

Efecto entre microorganismos eficientes y fitomas-e en el incremento agroproductivo del frijol

Effect between efficient microorganism and fitomas-e on agroproductive increase of common beans

Efeito entre os microorganismos eficientes e fitomas-e no incremento agroproductivo do feijoeiro

ALEXANDER CALERO-HURTADO^{1*}, ELIENI QUINTERO-RODRÍGUEZ²,
YANERY PÉREZ-DÍAZ³, DILIER OLIVERA-VICIEDO¹, KOLIMA PEÑA-CALZADA¹,
JANET JIMÉNEZ-HERNÁNDEZ⁴.

RESUMEN

El uso de bioestimulantes vegetales conjuntamente con microorganismos eficientes puede ser una alternativa para cambiar el metabolismo de las plantas y, en conse-

Recibido para evaluación: 1 de Agosto de 2018.

Aprobado para publicación: 22 de Noviembre de 2018.

- 1 Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp). Candidatos a doctor(a) en Agronomía (Producción Vegetal). Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
- 2 Empresa Agropecuaria Agroindustrial "Melanio Hernández". Ingeniera Agrónoma. Taguasco, Sancti Spíritus, Cuba.
- 3 Centro Universitario Municipal de Taguasco "Enrique José Varona" (CUM), Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez". Profesora. Sancti Spíritus, Cuba.
- 4 Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez" (Uniss). Doctora en Ciencias Biológicas. Sancti Spíritus, Cuba.

Correspondencia: alexcalero34@gmail.com

cuencia, mejorar el rendimiento del cultivo de frijol. Bajo esta circunstancia, se evaluó el efecto entre microorganismos eficientes y Fitomas E en el incremento productivo del frijol común en dos épocas de siembra. Dos experimentos fueron desarrollados, de octubre de 2014 a abril de 2015. Los tratamientos utilizados fueron: el control, inoculación y aplicaciones foliares de microorganismos eficientes, inoculación y aplicaciones foliares con Fitomas E y la asociación entre estos. Los indicadores evaluados fueron: el número de hojas por planta, materia seca, número legumbres por planta, granos por legumbre, masa de 100 granos y el rendimiento. Los resultados mostraron que las mayores respuestas, fueron obtenidas en época de siembra intermedia y la producción de frijol fue favorecida con la aplicación asociada entre microorganismos eficientes y Fitomas E, comparado con las formas individuales, porque aumentó el número de hojas por planta, masa seca, cantidad de legumbre por planta, promedio de granos por legumbre, la masa de 100 granos y producir $1090,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ en época intermedia y $660,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ en la tardía en relación al control.

ABSTRACT

The use of plants biostimulants jointly with efficient microorganisms may be an alternative to change the change plant metabolism and consequently, improve bean crop yield. Under this circumstance, it's to evaluate the effect between efficient microorganisms and Fitomas E in the productive increase of common bean in two sowing periods. Two experiments were developed, from October 2014 to April of 2015. The treatments applied were, a control, inoculation and foliar applications of efficient microorganisms, inoculation and foliar applications with Fitomas E and the association between these. The indicators evaluated were: number of leaves per plant, dry matter, number of legumes per plant, grains per legume, mass of 100 grains and yield. The results showed that the higher responses was obtained in intermediate and season the common bean production was achieved with the associated application between efficient microorganism and Fitomas E, compared with individual form of them and increase the indicators such as the number of leaves per plant, dry matter, number of legumes per plant, grains per legume, mass of 100 grains (g) and produce $1090,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ in the intermediate season and $660,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ in late season in relation to the treatment without application.

RESUMO

O uso de bioestimulantes vegetais juntamente com microorganismos eficientes podem ser uma alternativa para alterar o metabolismo das plantas e, conseqüentemente, melhorar a produtividade do feijoeiro. Sob esta circunstância, o efeito avaliado entre os Microorganismos eficientes e Fitomas E no aumento da produção de feijão em duas épocas de plantio, dois experimentos foram desenvolvidos de outubro de 2014 até abril de 2015. Os tratamentos avaliados foram: controle, inoculação e aplicações foliares de microorganismos eficientes, inoculação e aplicações foliares de Fitomas E, e a associação entre estes. Os indicadores avaliados foram: número de folhas por planta, massa seca, número de legumes por planta, grãos por legumes, massa de 100 grãos

PALABRAS CLAVE:

Aplicación foliar, Bioproductos, Época de siembra, *Phaseolus vulgaris*, Productividad.

