

Efecto del bioproducto CBQ-AgroG® sobre la respuesta morfofisiológica y agronómica de frijol común cultivar 'CIAP 7247'

Silvio de Jesús Martínez¹, <https://orcid.org/0000-0003-3375-5349>

Victor Daniel Gil Díaz¹, <https://orcid.org/0000-0003-2489-8719>

Manuel Díaz Castellanos², <https://orcid.org/0000-0001-8598-216X>

Gudelia Rodríguez Valdés¹, <https://orcid.org/0000-0002-1094-1342>

Ivian Poveda Martínez², <https://orcid.org/0000-0001-8673-8951>

Lesly Díaz Suarez¹, <https://orcid.org/0000-0002-9379-0042>

Marlen cárdenas Morales¹, <https://orcid.org/0000-0002-6387-9708>

Anaivis Marrero Pérez¹, <https://orcid.org/0000-0002-3535-0372>

Ivonny Hernández Chaviano¹, <https://orcid.org/0000-0002-4508-3183>

Sinesio Torres García², <https://orcid.org/0000-0003-2382-112X>

¹Centro de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuani km 5,5. CP 54 830. Santa Clara. Villa Clara. Cuba.

²Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuani km 5,5. CP 54 830. Santa Clara. Villa Clara. Cuba.

*Autor para correspondencia e-mail: silviod@uclv.edu.cu

RESUMEN

La carencia de fertilizantes químicos ha estimulado el uso de alternativas (como el uso de bioproductos) para incrementar el crecimiento vegetal y la producción. El trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG® sobre la respuesta fisiológica y agronómica de *Phaseolus vulgaris* L. cultivar 'CIAP-7247'. Se utilizaron semillas con categoría básica y se emplearon tres dosis del bioproducto CBQ-AgroG® (10.0, 20.0 y 30.0 l ha⁻¹) y se compararon con un control absoluto y un control relativo (Fitomas E, 2.0%). Se evaluó la altura, número de hojas por planta, masa fresca, masa seca y área foliar. Además, se estimó el rendimiento agrícola y sus componentes. Las plantas incrementaron la altura hasta los 45 días después de la siembra. Los máximos valores de las variables morfofisiológicas número de hojas, área foliar, masa fresca y seca se alcanzaron a los 45 días después de la siembra. Posteriormente decrecieron hasta alcanzar la madurez fisiológica. Con las dosis de 20.0 y 30.0 l ha⁻¹ todos los indicadores morfofisiológicos y agronómicos alcanzaron valores significativamente superiores con respecto al resto de los tratamientos. Se recomienda la primera dosis por ser más económica.

Palabras clave: área foliar, madurez fisiológica, masa fresca, masa seca, rendimiento agrícola

Effect of the CBQ-AgroG® bioproduct on the morphophysiological and agronomic response of common bean cultivar 'CIAP 7247'

ABSTRACT

The lack of chemical fertilizers has stimulated the use of alternatives (such as the use of bioproducts) to increase plant growth and production. The objective of the work was to evaluate the effect of microbial origin CBQ-AgroG® bioproduct on the physiological and agronomic response of *Phaseolus vulgaris* L. cultivar 'CIAP-7247'. Seeds with basic category and three doses of the CBQ-AgroG® bioproduct (10.0, 20.0 and 30.0 l ha⁻¹) were used and compared with an absolute control and a relative control (Fitomas E, 2.0%). The height, number of leaves per plant, fresh mass, dry mass and leaf area were evaluated. In addition, the agricultural yield and its components were estimated. Plants increased height up to 45 days after sowing. The maximum values of the morphophysiological variables number of leaves, leaf area, fresh and dry mass were reached 45 days after sowing. Subsequently, they decreased until reaching physiological maturity. With the doses of 20.0 and 30.0 l ha⁻¹, all the morphophysiological and

agronomic indicators reached significantly higher values with respect to the rest of the treatments. The first dose is recommended as it is cheaper.

Keywords: agricultural yield, dry mass, fresh mass, leaf area, physiological maturity

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye un producto alimentario de gran importancia para el mundo y muy tradicional para los pueblos de América Latina y el Caribe. Es fuente importante de sustento económico para numerosas familias de bajos ingresos y un alimento de identificación cultural (CEPAL, 2014). Su valor nutricional se debe al contenido de proteínas, varias vitaminas, fibra vegetal, y minerales, fundamentalmente hierro (Mederos, 2006; Fernández y Sánchez, 2017).

En el año 2019 la producción mundial de frijol común ascendió a 28 902 672 toneladas con un rendimiento agrícola medio de 0.87 t ha⁻¹. De esta cantidad, el 60.6% se cosechó en seis países: India (20.3%), Myanmar (17.4%), Brasil (9.7%), Estados Unidos de América (5.2%), China (4.2%) y México (3.8%) (FAOSTAT, 2020).

