1} y 30 μM respectivamente.

El producto empleado en este trabajo se caracterizó por ser orgánico provenientes de algas, en su composición cuenta con Betaínas, Vitaminas, Microelementos, polisacáridos, saponinas, Aminoácidos y Proteínas, sustancias que en la literatura le atribuyen actividades bioestimuladoras, especialmente para plátano y banano.

El presente trabajo tuvo como objeto conocer la respuesta del uso de las diferentes dosis del producto con respecto al tratamiento convencional en nutrición de vivero de cacao en variables de Altura, Diámetro del tallo, Número de Hojas, Longitud de la raíz y masa seca de raíz, en el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico SENA- Apartadó.

Revisión bibliográfica

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es una planta perenne tropical, nativa del sotobosque de los bosques húmedos de Suramérica. Es una planta leñosa de la familia Malvaceae (Alverson et al., 1999). El cacao es considerado como uno de los cultivos perennes más importantes del planeta, explotada comercialmente para la fabricación de chocolate, así como por su potencial en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica (Gutiérrez, Gómez, & Rodríguez, 2011).

Bioestimulantes

Los bioestimulantes son derivados de citoquininas, hormonas, enzimas, vitaminas, aminoácidos y

micronutrientes que ayudan a controlar a las plantas el crecimiento de nutrientes a través del tallo y hojas, aumentando la función de las enzimas existentes en las plantas. (Alcocer, 2003).

Las sustancias que se originan a partir de la fermentación son muy ricas en energía libre, y al ser absorbidas directamente por las hojas tonifican las plantas e impiden el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de insectos. (Mariasg, 2013).

Radifarm®

Es un bioestimulante específico desarrollado para aplicaciones durante la fase de trasplante y / o en las primeras etapas de desarrollo de diversos cultivos. El producto nutre a la planta, promoviendo la formación de un abundante y avanzado sistema radicular, extendiendo las raíces existentes y promoviendo la aparición de nuevas raíces funcionales y adsorbentes, en las primeras etapas de desarrollo de diferentes cultivos o postsiembr, además de nutrir a las plantas en las fases iniciales, favorece la formación del sistema radicular (Valagro, 2016).

RADIFARM^{nf} gracias a la innovadora tecnología GEA932, asegura el prendimiento óptimo de plántulas y una rápida recuperación de la tensión del trasplante, incluso en condiciones de temperatura y humedad desfavorables (Valagro, 2016), por medio de sus componentes como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química de radifarm

Componentes	Cantidad
Nitrógeno Total (N)	44,4 g/L
Nitrógeno Amoniacal(N)	2,55 g/L
Nitrógeno orgánico (N)	14,30 g/L
Nitrógeno ureico (N)	27,50 g/L
Potasio soluble en agua (K2O)	110,0 g/L
Carbono (C) Orgánico	110,0 g/L
OXIDABLE TOTAL	
Zinc (ZN) soluble en agua como quelato EDTA	1,32 g/L
PH en solución al 10%	6,15
Densidad al 20°C	1,21 g/cc
Conductividad eléctrica (1:200)	0,23 ds/m
Salmonella sp	-Ausente en 25 ml



Componentes	Cantidad
Entero bacterias totales	Menos de 10 UFC/ml
Aminoácidos y Proteínas	Traza
Betaínas	Traza
B-Vitaminas	Traza
Microelementos	Traza
Polisacaridos	Traza
Saponinas	Traza

Aminoácidos y Proteínas

Los aminoácidos cumplen un determinado objetivo con las plantas. Ya sea superar un estrés al que está sometido a la planta, estimular el enraizamiento, la producción o una enfermedad. Son moléculas orgánicas. Hoy en día, la tendencia de la agricultura es acercarse a la agricultura ecológica o, por lo menos, a la menos invasiva e intensiva. Esto da pie a sacar al mercado una amplísima variedad de productos y extractos naturales, que ejercen ciertas propiedades positivas sobre los cultivos y no provocan efectos secundarios negativos (Enríquez, & Fernanda, 2017). También menciona que aumenta la absorción de nutrientes. Una planta que tiene libre disposición de aminoácidos podrá absorber micro elementos de baja movilidad con más facilidad. Se conoce como acción quelante y está favorecido por L-ácido glutámico y L-glicina. Favorece la producción de fitohormonas, son los aminoácidos los que permiten que la planta pueda desarrollar en un determinado momento sus hormonas vegetales. Estas podrían ser el etileno, las auxinas, las hormonas que intervienen en la floración (Enríquez, & Fernanda, 2017).