KEYWORDS:

Foliar application, Bioproducts, Sowing season, *Phaseolus vulgaris*, Productivity.

PALAVRAS-CHAVE:

Aplicação foliar, Bioproductos, Épocas de plantio, *Phaseolus vulgaris*, Produtividade.

e o rendimento. Os resultados mostraram que as maiores respostas foram obtidas durante a estação intermediária de plantio e a produção de feijão foi favorecida com a aplicação associada entre os Microorganismos eficientes e Fitomas E, comparados com formas individuais, pois o número de folhas por planta aumentou, massa seca quantidade de leguminosa por planta, média de grãos por leguminosa, massa de 100 grãos e produção de 1090,0 kg.ha⁻¹ na estação intermediária e 660,0 kg.ha⁻¹ no final da estação em relação ao controle.

INTRODUCCIÓN

El frijol es la leguminosa de grano más importantes para el consumo humano directo en el mundo. En términos nutricionales, estos granos son una gran fuente de proteína y son ricos en minerales (especialmente hierro y zinc) y vitaminas [1].

El nivel de producción del frijol en Latinoamérica y en Cuba son relativamente bajos, no se logran los resultados alcanzados por países como China, Brasil, entre otros, principalmente porque existen factores que afectan el rendimiento del cultivo, además de los efectos del cambio climático, la presencia de plagas y la deficiencia de nutrientes en los suelos [2].

El frijol común puede sembrarse en Cuba desde septiembre hasta febrero y este período se divide en tres épocas de siembra, las tempranas (01 de septiembre a 15 de octubre), las óptimas o intermedias (16 de octubre a 30 de noviembre) y las tardías (01 de diciembre a 10 de febrero) [3].

En respuesta a la utilización inadecuada de los fertilizantes químicos y los problemas edáficos, sociales y ambientales que causan, se estimula cada vez más, la implementación de estas prácticas agrícolas más sostenibles [2]. Por otra parte, para mejorar la producción agrícola, existen una gama de bioestimulantes, que promueven el equilibrio fisiológico de las plantas, lo que favorece la expresión del potencial genético y la productividad, a través del crecimiento y desarrollo de los órganos radicales y aéreos [4].

El Fitomas-E es un derivado de la industria azucarera cubana que actúa como bionutriente vegetal con marcada influencia antiestrés, presenta efecto bioestimu-

lante, porque potencializa el crecimiento y desarrollo de los cultivos [5], varios estudios han demostrado su efecto bioestimulante en el cultivo del frijol [6-8].

Por otra parte, el papel de los microorganismos en la mejora de la disponibilidad de nutrientes para las plantas es una estrategia importante y está relacionada con las prácticas agrícolas climáticamente inteligentes [9,10]. Interacciones benéficas se han reportado entre las plantas y los microorganismos en el medio ambiente y las funciones de los ecosistemas derivados [11].

El rol de los microorganismos eficientes (ME), una tecnología descubierta y desarrollada por el profesor Teuro Higa [12], quien encontró, que el éxito de su efecto estaba en su mezcla. Esta tecnología ha sido investigada, desarrollada, aplicada y utilizada en más de 80 países del mundo [13]. Otros autores refieren que el principio fundamental de esta tecnología consiste en la introducción de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo y suprimir la putrefacción (incluyendo enfermedades) [14].

La utilización de los microorganismos eficientes ha resultado favorable para la agricultura, diversos estudios han reportados los efectos benéficos, porque su introducción a favorecido y beneficiado a los agricultores [15] y la producción de varios cultivos, como en hortalizas [16-18], maíz [19] y en frijol [20].

Escasos estudios han utilizados la asociación de microorganismos eficientes con Fitomas E, en este sentido [21] aplicaron varios biopreparados de microorganismos eficientes mezclado con Fitomas E en el cultivo del frijol común y lograron incrementar los indicadores agroproductivos evaluados.

Si es conocido que la utilización de los biofertilizantes y bioestimulantes desde el establecimiento inicial del cultivo, son esenciales para el éxito de la producción, la hipótesis a constatar, es que la aplicación de microorganismos eficientes asociada con Fitomas E podría estimular y aumentar la producción de frijol común. Para comprobar nuestra hipótesis, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la utilización asociada entre microorganismos eficientes y Fitomas E en el incremento productivo del frijol común en dos épocas de siembra.