En Cuba la producción total anual en la campaña 2018 – 2019 fue de 161 261 t con un rendimiento agrícola de 1.07 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2020). En la provincia de Villa Clara, en el año 2020, se sembraron un total de 9 656.2 ha del cultivo con un rendimiento agrícola entre 0.8 y 1.0 t ha⁻¹. Debido principalmente a la poca disponibilidad de insumos agrícolas, el mercado, los problemas fitosanitarios y el uso de semillas inadecuadas (Pacheco *et al.*, 2016) aún no se alcanzan rendimientos superiores. Entre estas causas, la reducción del empleo de insumos químicos tales como fertilizantes y plaguicidas ha incidido negativamente y condicionado que no se alcancen producciones similares a décadas pasadas.

La adquisición de fertilizantes y plaguicidas para los países pobres y en vías de desarrollo se dificulta, muy especialmente para Cuba que desde 1960 sufre el efecto del bloqueo económico y comercial por parte de los Estados Unidos de América. Esta situación hace que el país busque alternativas para suplir el déficit de nutrientes en las plantas con el objetivo de incrementar el rendimiento agrícola y satisfacer las demandas cada vez más crecientes de la población. En este

sentido, el país ha usado diferentes alternativas tales como el uso y los bioproductos de origen microbiano, que pueden incrementar la producción de las plantas (Ravensberg, 2015; Hemant *et al.*, 2016; Peña *et al.*, 2016a; Yakhin *et al.*, 2017).

El Instituto de Biotecnología de las Plantas y el Centro de Bioactivos Químicos de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas han desarrollado candidatos de bioproductos de origen microbiano a través de procesos fermentativos y con el empleo de materias primas nacionales que son subproductos de otras industrias. Uno de ellos es el bioproducto CBQ-AgroG[®] del que se hacen pruebas para su posible uso agrícola como nutriente para la promoción del crecimiento de especies de plantas con importancia económica como el frijol común. Ante esta situación, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG[®] sobre la respuesta fisiológica y agronómica de *Phaseolus vulgaris* L. cultivar 'CIAP-7247'.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

En el estudio se utilizó semilla básica del cultivar comercial de frijol común con testa de color negro 'CIAP-7247' con 99% de pureza física y 95% de germinación.

Condiciones de cultivo

El estudio se desarrolló en la Cooperativa de Créditos y Servicios José Antonio Echeverría perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Luis Arcos Bergnes del municipio de Camajuani, provincia de Villa Clara, sobre un suelo pardo mullido carbonatado según la clasificación de Hernández *et al.* (2015), durante el período comprendido entre el primero de octubre del 2020 y 24 de diciembre del 2020. La caracterización físico-química del suelo se realizó en el laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas (Tabla 1).

Las principales variables meteorológicas durante el desarrollo del experimento se resumen en la tabla 2. La fuente de estos datos fue la Estación Meteorológica # 78348 perteneciente al Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara, Cuba.

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, formado por tres repeticiones por tratamiento. Las parcelas experimentales fueron de 6 m de largo y 5.60 m de ancho y 8 surcos cada una.

Se estudiaron los siguientes tratamientos:
 Tratamiento 1: control absoluto (sin bioproducto), Tratamiento 2: aplicación de Fitomas E (2%) (Control relativo), Tratamiento 3: aplicación de CBQ-AgroG® 10 l ha⁻¹, Tratamiento 4: aplicación de CBQ-AgroG® 20 l ha⁻¹, Tratamiento 5: aplicación de CBQ-AgroG® 30 l ha⁻¹.

La aplicación del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG® y de Fitomas E se realizó con una asperjadora (Matabi, España) de 16

litros de capacidad total, de forma manual, lo más homogénea posible, sobre las plantas en horas tempranas de la mañana y en tres momentos del ciclo biológico del cultivo (V₄: Tercera hoja trifoliada, R₅: Prefloración y R₆: Floración) (Hernández, 2018). Las labores agrotécnicas se realizaron según las recomendaciones propuestas por el Minag (2017). Las plantas fueron cosechadas cuando llegaron a su madurez de cosecha. La trilla y limpia de las semillas se efectuó de forma manual, posteriormente, se secaron al sol durante tres días.

Efecto de las dosis de CBQ-AgroG® sobre indicadores morfológicos y fisiológicos de las plantas

Las evaluaciones se realizaron desde los 15 hasta los 75 días después de la siembra (DDS), con intervalos de diez días, para un total de siete evaluaciones durante el ciclo.

A 50 plantas por tratamiento se les midió la altura (cm), se cuantificó el número de hojas por planta y se determinó la masa fresca (g),

Tabla 1. Caracterización del suelo en la región edafoclimática donde se desarrolló el ensayo en campo.

Indicador	Valores	Indicador	Valores
pH	Kce	7.60	Permeabilidad (log ₁₀ K)
	Kce	7.03	L.S.P. (% hbss)
% Materia orgánica	2.00	L.I.P.	36.00
mg P ₂ O ₅ /100 g	40.00	Densidad aparente g cm ⁻³	1.05
mg K ₂ O/100 g	33.00	Porosidad (%)	60.00
% A.E	62.00	Valor T (cmol kg ⁻¹)	45.00
% F.E	88.00	Arcilla (%)	50.00

Leyenda: Estabilidad de los agregados (% A.E.), Factor de Estructura (% F.E), Limite superior de permeabilidad (L.S.P.), Limite Inferior de Permeabilidad (L.I.P.), Capacidad de Intercambio de Cationes del suelo (Valor T.)