Betaínas

Las betainas son sustancias que regulan procesos como la apertura de estomas, y el incremento en la tasa de fijación de oxígeno mediante fotorrespiración para mantener la proporción necesaria de ATP/NADPH en el ciclo de reducción del carbono fotosintético (Yokota, Takahara, y Akashi, 2006). El ajuste osmótico permite que los tejidos vegetales mantengan un gradiente de potencial hídrico que favorece el flujo del agua en la planta, mejora la turgencia de los tejidos y puede permitir que haya expansión celular y crecimiento; también favorece la apertura de estomas y la

fotosíntesis (Harris, Esqueda, Valenzuela y Castellanos, 2009).

B-Vitaminas

las B-vitaminas son compuestos orgánicos que, en concentraciones bajas, tienen funciones catalizadoras y reguladoras en metabolismo de la célula. Debe anotarse que, a diferencia de los animales, las plantas tienen la habilidad de sintetizar vitaminas (Saborío, 2002).

Las vitaminas no son esenciales para el crecimiento de las plantas, estas las usan para mejorar sus funciones metabólicas. (Bouchel, 2016) Además, las funciones de las vitaminas del grupo B en las plantas, Vitamina B1, B2 y B6 actúan como antioxidante que ayuda a proteger a las plantas de diferentes factores estresantes ambientales como la salinidad (Sayed SA, 2002). Puede mejorar la resistencia de las plantas contra infecciones bacteriales, virales y micóticas (Zhang, Jin, Ouyang, Li, Liu, Huang, Li, 2015).

Polisacáridos

Es un bioactivador fisiológico de origen natural, diseñado para la regulación del equilibrio hormonal endógeno de las plantas, necesario para optimizar y restablecer los procesos de crecimiento, floración, cuajado de frutos, desarrollo de frutos u otros órganos cosechables.

Recupera el equilibrio hormonal de las plantas de forma natural, para lograr la máxima expresión del potencial genético de rendimiento afectado por el estrés, actúan como señalizadores, que intervienen en forma conjunta con los sustratos en la formación de hormonas internas de la planta, indispensables para los procesos de crecimiento, desarrollo, reproducción y maduración de los cultivos (Abad, 2017)

Saponinas

Las saponinas son glucósidos de superficie activos de origen natural. Son producidos principalmente por plantas, pero también por animales marinos inferiores y algunas bacterias (Elekofehinti, 2015).

Las saponinas consisten en un resto de azúcar que generalmente contiene glucosa, galactosa, ácido glucurónico, xilosa, ramnosa o metilpentosa, unidas glicosidicamente a una aglicona hidrofóbica (sapogenina) que puede ser de naturaleza triterpenoide o esteroide (Francis, Kerem, Makkar, y Becker, 2002).

Las propiedades antifúngicas de las saponinas generalmente se atribuyen a la capacidad de estas moléculas para formar complejos con esteroides en las membranas fúngicas, causando la formación de poros y la pérdida de la integridad de la membrana (Osborn, 2003) y también para la actividad antifúngica efectiva

Materiales y método

El experimento se realizó en el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico de Urabá, ubicado en el municipio de Apartadó Antioquia, a 7° 52' de latitud norte y 76° 37' latitud oeste, a 25 m.s.n.m. La zona de vida se denomina bosque húmedo tropical (Bh-T), según la clasificación de Holdrige (1967), con precipitación anual de 3500 mm, temperatura media de 28°C, humedad relativa de 90% y brillo solar anual de 2108,2 horas (Vallejo, Londoño, Camacho, Galeano, Álvarez, Devia, 2005).