MÉTODO

Localización del experimento

La investigación se desarrolló en las áreas de la Cooperativa de Créditos y Servicios Mártires de Taguasco" (22°6'17.588"N;79°22'33.544"O), en el municipio de Cabaiguán, provincia de Sancti Spiritus, Cuba, durante los meses de octubre de 2014 a abril de 2015.

Material vegetal

Se utilizó el cultivar Bat- 304, procedente de la Empresa de Semillas, con un 96% de germinación, la siembra se realizó a la distancia de 0,60 m entre hileras y 0,05 m entre plantas. Este cultivar presenta granos de color rojo, de tamaño medio, con potencial de rendimiento de 2,3 ton.ha⁻¹, hábito de crecimiento tipo I y un ciclo de 72 a 77 días [3].

Características y condiciones climatológicas

Las variables climáticas fueron registradas por la Estación de Recursos Hidráulicos del Municipio de Cabaiguán, situada a 1,5 km del lugar, la temperatura media diaria fue de 23,15°C, la humedad relativa media diaria 85,33% y la precipitación pluvial acumulada de 112,72 mm, durante el desarrollo de los experimentos. El agroecosistema se caracteriza por ser llano (90 msnm), con predominio de los vientos alisios, con dirección predominante de norte-sur, condiciones que favorecen el desarrollo del cultivo del frijol común.

Diseño experimental y tratamientos

Se realizaron dos experimentos, los cuales fueron dispuestos en diseños en bloques al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, el tamaño de las parcelas fue de 10 m² y el área efectiva de 3,60 m². El primer experimento fue desarrollado entre los meses de octubre de 2014 a enero de 2015 y el segundo de enero a abril de 2015. Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Control absoluto: sin inocular y sin fertilizar.
2. Inoculación a las semillas a 50 mg.g⁻¹ (2 horas) y aplicaciones foliares de microorganismos eficientes (ME) a la concentración de 100 mg.L⁻¹.

3. Inoculación a las semillas a 50 mg.g⁻¹ (2 horas) y aplicaciones foliares de Fitomas E (FE) a la dosis de 2,0 L.ha⁻¹.

4. Inoculación a las semillas a 50 mg.g⁻¹ (2 horas) con ME más aplicaciones foliares de FE a la dosis de 2,0 L.ha⁻¹.

Las aspersiones foliares fueron aplicadas a partir de la etapa V3 hasta la R5 (una aplicación por etapa), con apoyo de una asperjadora manual (ECHO MS-21H) de 7,6 L de capacidad. El manejo agrotécnico se realizó según la guía tecnológica para el cultivo [3], sin la utilización de fertilizantes químicos u orgánicos.

Características de los productos

Los bioestimulantes fueron obtenidos en la Sucursal de Labiofam de Sancti Spiritus. EL bioproducto Fitomas E, es un formulado obtenido por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), el cual se presenta en forma líquida y compuesto por 150 g.L⁻¹ de extracto orgánico, 55 g.L⁻¹ de Nitrógeno total, 60 g.L⁻¹ de K₂O y 31 g.L⁻¹ de P₂O₅. El inóculo de microorganismos eficientes compuesto por *Bacillus subtilis* B/23-45-10 Nato (5,4 10⁴ UCF.mL⁻¹), *Lactobacillus bulgaricum* B/103-4-1 (3,6 10⁴ UCF.mL⁻¹), y *Saccharomyces cerevisiae* L-25-7-12 (22,3 10⁵ UCF.mL⁻¹), con certificado de calidad emitido por ICIDCA, código R-ID-B-Prot-01-01, fue adquirido en la Sucursal de Labiofam de Sancti Spiritus".

Tipo de suelo y principales características

El suelo fue clasificado como Pardo Sialítico Carbonatado [22], conocido como Cambisol [23]. Este tipo de suelo con perfil ABC, de mediana a poca profundidad, arcillosos con predominio de arcillas del tipo 2:1 Montmorillonita, el color predominante es pardo o pardo oscuro y verde azules en ocasiones cuando existen condiciones de oxidación en el medio, por el mal drenaje o compactación. Estos representan estadios jóvenes de formación del suelo y sus principales limitantes agroproductivas son, la poca profundidad efectiva y la susceptibilidad a la compactación, cuando son manejados inadecuadamente.