Tabla 2. Valores promedios de variables meteorológicas durante el periodo del ensayo de campo.

Meses	Variables meteorológicas					
	Temperaturas (°C)			HR (%)	LI. A. (mm)	VV (km h ⁻¹)
	Máxima	Media	Mínima			
Octubre	29.60	26.90	23.31	88.14	220.3	10.02
Noviembre	28.38	24.85	22.59	88.58	150.25	10.88
Diciembre	25.68	23.07	20.51	81.61	81.61	10.59

Leyenda: HR- humedad relativa, LL.A. - Lluvia acumulada, VV- velocidad del viento

la masa seca (g) y el área foliar (dm^2). Para determinar la masa seca, las muestras fueron colocadas durante 72 horas a $65\text{ }^\circ\text{C}$ en una estufa (MERMERT) y se pesaron en una balanza analítica (SCALTEC, modelo SPD 54). El área foliar se determinó mediante un sistema de análisis de hojas digitalizado (Leaf Analysis System, YMJ-B, China).

Efecto de las dosis de CBQ-AgroG® sobre el rendimiento agrícola y sus componentes

Componentes del Rendimiento Agrícola (CRA)

En el momento de cosecha se evaluaron 50 plantas por réplica (150 por tratamiento), para los siguientes componentes del rendimiento agrícola: número de legumbres por planta, número de semillas por legumbre, número de semillas por planta, peso de 100 semillas (g): las semillas se secaron al Sol hasta alcanzar una humedad del 12% y se pesaron en una balanza analítica (SCALTEC, modelo SPD 54) y peso de semillas por planta (g): con una humedad del 12% se pesó el total de las semillas de una planta.

Estimación del Rendimiento Agrícola (RA)

Se pesaron las semillas de cada parcela experimental con un 12% de humedad. Se promediaron las tres repeticiones de cada cultivar. A partir del área de las parcelas y el peso de las semillas de cada parcela, se realizó el cálculo el rendimiento agrícola para una hectárea. Este se expresó en t ha^{-1} .

Análisis estadísticos

La información obtenida fue procesada en el paquete estadístico STATGRAPHIC Plus 5.1 sobre WINDOWS. Se determinó el ajuste a una Distribución Normal mediante la prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov-Smirnov y la Homogeneidad de Varianza a través de las Pruebas de Bartlett. Cuando los datos cumplieron los requisitos exigidos se procesaron mediante ANOVA de clasificación simple y la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey para la comparación entre medias para $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de las dosis de CBQ-AgroG® sobre indicadores morfológicos y fisiológicos de las plantas

En general, los máximos valores de la variables morfofisiológicas número de hojas, área foliar, masa fresca y seca se alcanzaron a los 45 días después de la siembra. Posteriormente decrecieron hasta alcanzar la madurez fisiológica. Se comprobó que los tratamientos influyeron en la respuesta de las plantas.

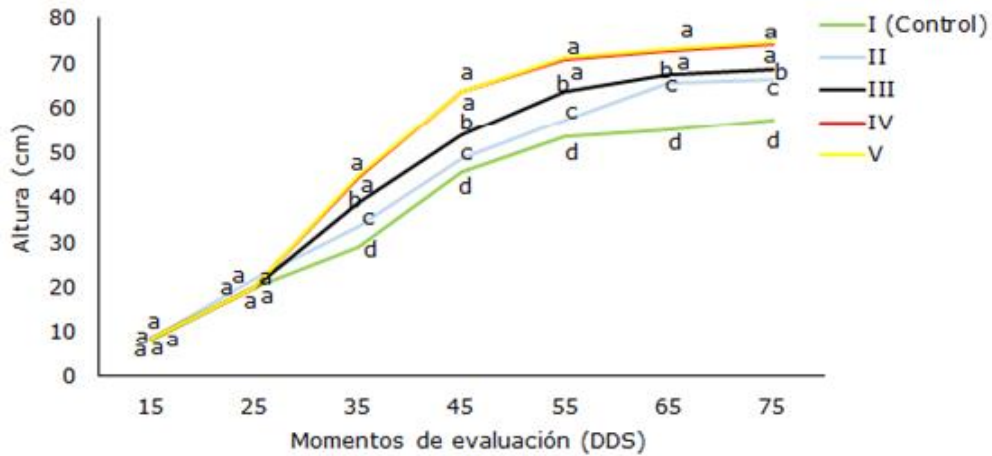
Indicadores morfológicos

Entre 15 y 45 días después de la siembra (DDS), la altura de las plantas presentó un rápido incremento hasta los 45 DDS. A partir de ese momento de evaluación en todos los tratamientos las plantas continuaron con un lento crecimiento hasta los 75 DDS (Figura 1), cuando todas las plantas, independientemente del tratamiento, alcanzaron más de 50 cm de altura. Entre los tratamientos 20.0 y 30.0 l ha^{-1} de CBQ-AgroG®, no se presentaron diferencias significativas en esta variable y fueron significativamente superiores al resto de los tratamientos. La altura es una característica genética propia de cada cultivar que interactúa con el medio ambiente, siendo el resultado del número de nudos y la longitud de entrenudos en el tallo (Petry *et al.*, 2014). Dicha variable es muy importante debido a la competencia intraespecífica que se da por las condiciones de alta presión de competencia, lo cual hace que las plantas alarguen sus tallos dada la menor iluminación, para facilitar la captación de radiación solar (Khawarizimi *et al.*, 2012).