Se utilizaron semillas de cacao previamente germinadas con una radícula de aproximadamente 1cm de longitud, las semillas fueron extraídas del tercio medio de la mazorca del clon Universal IMC-67 de cacao (*Theobroma cacao* L.), colectados en la finca “El porvenir”, ubicada en el municipio de Chigorodó, Antioquia. Estas semillas fueron tratadas con 6 concentraciones diferentes del bioestimulador (Radifarm nf®), con un tratamiento convencional aplicados en los viveros más el control correspondiente, Tabla 2

Tabla 2. Descripción de los tratamientos a implementar

Dónde: ⁽¹⁾ Tratamientos (concentración); ⁽²⁾ Unidad
⁽³⁾ Dosis (CC/planta); ⁽⁴⁾ Intervalos

Nº	TT ⁽¹⁾	Unid ⁽²⁾	D ⁽³⁾	I ⁽⁴⁾
T1	Testigo	NA	NA	
T2	2			
T3	2.5			
T4	3	cc/1L	100	8 días
T5	3.5			
T6	4			
T7	50	G	NA	

Las semillas fueron sembradas en bolsas 8 x 12” y 0.2 mm de espesor, utilizando como sustrato tierra y arena en una relación 1:1, el ensayo se encontraba dentro de una casa de cultivo con una cubierta de poli sombra 70 % de color negro. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño completamente aleatorizado con 70 semillas, cada tratamiento estaba formado por 10 semillas a las cuales se le realizaba las mediciones alométricas (Altura, Diámetro del tallo, Número de Hojas, Longitud de la raíz y masa seca de raíz), con respecto a la longitud de la raíz las mediciones se realizaban cada 15 días con un muestreo destructivo de tres plantas por tratamiento, la frecuencia de riego era 24 horas con 4 min , con el fin de garantizar una humedad alta y constante tanto en el ambiente como en el sustrato.

Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron cada ocho (8) días. Los datos obtenidos fueron procesados mediante Análisis Factorial, utilizando el programa estadístico IBM® SPSS Statistics® Versión 7.5, para cada una de las variables independientes; en este caso se realizó un análisis de varianza y en los casos que existieron diferencias significativas se compararon las medias obtenidas según la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan con alfa <0.05.

Resultados

En la tabla 3. Se muestran los promedios para las variables altura, diámetro y número de hojas de los tratamientos evaluados.

Tabla 3. Promedio de altura, diámetro y número de hojas por tratamiento

Intervalos de días		1°	2°	3°	4°	5°
T1	Altura (cm)	9,79	14,00	14,54	15,79	16,19
	Diám. (cm)	0,35	0,36	0,43	0,44	0,45
	N° Hojas	3,90	5,00	6,60	7,05	8,00
	Altura (cm)	11,79	16,34	16,61	17,21	17,67
T2	Diám. (cm)	0,37	0,39	0,44	0,48	0,47
	N° Hojas	4,10	4,50	5,80	7,20	7,56
	Altura (cm)	12,22	16,91	16,73	18,33	19,56
	Diám. (cm)	0,39	0,40	0,43	0,45	0,46
T3	N° Hojas	4,00	4,80	6,40	7,80	8,56
	Altura (cm)	11,34	15,38	15,97	16,70	19,56
	Diam. (cm)	0,36	0,38	0,43	0,46	0,46
	N° Hojas	4,20	5,00	6,00	7,70	8,22
T4	Altura (cm)	11,35	15,18	15,90	16,68	16,86
	Diam. (cm)	0,36	0,41	0,41	0,44	0,45
	N° Hojas	4,00	5,10	5,90	7,30	8,11
	Altura (cm)	13,45	17,80	17,67	19,15	19,54
T5	Diam. (cm)	0,38	0,39	0,42	0,47	0,48
	N° Hojas	3,70	5,20	6,90	8,10	8,67
	Altura (cm)	6,43	14,03	14,34	15,53	16,48
	Diam. (cm)	0,36	0,39	0,39	0,45	0,47
T6	N° Hojas	1,33	4,33	5,11	6,55	8,13
	Intervalos de días	6°	7°	8°	9°	10°
	Altura (cm)	17,20	17,41	18,15	N/A	N/A
	Diám. (cm)	0,46	0,48	0,49	N/A	N/A