Variables evaluadas

Las observaciones de las variables evaluadas correspondieron a los criterios expuestos por descriptores

recomendados en las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo [24].

Los muestreos fueron realizados en el área efectiva de las parcelas (1,92 m²) y evaluadas 40 plantas por tratamientos, los indicadores morfofisiológicos evaluados fueron: el número de hojas por planta, materia seca (g planta⁻¹) en la etapa R5 y al finalizar el ciclo del cultivo (R9) fueron evaluados el número legumbres por planta, granos por legumbre, masa de 100 granos (g) y el rendimiento (kg ha⁻¹).

Análisis estadísticos

Los datos fueron procesados en el software estadístico AgroEstat® y analizados por un análisis conjunta de experimentos [25]. La distribución normal de los datos se comprobó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov para la bondad de ajuste y se aplicó la prueba Dócima de Levene para evaluar la homogeneidad de la varianza. Cuando existió normalidad y homogeneidad se realizó un análisis de varianza simple (ANOVA) y cuando este fue significativo al 5% de probabilidad de error, las medias fueron comparadas por la prueba de Rangos Múltiples de Tukey (p < 0,05).

RESULTADOS

El número de hojas por planta mostró diferencias significativas (P ≤ 0,05) entre los tratamientos evaluados en las dos épocas de siembra del cv. Velazco largo (figura 1). La época intermedia mostró mayores resultados de los tratamientos en el incremento de este indicador en relación a la tardía. En los dos periodos la utilización asociada de microorganismos eficientes (ME) y Fitomas E (FE), mostró lo mayores resultados comparados con la aplicación individual de ME y FE y el tratamiento control en ambas épocas, con aumentos en relación a este último de 8,88 y 7,64 hojas por planta, lo que significó un incremento de 58,12% en intermedia y en la tardía de 58,63%.

Fueron demostrados los efectos positivos de la aplicación conjunta entre ME y FE, en el incremento de la producción de hojas por planta. En este sentido [26] expresaron que la aplicación foliar de microorganismos eficientes, mejoran el crecimiento del follaje (22%), aspecto que aumenta el área fotosintética, mayor elaboración de nutrimentos, materia seca acumulada y el rendimiento. La utilización de Fitomas E en el frijol común

se comporta como antiestrés, estimulante y activador de los procesos fisiológicos [5]. Resultados positivos en el incremento de los indicadores morfológicos del frijol fueron logrados por [20] con la aplicación foliar e individual de microorganismos eficientes y Fitomas E, con la aplicación de este último de forma individual aumentaron el número de hojas por planta a los 25 y 30 días posteriores a la germinación en relación al tratamiento sin aplicación. Los resultados obtenidos en el trabajo corroboran el efecto beneficioso obtenido por [21] con la aplicación mezclada de microorganismos eficientes (ME-50 y LEBAME) con Fitomas E en época intermedia, porque incrementó el número de hojas por planta en el cv. Bat-304 de frijol común, a los 20 y 42 días posteriores después de la germinación comparados con el tratamiento sin aplicación. Con la inoculación de microorganismos eficientes [27] aumentaron el número de hojas por planta en el cultivo de la fresa en relación al tratamiento sin inoculación.

La masa seca de las plantas del cv. Velazco largo mostraron diferencias significativas (P ≤ 0,05) entre los tratamientos en los dos periodos de siembra utilizados (figura 2), con destaque para la época intermedia en

Figura 1. Número de hojas por planta. Letras mayúsculas difieren entre tratamientos para las épocas de siembra y letras minúsculas difieren entre tratamientos dentro de cada periodo, según Tukey (p ≤ 0,05).

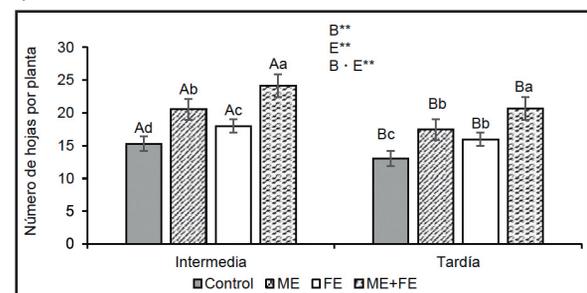
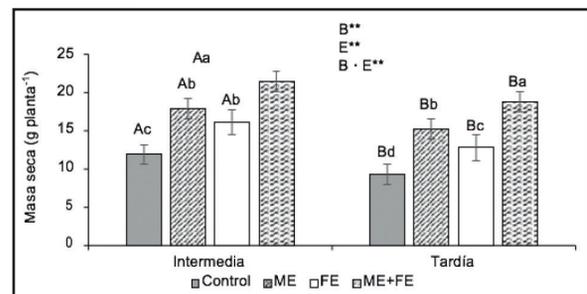