Los resultados del presente trabajo coinciden con los informados por Rodríguez (2017) en cuatro cultivares de frijol común de testa de color negro cultivados sobre un suelo pardo mullido carbonatado, que mostraron una etapa de rápido crecimiento entre los 15 y 45 DDS, para continuar el crecimiento de manera más lenta hasta los 70 DDS. También coinciden con los de Rodríguez (2019) y Martínez *et al.* (2019a) quienes encontraron en el cultivar 'CUFIG 110' de semillas de testa de color rojo que a partir de los 15 días se producía un rápido crecimiento de las plantas hasta los 40 DDS donde alcanzaron los mayores valores de altura y a partir de este momento continuaron creciendo, pero lentamente hasta la madurez fisiológica.

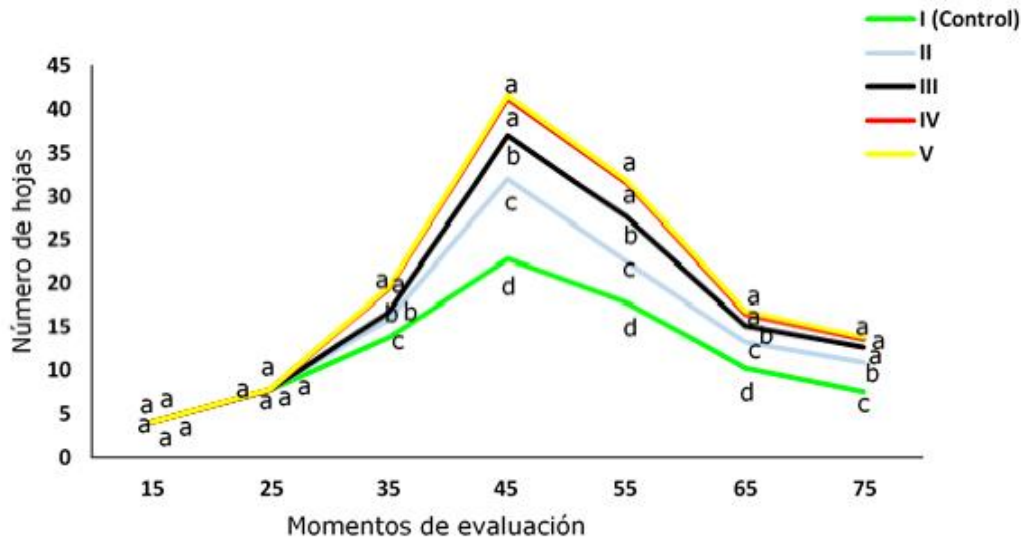
De igual forma, los tratamientos con aplicación foliar de 20.0 y 30.0 l ha⁻¹ de CBQ-AgroG[®], no mostraron diferencias significativas entre ellos para el número de hojas y fueron significativamente superiores al resto de los tratamientos. Independientemente del tratamiento, para esta variable, a partir de los 35 DDS (diez días después de la primera aplicación del bioproducto) se produjo un rápido

incremento y alcanzó los máximos valores a los 45 DDS (Figura 2). En correspondencia con los resultados del crecimiento vegetativo, comenzó un lento decrecimiento en el número de hojas por planta hasta los 55 DDS, etapa en la cual se produjo una rápida disminución de esta variable hasta los 75 DDS que coincidió con el período de senescencia de las hojas, que se produce hasta la madurez fisiológica.



Letras diferentes en la línea de cada tratamiento indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) ($n = 150$)

Figura 1. Altura de plantas de frijol común cultivar comercial 'CIAP-7247' según la dosis aplicada del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG[®]. Tratamientos: I (Control absoluto), II (Fitomas E 2.0%), III (CBQ-AgroG[®] 10.0 l ha⁻¹), IV (CBQ-AgroG[®] 20.0 l ha⁻¹), V (CBQ-AgroG[®] 30.0 l ha⁻¹). DDS. Días después de la siembra.



Letras diferentes en la línea de cada tratamiento indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) ($n = 150$)

Figura 2. Número de hojas por planta del cultivar comercial de frijol común 'CIAP-7247' según la dosis aplicada del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG[®]. Tratamientos: I (Control absoluto), II (Fitomas E 2.0%), III (CBQ-AgroG[®] 10.0 l ha⁻¹), IV (CBQ-AgroG[®] 20.0 l ha⁻¹), V (CBQ-AgroG[®] 30.0 l ha⁻¹). DDS. Días después de la siembra.