T1	N° Hojas	8,33	9,33	9,88	N/A	N/A
	Altura (cm)	19,07	19,86	18,15	N/A	N/A
	Diám. (cm)	0,49	0,51	0,54	N/A	N/A
	N° Hojas	8,56	9,11	10,13	N/A	N/A
T2	Altura (cm)	20,80	19,86	21,44	N/A	N/A
	Diám. (cm)	0,46	0,56	0,54	N/A	N/A
	N° Hojas	9,33	9,77	10,63	N/A	N/A
	Altura (cm)	17,32	19,76	25,00	N/A	N/A
T3	Diam. (cm)	0,46	0,53	0,51	N/A	N/A
	N° Hojas	8,89	10,44	11,13	N/A	N/A
	Altura (cm)	4,94	18,28	20,69	N/A	N/A
	Diám. (cm)	0,49	0,54	0,52	N/A	N/A
T4	N° Hojas	8,78	9,11	10,25	N/A	N/A
	Altura (cm)	20,88	21,87	24,09	N/A	N/A
	Diam. (cm)	0,52	0,55	0,56	N/A	N/A
	N° Hojas	9,56	10,88	10,88	N/A	N/A
T5	Altura (cm)	17,26	17,78	19,40	N/A	N/A
	Diám. (cm)	0,48	0,55	0,53	N/A	N/A
	N° Hojas	8,38	9,38	10,00	N/A	N/A
	Altura (cm)					

Diam.= Diámetro ;T =Tratamiento., N°Hojas= Numero de Hojas

Tabla 4. ANOVA de las Variables Dependientes

Pruebas de los efectos inter-sujetos						
Origen	Variable depend	Σ cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Altura	32421,714 ^a	6	5403,619	5,5	0
	Diame	2,356 ^b	6	0,393	1,43	0,222
	N° Hoja	10,679 ^c	6	1,78	0,542	0,774
	LongRaiz	554,795 ^d	6	92,466	1,577	0,174
	MS	48,599 ^e	6	8,1	0,649	0,691
Intersección	Altura	2494442,16	1	2494442,2	2538,945	0
	Diametr	1558,687	1	1558,687	5677,057	0
	NHoja	6069,446	1	6069,446	1848,658	0
	LongRaiz	57319,683	1	57319,683	977,822	0
	MS	23152,13	1	23152,13	1855,028	0
Tratamiento	Altura	32421,714	6	5403,619	5,5	0
	Diametr	2,356	6	0,393	1,43	0,222
	NHoja	10,679	6	1,78	0,542	0,774
	LongRaiz	554,795	6	92,466	1,577	0,174
	MS	48,599	6	8,1	0,649	0,691
Error	Altura	48141,125	49	982,472		
	Diametr	13,453	49	0,275		
	NHoja	160,875	49	3,283		
	LongRaiz	2872,367	49	58,62		
	MS	611,557	49	12,481		
Total	Altura	2575005	56			
	Diametr	1574,496	56			
	NHoja	6241	56			
	LongRaiz	60746,844	56			
	MS	23812,285	56			
Total corregida	Altura	80562,839	55			
	Diametr	15,809	55			
	NHoja	171,554	55			
	LongRaiz	3427,162	55			
	MS	660,155	55			

Variable depen= Variable dependiente; Altura= altura de la plántula (cm); Diametr= diámetro de la plántula (cm); N° Hoja= número de Hojas; LongRaiz= longitud de la raíz (cm); MS= Porcentaje de materia seca.

Al observar los niveles de significancia de los tratamientos en la tabla 4 se presentan valores por encima de $\alpha=0.05$ para Diame, N° Hoja, LongRaiz y MS indicando que las medias son iguales, a diferencia de la variable altura donde se corrobora una ventaja estadística para algunos de los tratamientos.