Figura 2. Efecto de los tratamientos en el comportamiento de la masa seca.



relación a la tardía porque mostró mayores resultados en el incremento de este indicador. En ambos periodos todos los bioproductos aumentaron la masa seca de las plantas en relación al tratamiento control, los mayores resultados fueron alcanzados con la utilización combinada de ME+FE, comparados con la aplicación de ME y FE individual y el control, con aumentos en relación a este último de 9,51 g.planta⁻¹ en la época intermedia y 7,64 g.planta⁻¹ en la tardía, lo que significó un incremento de 79,92 y 101,51%, respectivamente. Los resultados analizados en este indicador muestran que el desarrollo de las plantas, se fundamenta porque los microorganismos del suelo desempeñan un papel importante en una serie de transformaciones químicas de los suelos, por lo tanto, influyen en la disponibilidad de macro y micronutrientes para las plantas [28]. Con la combinación combinada de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum*, [17] obtuvieron en incremento de la masa seca de las plántulas de cebolla comparada con el tratamiento control. En este sentido, [20] aumentaron la masa seca de las plantas de frijol común con la aplicación foliar de Fitomas E individual y la mezcla de este con varios biopreparados de microorganismos eficientes en relación a la variante sin aplicación.

El número de legumbres por planta del cv. Velazco largo mostró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre todos tratamientos utilizados en ambas épocas de siembra (figura 3). Los tratamientos en época intermedia lograron mayores resultados comparado con la tardía en el incremento de este indicador. Todos los bioproductos aumentaron la cantidad de legumbres por planta en relación al tratamiento control en ambos periodos, con destaque para la utilización combinada de ME+FE, en la época intermedia, aunque no mostró diferencia con la utilización de ME individual logró aumentar la cantidad de legumbres por planta en 10,21, lo que significó un incremento de 104,18%. En el periodo tardío la aplicación combinada con ME+FE, mostró diferencias en relación a la aplicación individual de los bioproductos ME y FE y el tratamiento control, con un aumento en relación a este último de 9,80 legumbres por planta, lo que significó un incremento de 124,52%.

El número de frutos, legumbres o vainas por planta es un indicador que influye directamente en el rendimiento de este cultivo, algunos estudios han demostrado el efecto bioestimulante de la aplicación individual del Fitomas-E en la mejora de la nutrición, la floración y el cuajado de los frutos [7].

Estos factores incrementan la producción de frutos por planta [6,8] resultados que aumentaron el desarrollo de esta variable con en relación a la no aplicación del bioproducto. Por su parte [20], demostraron con la aplicación individual de microorganismos eficientes y Fitomas E un incremento de esta variable en relación a la no utilización de estos, mientras que, [21] obtuvieron valores de este indicador superiores al tratamiento sin aplicación.

El promedio de granos por legumbres alcanzado por los tratamientos mostró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre ellos en ambas épocas de siembra (figura 4). En la época intermedia se alcanzaron los mayores resultados de los tratamientos de este indicador en relación a la tardía. En ambos periodos todos los bioproductos superaron al tratamiento control, con destaque para la utilización asociada de microorganismos eficientes (ME) y Fitomas E (FE), porque superó la aplicación individual de ME y FE y logró incrementos de 25,32% en la época intermedia y 58,63% en la tardía, en relación al tratamiento sin aplicación.

Figura 3. Efecto de los tratamientos en el comportamiento del número de legumbres por planta.