El número de hojas en la etapa R7 (55 DDS) con la aplicación del bioproducto (20.0 l ha^{-1}) se incrementó de forma significativa con respecto al control absoluto. Este resultado corroboró hallazgos previos en el cultivar 'Buenaventura' con esta misma dosis (Hernández, 2018) aunque en condiciones de cultivo diferentes.

Además, los resultados en relación con el número de hojas por planta durante las etapas vegetativas y reproductivas, hasta alcanzar la madurez fisiológica se correspondieron con los de Rodríguez (2019) y Martínez *et al.* (2019a) quienes refirieron que el mayor número de hojas por planta se alcanzó a los 45 DDS. Estos autores describieron un rápido incremento de esta variable desde los 25 hasta los 45 DDS y luego decrecimiento hasta la madurez fisiológica (75 DDS).

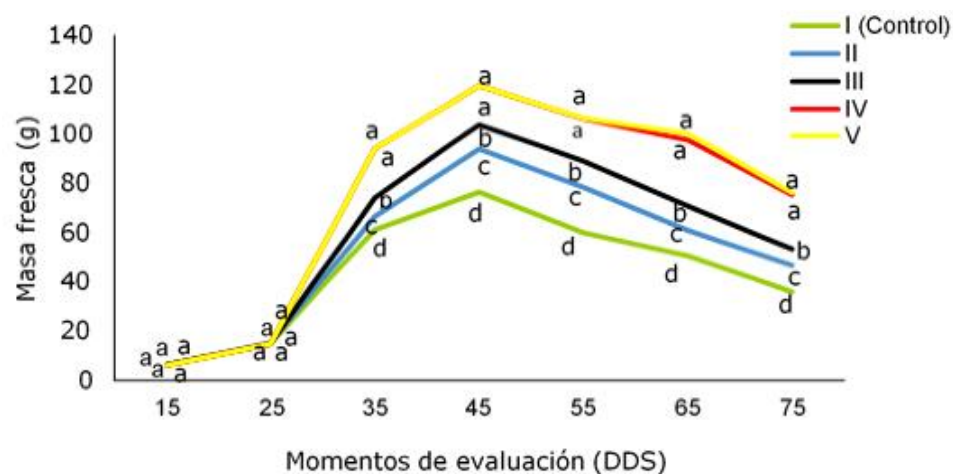
Indicadores fisiológicos

La masa fresca de las plantas se incrementó desde los 15 hasta los 45 DDS. Los valores más elevados se alcanzaron a los 45 DDS y decrecieron hasta llegar a la madurez fisiológica (Figura 3). A partir de los 55 DDS comenzó un decrecimiento de este indicador en todos los tratamientos y alcanzó valores significativamente superiores con las dosis de 20.0 y 30.0 l ha^{-1} (119.72 y 119.82 g ,

respectivamente) en relación con el resto de los tratamientos.

La masa seca de las plantas mostró una respuesta similar a la masa fresca desde los 15 hasta los 45 DDS. En este último momento de evaluación en todos los tratamientos se alcanzaron los mayores valores (Figura 4). Posteriormente disminuyó hasta llegar a la madurez fisiológica asociada al período de senescencia, en el que se produce la defoliación. Entre las dosis de 20.0 y 30.0 l ha^{-1} del bioproducto de origen microbiano no se presentaron diferencias significativas y fueron superiores al resto de los tratamientos.

La respuesta en las plantas en relación con la masa fresca y seca durante todas las etapas fenológicas en el presente trabajo coincidió con los obtenidos por Martínez *et al.* (2019a), quienes en cuatro cultivares 'CUFIG-110' y dos tipos de suelo encontraron que estas variables alcanzaron los máximos valores desde los 15 DDS hasta los 45 DDS. A partir de este momento la masa fresca y seca experimentaron un decrecimiento de sus valores hasta llegar a la madurez fisiológica. También los resultados de este trabajo se corresponden con los alcanzados por Rodríguez (2017) y Rodríguez (2019) quienes refirieron que en estas variables entre los 25 y 45 DDS, se produce un rápido incremento, y comienzan a disminuir hasta la madurez



Letras diferentes en la línea de cada tratamiento indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) ($n = 150$)

Figura 3. Masa fresca por planta del cultivar comercial de frijol común 'CIAP-7247' según la dosis aplicada del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG®. Tratamientos: I (Control absoluto), II (Fitomas E 2.0%), III (CBQAgroG® 10.0 l ha^{-1}), IV (CBQAgroG® 20.0 l ha^{-1}), V (CBQAgroG® 30.0 l ha^{-1}). DDS. Días después de la siembra.

fisiológica. Los valores de la masa seca alcanzada en el presente trabajo con la aplicación del bioproducto fueron superiores a los informados por Hernández (2018) en otro cultivar.

Área foliar

El área foliar se incrementó entre los 15 y los 45 DDS, cuando se alcanzaron los máximos valores (45.2 dm²) y luego disminuyó en todos los tratamientos (Figura 5). Los valores de esta variable se incrementaron con la aplicación de CBQ-AgroG[®] y Fitomas E con respecto al control. El área foliar con la dosis de 20.0 y 30.0 l ha⁻¹ alcanzó valores significativamente superiores con respecto a 10.0 l ha⁻¹, Fitomas E y al control absoluto.