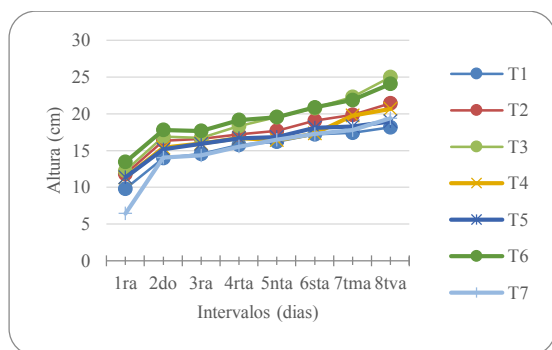
Para la variable altura de la plántula se realizó una comparación de media por DUNCAN, con un $\alpha=0,05$

Tabla 5. Comparación de media DUNCAN, Variable altura (mm)

Altura (mm)		
T	N	Media
1	8	18,15 ^a
5	8	18,975 ^a
7	8	19,4 ^a
4	8	20,688 ^a
2	8	21,438 ^{ab}
6	8	24,088 ^{bc}
3	8	25,0 ^c
Sig.		0,066

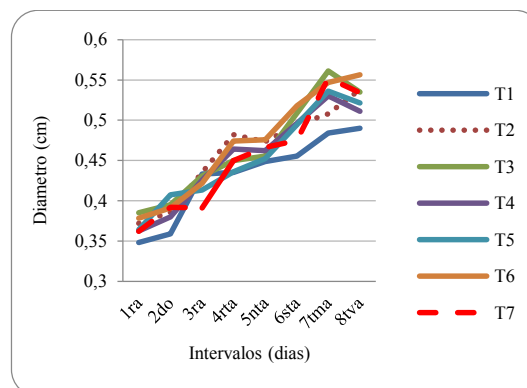
T =Tratamiento

De la tabla 5, se logra observar que los tratamientos se agrupan en 3 Subconjuntos (a,b y c) de los cuales el subconjunto c conformado por el tratamiento T3 y T6 presentan los valores más altos en altura, en el subconjunto a se encuentra la mayor cantidad de tratamientos denotando que el tratamiento con la mayor respuesta dentro de este es el T2 seguido de T4, T7, T5 y el de menor respuesta es el T1 (testigo sin fuente), en el subconjunto b se observa una intercepción de tratamientos el T2 que se encuentra en el subconjunto a y b, y T6, el cual se encuentra en los subconjunto b y c, indicando que el efecto del T2 y T6 no presentan diferencia significativa entre ellos, Por lo cual una dosis baja del bioestimulante tiene efectos estadísticamente similar a una dosis alta sobre las plántulas, en la gráfica 1 de esta variable se detalla el comportamiento de las plántulas de cada tratamiento .



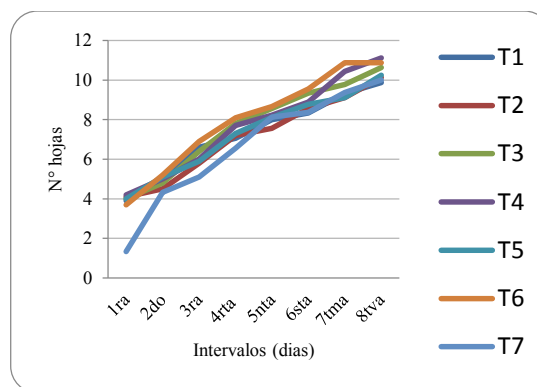
Dónde: 1ra= Primera medición; 2do= segunda medición; 3ra= tercera medición; 4ta= cuarta medición; 5ta= quinta medición; 6ta= sexta medición; 7ma= séptima medición; 8va= octava medición; lagGráfica. **Gráfica 1.** Comportamiento de la Altura (cm) de las plántulas con respecto al tiempo transcurrido

1 y la validación estadística describen el mismo comportamiento para la variable altura da las plántulas, en donde el T3 y T6 muestran la mejor respuesta seguido del T2. Con respecto al diámetro del tallo no se encontró diferencia significativa, pero el comportamiento se mantiene al analizar la gráfica número 2. En donde los tratamientos T6 y T2 se mantienen con los valores más altos