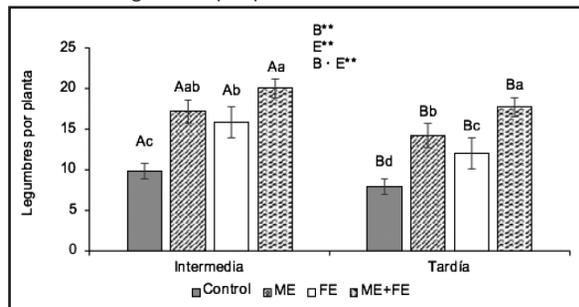
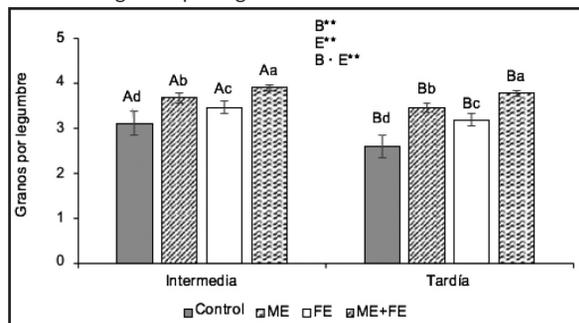


Figura 4. Efecto de los tratamientos en el comportamiento del número de granos por legumbre.



El número de granos por fruto, legumbre o vaina es otro componente que influye proporcionalmente en relación al rendimiento del grano en este cultivo, diversos estudios han demostrado que la utilización de Fitomas-E, aumenta este criterio porque favorece la nutrición y el desarrollo fisiológico del cultivo. En este sentido, con la aplicación de este bioproducto aumentaron en 12,10 vainas por planta al resto de los tratamientos [8]. Resultados similares a los obtenidos en este trabajo fueron alcanzados por [21] quienes evaluaron la aplicación foliar individual de Fitomas E y mezclada con diferentes biopreparados de microorganismos eficientes incrementaron esta variable en relación al control sin aplicación, con el consecuente aumento del rendimiento.

La masa de 100 granos obtenidas en plantas del cv. Velazco largo mostraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos, tanto en la época de siembra intermedia como en la tardía (figura 5), con destaque para la primera en relación a la segunda porque mostró mayores resultados en el incremento de este indicador. En ambos periodos todos los bioproductos aumentaron la masa de 100 granos en relación al tratamiento control, los resultados más favorables fueron alcanzados con la utilización combinada de ME+FE, comparados con la aplicación de ME y FE individual y el tratamiento sin aplicación, con aumentos en relación a este último de 11,89 g en la época intermedia y 12,20 g en la tardía, lo que significó un incremento de 27,09 y 31,09%, respectivamente.

La masa de 100 granos o semillas es una variable determinante para el indicador rendimiento porque caracteriza y clasifica la producción de granos o semillas en este cultivo, el cv. Velazco largo de forma general presenta granos de tamaño grande porque estos presentan una masa superior a 40 g [24]. Resultados positivos en el incremento de este indicador fueron obtenidos con la aplicación individual de microorganismos eficientes y Fitomas E una masa promedio de 100 semillas superior al control sin aplicación [20]. En este sentido, la aplicación foliar de Fitomas E individual y la mezcla de este con varios biopreparados de microorganismos eficientes obtuvieron resultados positivos en relación al control sin aplicación [21].

El rendimiento medio alcanzado por los tratamientos sobre el cv. Velazco largo mostró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre ellos en ambos periodos de siembra utilizados (figura 6). En la época intermedia

se alcanzaron las mayores productividades de los tratamientos en relación a la tardía. En ambos periodos todos los bioproductos superaron al tratamiento control, con medias productivas superiores para la utilización asociada de ME + FE, con respecto a la aplicación de ME y FE individual y producir 1,09 y 0,66 ton.ha⁻¹, lo que significó incrementos de 25,32% en la época intermedia y 58,63% en la tardía, en relación al tratamiento sin aplicación.

El rendimiento es un indicador importante para validar esta investigación. Hubo un incremento de la productividad del grano de frijol, con la aplicación asociada entre ME y FE, porque fueron incrementados la producción de hojas por planta, la masa seca, el número de legumbre por planta, el número de granos por legumbre y la masa de 100 granos en los periodos de siembra evaluados, con resultados superiores en la época de siembra temprana en relación a la tardía. El uso de microorganismos promotores del crecimiento (PGPM) ayuda a aumentar los rendimientos de los cultivos además de la protección convencional de las plantas [29,30]. Varios autores estudiaron y validaron el efecto bioestimulante del

Figura 5. Efecto de los tratamientos en el comportamiento de la masa de 100 granos.