El decrecimiento de los valores de área foliar coincidió con el período de senescencia de las hojas, donde los folíolos activos caen al alcanzar su máximo estado de madurez (Martínez *et al.*, 2019a). Esta variable es un indicador importante para el crecimiento y producción de materia seca de la planta, así como su persistencia, al determinar una mayor o menor captación de energía lumínica durante el proceso de crecimiento (Gómez *et al.*, 1997). Este patrón ha sido informado por otros autores. Por ejemplo, Marengo y Montserrat (2003) al evaluar el crecimiento y desarrollo de seis poblaciones de frijol común,

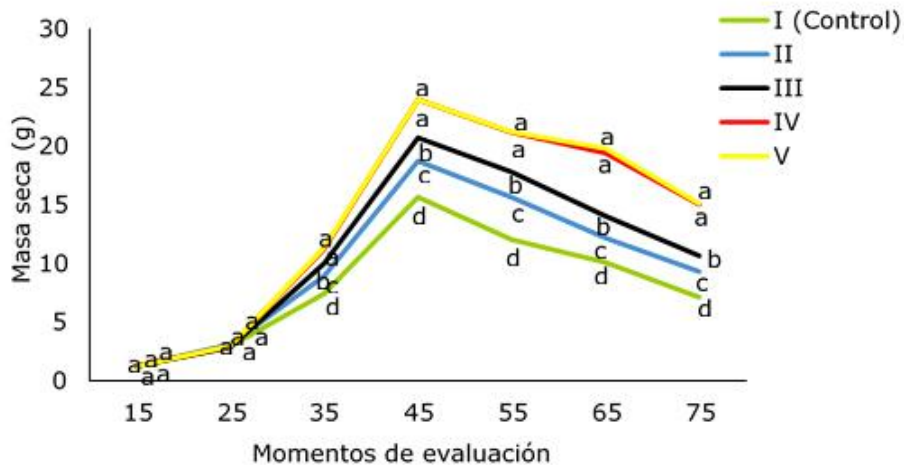
en Nicaragua, demostraron que todos los materiales genéticos presentaron un patrón de área foliar similar hasta los 45 días después de la siembra, con un paulatino decrecimiento posterior.

Los resultados del presente estudio coincidieron con Hernández (2018) en relación con el incremento que se produce en el área foliar de las plantas de frijol común con la aplicación de 20.0 l ha⁻¹ del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG[®] con respecto al control absoluto.

Efecto de las dosis de CBQ-AgroG[®] sobre el rendimiento agrícola y sus componentes

Componentes del rendimiento agrícola

La respuesta de los diferentes componentes del rendimiento agrícola varió entre los tratamientos evaluados. Con 20.0 y 30.0 l ha⁻¹ del bioproducto CBQ-AgroG[®] el número de legumbres por planta alcanzó valores significativamente superiores (22.4 y 22.3 legumbres/planta, respectivamente) con respecto al resto de los tratamientos. También con estas dosis se alcanzó el mayor número de semillas por legumbre (5.78 y 8.80 semillas por legumbre), número de semillas por planta (130.2 y 131.9 semillas por planta), peso de 100 semillas (20.84 y 0.85 g) y peso de las



Letras diferentes en la línea de cada tratamiento indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) ($n = 150$)

Figura 4. Masa seca por planta del cultivar comercial de frijol común 'CIAP-7247' según la dosis aplicada del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG[®]. Tratamientos: I (Control absoluto), II (Fitomas E 2%), III (CBQ-AgroG[®] 10.0 l ha⁻¹), IV (CBQ-AgroG[®] 20.0 l ha⁻¹), V (CBQ-AgroG[®] 30.0 l ha⁻¹). DDS. Días después de la siembra.

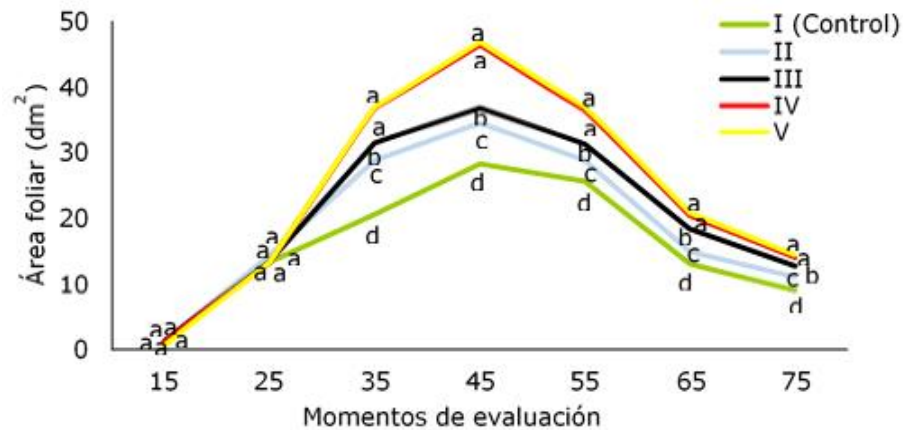
semillas por planta (20.07 y 26.68 g) con diferencias significativas con resto de los tratamientos que se utilizaron en el estudio (Tabla 3).