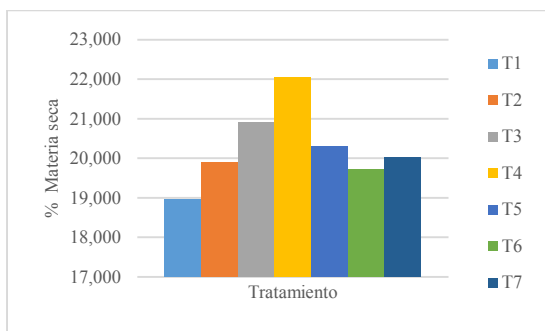


Dónde: 1ra= Primera medición; 2do= segunda medición; 3ra= tercera medición; 4ta= cuarta medición; 5ta= quinta medición; 6ta= sexta medición; 7ma= séptima medición; 8va= octava medición. **Gráfica 2.** Comportamiento del Diámetro (cm) de las plántulas con respecto al Tiempo transcurrido

En la gráfica número 3. Se logra detallar el tratamiento T6 con la respuesta más alta, aunque estadísticamente no se observe una diferencia significativa entre los tratamientos.



Dónde: 1ra= Primera medición; 2do= segunda medición; 3ra= tercera medición; 4ta= cuarta medición; 5ta= quinta medición; 6ta= sexta medición; 7ma= séptima medición; 8va= octava medición; **Gráfica 3.** Emisión foliar de las plántulas con respecto al tiempo transcurrido



Gráfica 4. Contenido de materia seca por tratamiento

En el gráfico 4 se puede observar el % de materia seca por tratamiento en donde la acumulación va aumentando por tratamiento T1, T2, T3 y T4, luego ocurre una caída de materia seca para los tratamientos T5 y T6, aunque el tratamiento de la fertilización convencional iguala a la dosis más baja del bioestimulante T2

Discusión

La aplicación de bioestimulantes tiene efectos positivos sobre la altura de las plántulas, aunque la dosis más alta del producto presenta la mayor respuesta con respecto al tratamiento convencional. Efectos similares encontraron, Ruisánchez, Y., Hernández, M., & Rodríguez, J. (2013). evaluando los bioestimulantes Dimabac y FitoMas E en el cultivo del tomate. Encontraron que a los 40 días después del trasplante y la aplicación de los bioestimulantes no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos en cuanto a la longitud del tallo principal; sin embargo, a los 60 después del trasplante y la aplicación de bioestimulantes si hubo diferencias significativas entre ellos. Las plantas tratadas con bioestimulantes y el 50% de la fertilización nitrogenada y las tratadas con bioestimulantes y el 70% de la fertilización presentaron la mayor longitud del tallo principal en tomate.

Con respecto al diámetro se logra observar que el tratamiento con mejor respuesta es el T6 ya que posee la dosis más alta del bioestimulante superando a la aplicación convencional, cabe destacar que aunque los bioestimulantes pueden contener diferentes niveles de minerales, no pueden proporcionar todos los nutrientes necesarios para cubrir las cantidades requeridas por la planta (respectivamente) en comparación con el programa de fertilización convencional, los bioestimulantes proporcionan aminoácidos y pocos minerales, lo que dificulta la formación de estructura aunque la plántulas tengan la señales necesarias para su desarrollo, resultados muy parecidos a los encontrados por Polo, J., y Mata, P. (2018) donde

evaluaron un bioestimulante (Pepton) basado en proteína animal enzimáticamente hidrolizada en comparación con extractos de algas en el desarrollo de la raíz, crecimiento vegetativo, floración, en el cual encuentran que para que la respuesta sea positiva a una planta en comparación a una fertilización convencional después de un estrés es necesario acompañar el bioestimulantes con fuentes nutritivas.

Para la variable N° de hojas para el caso de cacao no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos a pesar de que existen reportes de incremento en la emisión del follaje, incrementando la respuesta a dosis más altas, reportado por Baños, H. y colaboradores (2009) sobre el Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Muraya paniculata* L.