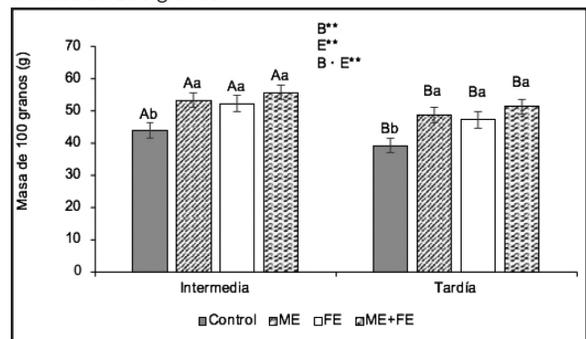
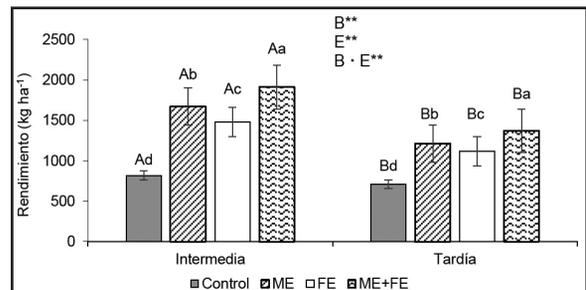


Figura 6. Efecto de los tratamientos en el comportamiento del rendimiento.



Fitomas E aplicado de forma foliar al incrementar el rendimiento en relación a la no utilización del bionutriente [6-8]. Efectos similares en el incremento del rendimiento fueron logrados con la aplicación individual de ME y FE comparado con la no aplicación de estos (control) [20], mientras que, con la aplicación foliar de Fitomas E individual y la mezcla de este con varios biopreparados de microorganismos eficientes alcanzaron un incremento del rendimiento en relación a la variante sin aplicación [21].

CONCLUSIONES

La utilización de microorganismos eficientes, Fitomas E y la asociación entre ellos alcanzaron mayores respuestas de los indicadores agroproductivos del cv. Velasco largo en la época de siembra intermedia en relación a la tardía. La producción de frijol común en los dos periodos de siembra fue favorecida con la aplicación asociada de ME + FE, comparado con los tratamientos con ME y FE individual y aumentar los indicadores como el número de hojas por planta, masa seca, cantidad de legumbre por planta, promedio de granos por legumbre, la masa de 100 granos y producir 1,09 ton.ha⁻¹ en época intermedia y 0,66 ton.ha⁻¹ en la tardía en relación al tratamiento sin aplicación.

REFERENCIAS

- [1] GARCÍA, P. *et al.* Rhizobium promotes non-legumes growth and quality in several production steps: Towards a biofertilization of edible raw vegetables healthy for humans. *PLoS ONE*, 7(5), 2012, p. 1-7, DOI 10.1371/journal.pone.0038122.
- [2] MARTÍNEZ, L. *et al.* Efecto de productos bioactivos en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizadas. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 2016, p. 165-171, DOI 10.13140/RG.2.1.1077.0165.
- [3] FAURE, B. *et al.* Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. 1 ed. La Habana (Cuba): 2014, 33 p.
- [4] DOS ANJOS, D.N. *et al.* Biostimulants, macro and micronutrient fertilizer influence on common bean crop in Vitria da Conquista-Ba, Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, 10(16), 2015, p. 1891-1897, DOI 10.5897/AJAR20149359.
- [5] MONTANO, R. *et al.* Fitomas E: Bionutriente derivado de la industria azucarera. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 41(3), 2007, p. 14-21.
- [6] RAMÍREZ, A.G. y ROSELL, P. Evaluación del bioestimulante Fitomas-E en el rendimiento agroproductivo del cultivo del frijol. *Revista Granmense de Desarrollo Local*, 1(3), 2017, p. 107-116.
- [7] GUEVARA, E. *et al.* Influencia de diferentes dosis de FitoMas-E en el frijol común. *Centro Agrícola*, 40(1), 2013, p. 39-44.
- [8] LÓPEZ, Y. y POUZA, Y. Efecto de la aplicación del bioestimulante Fitomas-e en tres etapas de desarrollo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Delos: Desarrollo Local Sostenible*, 7(20), 2014, p. 1-10.
- [9] HAMILTON, C.E. *et al.* Mitigating climate change through managing constructed-microbial communities in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 216, 2016, p. 304-308, DOI 10.1016/j.agee.2015.10.006.
- [10] PEREG, L. and MCMILLAN, M. Scoping the potential uses of beneficial microorganisms for increasing productivity in cotton cropping systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 80, 2015, p. 349-358, DOI 10.1016/j.soilbio.2014.10.020.
- [11] SINGH, J.S. *et al.* Cyanobacteria: A precious bio-resource in agriculture, ecosystem, and environmental sustainability. *Frontiers in Microbiology*, 7, 2016, p. 1-19, DOI 10.3389/fmicb.2016.00529.
- [12] HIGA, T. y PARR, J. Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles [en línea]. Maryland (USA): 2013. Department of Agricultural of United State. Disponible: http://fundases.com/userfiles/file/Microor_G_Benef_Efect.pdf.
- [13] ARIAS, A. Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal De Ciencia e Ingeniería*, 02(02), 2010, p. 42-45.
- [14] PEDRAZA, R.O. *et al.* Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnológica Agropecuaria*, 11(2), 2010, p. 155-164, DOI 10.21930/rcta.vol11_num2_art:206.
- [15] LUNA, M. y MESA, J. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Agroecosistemas*, 4(2), 2016, p. 31-40.
- [16] OLIVERA, D. *et al.* Empleo de microorganismos nativos multipropósitos (MNM) en el comportamiento agro-productivo de cultivos hortícolas. *Agrotecnia de Cuba*, 39(7), 2015, p. 34- 42.