Rendimiento agrícola

Todos los tratamientos donde se evaluó el bioproducto CBQ-AgroG® alcanzaron un rendimiento agrícola superior a 1.4 t ha⁻¹ (Figura 6). Con las dosis de 20.0 y 30.0 l ha⁻¹ los (1.83 y 1.87 t ha⁻¹) fue significativamente superior al resto de los tratamientos. Con

Fitomas E se logró un rendimiento agrícola superior a 1.0 t ha⁻¹.

Aunque los tratamientos con 20 y 30 l ha⁻¹ presentaron altos valores, solo alcanzaron aproximadamente el 60.0% del potencial de rendimiento agrícola estimado para el cultivar estudiado (2.90 t ha⁻¹), según lo referido por el IIG (2014) y Martínez *et al.* (2019b). En este resultado influyeron las precipitaciones que ocurrieron en el mes de noviembre que afectaron las floración y la incidencia de *Megalurothrips usitatus* Bagnall.



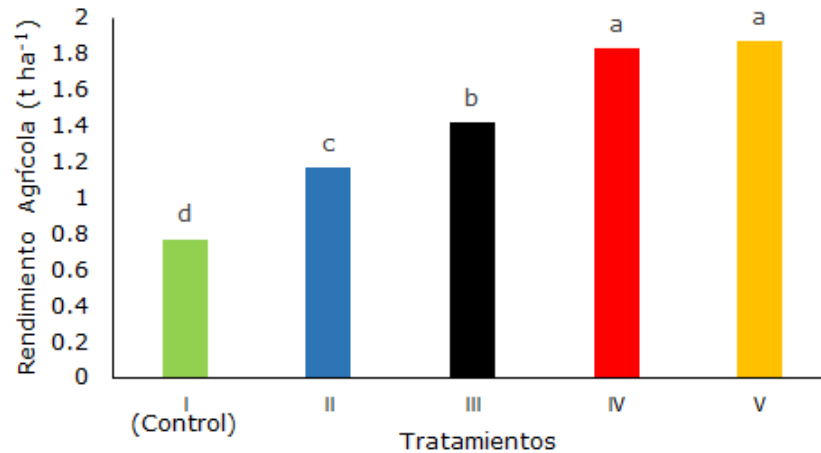
Letras diferentes en la línea de cada tratamiento indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) ($n = 150$)

Figura 5. Área foliar por planta del cultivar comercial de frijol común 'CIAP-7247' según la dosis aplicada del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG®. Tratamientos: I (Control absoluto), II (Fitomas E 2%), III (CBQ-AgroG®. 10.0 l ha⁻¹), IV (CBQ-AgroG®. 20.0 l ha⁻¹), V (CBQ-AgroG®. 30.0 l ha⁻¹). DDS. Días después de la siembra.

Tabla 3. Componentes del rendimiento agrícola del cultivar comercial de frijol común 'CIAP-7247' según la dosis aplicada del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG®.

Tratamientos	Componentes del rendimiento agrícola				
	Número de legumbres por semillas	Número de semillas por legumbre	Número de semillas por planta	Peso de 100 semillas (g)	Peso de semillas por planta (g)
I	6.4 d	4.0 c	25.4 d	19.17 c	5.2 d
II	10.3 c	5.2 c	52.6 c	19.84 b	10.94 c
III	12.2 b	5.5 ab	69.8 b	20.2 b	14.65 b
IV	22.4 a	5.78 a	130.2 a	20.84 a	27.07 a
V	22.3 a	5.8 a	131.9 a	20.85 a	26.68 a
ES±X	0.39	0.11	0.61	0.12	0.47
CV (%)	17.5	7.4	26.5	2.15	22.6

Medias con letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas según la prueba de comparación de medias Tukey ($p \leq 0.05$) ($n = 150$). Tratamientos: I (Control absoluto), II (Fitomas E 2.0%), III (CBQ-AgroG®. 10.0 l ha⁻¹), IV (CBQ-AgroG®. 20.0 l ha⁻¹), V (CBQ-AgroG®. 30.0 l ha⁻¹).



Letras diferentes sobre la barra de cada tratamiento indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) ($n = 3$)

Figura 6. Rendimiento agrícola del cultivar comercial de frijol común 'CIAP-7247' según la dosis de CBQ-AgroG® aplicada. Tratamientos: I (Control absoluto), II (Fitomas E 2.0%), III (CBQ-AgroG®. 10.0 l ha⁻¹), IV (CBQ-AgroG®. 20.0 l ha⁻¹), V (CBQ-AgroG®. 30.0 l ha⁻¹).