En cuanto a materia de la raíz el tratamiento más bajo del bioestimulante iguala al tratamiento convencional, aunque luego la respuesta de la variable decae estos resultados se explican a los requerimientos nutricionales para la formación de estructura, ya que la planta para formar estructuras se hace necesario la disponibilidad de nutrientes y no solo de componentes de señalización.

Hace falta discutir y concluir de manera general, el comportamiento de las plántulas de acuerdo a las aplicaciones de cada tratamiento.

Referencias:

- Abad Córdova, L. M. (2017). Influencia de bioactivadores fisiológicos en la productividad del cultivo de arroz (*Oryza Sativa* L.) en el distrito de Morales, región San Martín.
- Aguirre-Medina, Juan F., Mendoza-López, Alexander, Cadena-Iñiguez, Jorge, & Avendaño-Arrazate, Carlos H.. (2007). Efecto de la biofertilización en vivero del cacao (*Theobroma cacao* L.) con *Azospirillum brasilense* Tarrand, Krieg et döbereiner y *Glomus intraradices* Schenk et Smith. *Interciencia*, 32(8), 541-546. Recuperado en 04 de julio de 2018, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000800010&lng=es&tlng=e s.



- Alcocer, C. (2003). Evaluación de cuatro bioestimuladores foliares como complemento a la fertilización en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). Tabacundo Pichincha. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- Baños, H. L., Alemán, J., Martínez, M., Ravelo, J., Surís, M., Miranda, I., & Rodríguez, H. (2009). Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Murraya paniculata* L. *Cultivos Tropicales*, 30(1), 00-00.
- Baños, H. L., Alemán, J., Martínez, M., Ravelo, J., Surís, M., Miranda, I., & Rodríguez, H. (2009). Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Murraya paniculata* L. *Cultivos Tropicales*, 30(1), 00-00.
- El Tiempo. (2016). Pequeños cacaoteros, a elevar su productividad. Periódico El Tiempo. Pp. 1-2. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16633136>.
- Elekofehinti, O. O. (2015). Saponins: Anti-diabetic principles from medicinal plants—A review. *Pathophysiology*, 22(2), 95-103.
- Enríquez, P., & Fernanda, M. (2017). Evaluación del rendimiento agronómico del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild.), a dos distanciamientos de siembra con la aplicación de tres bioestimulantes foliares (Bachelor's thesis, El Ángel: 2017).
- Estrada, W., Romero, X., & Moreno, J. (2014). Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. CATIE. Pp. 12-13. Recuperado de: <https://www.catie.ac.cr/blog/guia-tecnica-del-cultivo-del-cacao-manejado-con-tecnicas-agroecologicas/>
- FEDECACAO (2017). Colombia alcanzó nuevo récord en producción de cacao. Colombia cacaotera. FEDECACAO. Recuperado de: <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/551-en-2017-colombia-alcanzo-nuevo-record-en-produccion-de-cacao>
- Fedecacao. (2013). Guía ambiental para el cultivo del cacao. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Fondo Nacional del Cacao. Pp. 26. Recuperado de: https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_05B.pdf
- Fedecacao. (2015). Guía técnica para el cultivo del cacao. Sexta edición. SGR. Bogotá DC. Colombia. pp. 18-20
- Fedecacao. (2016). Producción de cacao en Colombia creció 3,6 % en 2016. Economía. Portafolio. Pp 1-2. <http://www.portafolio.co/economia/produccion-de-cacao-en-colombia-2016-503220>
- Francis, G., Kerem, Z., Makkar, HP, y Becker, K. (2002). La acción biológica de las saponinas en los sistemas animales: una revisión. *Diario británico de la nutrición*, 88 (6), 587-605.
- Gutiérrez, M., Gómez, R., & Rodríguez, N. F. (2011). Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. *Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 33-41.
- Harris-Valle, C., Esqueda, M., Valenzuela-Soto, E. M., & Castellanos, A. E. (2009). Tolerancia al estrés hídrico en la interacción planta-hongo micorrízico arbuscular: metabolismo energético y fisiología. *Revista fitotecnia mexicana*, 32(4), 265-271.
- Hernández, V., Hellín, P., Fenoll, J., Garrido, I., Cava, J., y Flores, P. (2015). Aumentando el rendimiento y la calidad del tomate cultivado en condiciones de alta temperatura mediante el uso de elicitors. *Procedia Environmental Sciences*, 29, 184.
- Mariasg, 2013. El blog de Agroterra, Bioestimulantes, uso y composición. Disponible en: <http://www.agroterra.com/blog/descub>