- [17] LIRIANO, R. *et al.* Evaluación de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium cepa* L.). Centro Agrícola, 42(2), 2015, p. 25–32.
- [18] NÚÑEZ, D.B. *et al.* Respuesta de *Daucus carota*, L. a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico. Centro Agrícola, 44(2), 2017, p. 29–35.
- [19] PEÑA, K. *et al.* Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spiritus, Cuba. Agronomía Costarricense, 40(2), 2016, p. 117-127, DOI 10.15517/rac.v40i2.27391.
- [20] CALERO, A., QUINTERO, E. y PÉREZ, Y. Utilización de diferentes bioproductos en la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Agro-tecnia de Cuba, 41(1), 2017, p. 1-13.
- [21] CALERO, A., PÉREZ, Y. y PÉREZ, D. Efecto de diferentes biopreparados combinado con FitoMas-E en el comportamiento agroproductivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Monfragüe Desarrollo Resiliente, 7(2), 2016, p. 161-176.
- [22] HERNÁNDEZ, A. *et al.* Clasificación de los suelos de Cuba. 1 ed. La Habana (Cuba): Ediciones INCA, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2015, 93 p.
- [23] MUELLER, L. SHEUDSHEN, A. and EULENSTEIN, F. En: Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia. 3 ed. Freising-Weihestephan (Germany): 2016, p. 563-571.
- [24] CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. 1 ed. Cáliz (Colombia): CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 1987, 56 p.
- [25] BARBOSA, J.C. y MALDONADO, W. AgroEstat®. Sistema de análise estatísticos para ensaios agrônômicos. 1 ed. Jaboticabal (Brasil): Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), 2015.
- [26] DÍAZ, O., MONTERO, D.M. y LAGOS, J.A. Acción de microorganismos eficientes sobre la actividad de intercambio catiónico en plántulas de Acacia (*Acacia melanoxylon*) para la recuperación de un suelo del municipio de Mondoñedo, Cundinamarca. Revista Colombia Forestal, 12, 2009, p. 141-160, DOI 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2009.1.a10.
- [27] ALVAREZ, M. *et al.* Incidencia de la inoculación de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp.). Scientia Agropecuaria, 9(1), 2018, p. 33-42, DOI 10.17268/sci.agropecu.2018.01.04.
- [28] QUEIROZ, A.Q. and PERES, R.P. Nutrient concentration and accumulation by common bean according biostimulant application. Semina: Ciências Agrárias, 35(4), 2014, p. 2259-2272, DOI 10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2259.
- [29] MEENA, V.S. *et al.* Potassium solubilizing microorganisms for sustainable agriculture. 1 ed. Nueva Delhi (India): Springer, 2016, 331 p.
- [30] RASHID, M.I. *et al.* Bacteria and fungi can contribute to nutrients bioavailability and aggregate formation in degraded soils. Microbiological Research, 183, 2016, p. 26-41, DOI 10.1016/j.micres.2015.11.007.