CONCLUSIONES

Las aplicaciones foliares del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG® al cultivo de frijol común cultivar 'CIAP 7247' estimulan la respuesta morfofisiológica y agronómica de las plantas. Se recomienda utilizar la dosis de 20.0 l ha⁻¹ durante las etapas fenológicas V₄ (aparición de la tercera trifoliada), R₅ (prefloración) y R₆ (floración) por ser más económica y ofrecer una respuesta morfofisiológica y agronómica que no difiere de la que se logra con 30.0 l ha⁻¹.

AGRADECIMIENTOS

A la coordinación del proyecto Nacional: «Alternativas para la nutrición y protección fitosanitaria de cultivos agrícolas mediante el uso de bioproductos de origen microbiano» que recibió fondos de la Oficina de Gestión de Fondos y Proyectos Internacionales bajo el código PN131LH001.29", del cual forma parte este estudio. A mi papá Silvio Martínez Rodríguez, gran hombre y campesino que nos entregó humildemente sus tierras y realizó todas labores preparación de suelo para que este resultado, hoy sea una realidad.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de intereses. Este trabajo es original y los datos nunca se han publicado o considerado para ser publicados en otras revistas.

Contribución de los autores

Conceptualización SJMM, Investigación SJMM, VGD, MDC, DRV, NMA, Análisis formal SJMM, IPM, LDS Metodología SJMM, IPM, LDS Supervisión SJMM, MDC Escritura-Primera redacción SJMM, VGD Escritura-Revisión y Edición STG.

REFERENCIAS

CEPAL (2014) Evaluación del sector agropecuario en Centroamérica y República Dominicana, 1990-2014. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (LC/MEX/L.1175), México DF

Gómez MD, Rincón L Pérez JA (1997) Crecimiento y absorción de nutrientes de melón bajo invernadero. Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales 13(1-2): 111-120

FAOSTAT (2020) Hoja de balance de FAOSTAT. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-0752204000100008&script=sci_. Arttex Consultado 11/03/2021

Fernández AF, Sánchez E (2017) Estudio de las propiedades físico químicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. Nova Scientia 9(18): 133-148

- Hemant J, Patil HJ, Solanki MK (2016) Microbial Inoculant: Modern Era of Fertilizers and Pesticides. En: Singh DP, Singh HB (Eds). *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity*, pp. 319- 343. Springer, New Delhi
- Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Rivero N (2015) Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana
- Hernández Y (2018) Efecto del bioproducto CBQ-AgroG en indicadores de crecimiento y rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. 'Buenaventura'. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Cuba
- IIG (2014) Guía técnica para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Instituto de Investigaciones de Granos Editora Agroecológica, La Habana
- Khawarzimi A, Dennett M, ABID M (2012) Growth and yield response of wheat varieties to water stress at booting and anthesis stages of development. *Pak J Botanic* 44: 879-886
- Marengo IM, Monserrat G (2003) Evaluación del crecimiento y rendimiento de seis poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la localidad de San Marcos, Carazo. Trabajo de Tesis de Diploma, Facultad de agronomía, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua
- Martínez SJ, Valdés G, Cárdenas M, García O, Colás A (2019a) Respuesta morfofisiológica de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. en dos tipos de suelo. *Centro Agrícola* 46(2): 46-57
- Martínez SJ, Gil VD, Colás A (2019b) Regionalización de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia Villa Clara. Editorial Feijóo, Santa Clara; ISBN: 978-959-312-402-7
- Mederos Y (2006) Revisión bibliográfica: indicadores de la calidad en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos tropicales* 27(3): 55-62
- Pacheco M, Hernández A, Alonso M, Puldón V, Arap R, Martínez SJ (2016) La cadena de valor del frijol común en Cuba. Proyecto AGROcadenas, La Habana
- MINAG (2017) Instructivo técnico del frijol común. Ministerio de la Agricultura, La Habana
- Peña K, Rodríguez JC, Olivera D, Fuentes PF, Melendrez JF (2016) Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spiritus, Cuba. *Agronomía Costarricense* 40(2): 117-127
- Petry N, Egli I, Gahutu JB (2014) Physic acid concentration influences iron bioavailability from biofortified beans in Rwandese women with low iron status. *J Nutr* 144: 1681-1687
- Ravensberg WJ (2015) Commercialization of microbes: present situation and future prospects. En: Lugtenberg B (Ed). *Principles of Plant-Microbe Interactions*, pp. 309–317. Springer International Publishing, London
- Rodríguez M (2017) Respuesta morfo-agronómica de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. en época tardía en la CCS Celestino Gutiérrez. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de las Villas, Santa Clara, Cuba
- Rodríguez G (2019) Respuesta morfofisiológica y productiva de cuatro cultivares comerciales de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos tipos de suelos. Tesis en opción al Título Académico de Master en Agricultura Sostenible Mención Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Cuba
- Yakhin OI, Lubyaynov AA, Yakhin IA, Brown PH (2017) Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Front Plant Sci* 7: 2049; doi: 10.3389/fpls.2016.02049

Recibido: 18-05-2021
Aceptado: 22-07-2021

This is an open access article distributed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> The use, distribution or reproduction is permitted citing the original source and authors.