- rir/bioestimulantesuso-y-composicion/77229/
- Osborn, AE (2003). Saponinas en cereales. *Fitoquímica*, 62(1), 1-4. Recuperado: <https://www.sciencedirect.com/bdigenal.sena.edu.co/science/article/pii/S003194220200393X>
- Pérez, E. (2016). Generalidades del cacao (Theobroma cacao L.), usos y aplicaciones en la Industria Alimentaria". Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" División de Ciencia Animal Departamento de Nutrición y Alimentos. Pp. 2. Recuperado de: <http://repositorio.uaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/347/59020s.pdf?sequence=1>
- Pizano Noria, S., Fuentes, G., Cauich, T., & Cervantes, L. (2017). Uso de Dos Enraizadores Orgánicos y Tres Convencionales en el Desarrollo del Chile Pimiento Morrón cv. "Evolution" en Invernadero.
- Polo, J., y Mata, P. (2018). Evaluación de un bioestimulante (Pepton) basado en proteína animal enzimáticamente hidrolizada en comparación con extractos de algas en el desarrollo de la raíz, crecimiento vegetativo, floración y rendimiento de tomates cherry dorados cultivados en condiciones ambientales de bajo estrés. *Frontiers in Plant Science*, 8, 2261.
- Rodas, L. (2017). El cacao, Cultivo incluyente. Colombia cacaotera. FEDECACAO. Pp. 2. Recuperado de: <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/>
- Ruisánchez, Y., Hernández, M., & Rodríguez, J. (2013). Evaluación de los bioproductos Dimabac y FitoMas E en el cultivo del tomate. *Temas Agrarios*, 18(1), 49-56.
- Saborío, F. (2002). Bioestimulantes en fertilización foliar. Dado que el acceso y el flujo de la información sobre investigaciones recientes en el área agrícola es restringida o de alto costo, el laboratorio periódicamente realiza seminarios, cursos de capacitación y talleres, que sean de acceso a estudiantes, productores, profesionales y público general, para actualizarlos en temas de interés mutuo y difundir información específica y de interés para el sector agrícola., 107. Recuperado de: http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Memoria_CursoFertilizacionFoliar.pdf#page=110.
- Sayed SA, G. M. (2002). Effects of shoot and root application of thiamin on salt-stressed sunflower plants. En *Plant Growth Regul* (págs. 71-80)
- Torres, A. M., Adarve, J. B., Cárdenas, M., Vargas, J. A., Londoño, V., Rivera, K., ... & González, Á. M. (2012). Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2).
- VALAGRO, (2016), Ensayos experimentales, efecto sobre la fisiología de la raíz de tomate utilizando el enfoque fenómico, Ensayo realizado en tomate cv. "Ikram", Cagliari, 1 66041 Atesa (CH) - Italia
- Vicuña, N., Molina, V., Santana, D., (2017), Efecto de la aplicación de tres bioestimulantes orgánicos enraizadores en el cultivo de pimiento, *Revista Agro UTB* ISSN en trámite, Año 1, Noviembre, Número 1, páginas 40-48, 2017.
- Yokota A, K Takahara, K Akashi (2006) Water stress. In: *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. K V M Rao, A S Raghavendra, K J Reddy (eds). Springer. Dordrecht, Holland. pp:15-39.
- Zamora, A. (2006). Evaluación de la fertilización para aplicación al suelo. Informa – ensayo de investigación Radifarm. Valagro Andina LTDA. Bogotá D.C. pp. 20.
- Zhang, Y., Jin, X., Ouyang, Z., Li, X., Liu, B., Huang, L., . . . Li, D. (2015). Vitamin B6 contributes to disease resistance against *Pseudomonas syringae* pv. tomato DC3000 and *Botrytis cinerea* in *Arabidopsis thaliana*.