

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

TRABAJO DE DIPLOMA

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Departamento de Agronomía

TRABAJO DE DIPLOMA

Efecto del bioproducto CBQ-AgroG en indicadores de crecimiento y rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. 'Buenaventura'

Autora del trabajo: Lianne Hernández Alfonso

Tutoras del trabajo: Dr.C. Mayda Morales González

Dr.C. Yelenys Alvarado Capó

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

Pensamiento

“La tierra produce sin cesar, si los que en ella viven quieren librarse de miseria, cultívenla de modo que en toda época, produzca más de lo necesario para vivir □.

José Martí

Dedicatoria

A mis padres por su apoyo durante toda mi carrera.

A mis hermanas Evelin, Esperanza y Arneris por sus consejos y ayuda incondicional.

A toda mi familia y amigas por su amor y comprensión en todo momento.

Agradecimientos

A mis padres que siempre han confiado en mí.

A mis hermanas por su apoyo incondicional.

A mis tutoras Dra. C. Mayda Morales González y Dra. C. Yelenys Alvarado Capó por toda su ayuda, cooperación y el tiempo dedicado en mi formación.

Al campesino Jorge Cuéllar y su familia por permitirnos realizar este trabajo en sus áreas de cultivo, por todas las atenciones y cuidados con los ensayos.

A mis compañeros y amigas por toda su apoyo y cooperación.

A todos mis profesores que de una forma u otra me educaron, enseñaron y dieron todo lo posible para este final. Un agradecimiento especial a Dimas, Blas, a las técnicas del laboratorio de suelo del CIAP, a Jorgito.

A la Revolución cubana por todas sus bondades. A todos muchas gracias.

RESUMEN

El uso indiscriminado de productos químicos para la fertilización y protección de los cultivos agrícolas ha conducido a desequilibrios ecológicos y ambientales. Por ello, existe la necesidad de buscar alternativas con productos amigables que se puedan emplear para una agricultura sostenible. Como parte de la prueba de concepto del bioproducto CBQ-AgroG en campo y con el objetivo de determinar su efecto sobre indicadores de crecimiento y rendimiento agrícola en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Buenaventura, se realizó este trabajo. Previo a la siembra, las semillas se trataron con el bioproducto al 2% (v/v) durante 20 minutos y se dejaron secar por 24 h. El ensayo se llevó a cabo en época intermedia en un área total de aproximadamente 1,8 ha. Se realizaron aplicaciones foliares del bioproducto (~20 L ha⁻¹) en el crecimiento vegetativo (V3, 20 dds), inicio de la floración (R6, 40 dds) y formación de legumbres (R7, 55 dds). Como control se utilizó un tratamiento donde las plantas no fueron fertilizadas. Se caracterizó la respuesta morfológica y fisiológica de plantas y se determinó el efecto del bioproducto en el rendimiento agrícola y sus componentes. Los resultados indicaron un efecto estimulante sobre el crecimiento y rendimiento de las plantas. La respuesta de las plantas se caracterizó por un incremento en los valores de variables morfológicas y fisiológicas. Además, tuvo efecto positivo sobre componentes del rendimiento.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Aspectos generales del cultivo del frijol común	4
2.1.1 Origen y diversidad	4
2.1.2 Características del cultivo	4
2.1.3 Importancia económica y alimentaria	7
2.2 Agrotecnia del cultivo	8
2.2.1 Época de siembra y manejo de cultivares	8
2.2.2 Distancias y densidad de siembra	8
2.2.3 Atenciones culturales	9
2.2.3.1 Fertilización	9
2.2.3.2 Riego	10
2.2.3.3 Manejo de plagas	11
2.2.3.4 Control de plantas arvenses	11
2.2.3.5 Cosecha	12
2.2.3.6 Indicadores de crecimiento y rendimiento en frijol común	13
2.3 Empleo de bioproductos en la producción agrícola	13
2.3.1 Empleo de bioproductos en el cultivo de frijol	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Caracterización de la respuesta morfológica y fisiológica de frijol común a la aplicación del bioproducto CBQ-AgroG	18
3.2. Efecto sobre el rendimiento agrícola y sus componentes	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1 Caracterización de la respuesta morfológica y fisiológica de frijol común a la aplicación del bioproducto CBQ-AgroG	24
4.2. Efecto sobre el rendimiento agrícola y sus componentes	31
	24

5. CONCLUSIONES	35
6. RECOMENDACIONES	36
7. REFERENCIAS	
8. ANEXOS	

1. INTRODUCCIÓN

Las leguminosas representan el segundo cultivo de importancia agrícola a nivel mundial y cubren cerca del 14,0% de la tierra cultivada (Suleman y Than, 2015).

Más de la mitad de los granos de leguminosas consumidos en el mundo son de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Esta es la especie de las leguminosas de semilla más importante para el consumo humano, debido a que proporciona una fuente de proteínas, vitaminas y minerales a la dieta (Broughton *et al.*, 2003).

Esta leguminosa es un alimento de gran importancia económica y social para muchos países latinoamericanos. América Latina es la región de mayor consumo y segunda en producción, con 31% de la producción mundial (FAO, 2014).

Una gran parte de la producción de frijol en América Latina tiene lugar pequeñas fincas productoras que varían de 1 a 10 ha. Regionalmente, en fincas menores de 20 ha y más del 20,0% en menos de 5 ha (Broughton *et al.*, 2003).

Los mayores productores de la región son México que siembra 1,6 millones de hectáreas (ha) con 1 200 000 t y Brasil 3 900 000 ha sembradas y 3,3 millones de toneladas. Los mejores rendimientos se obtienen en Canadá y Estados Unidos, con 1,9 t ha⁻¹ y Argentina 1,3 t ha⁻¹ (Faure *et al.*, 2013).

En Cuba se siembran alrededor 100 000 ha anuales de frijol común (Faure *et al.*, 2013), principalmente en el sector no estatal. En el año 2016 la producción alcanzó 117,7 mil toneladas y Villa Clara fue la cuarta provincia con 11,6 mil toneladas (ONE, 2016). En el año 2017 se alcanzaron 132,2 mil toneladas a nivel de país con el 12,2% producido por el sector estatal y el 87,8% por el sector no estatal. Dentro de estos, el 75,1% se correspondió con productores privados y CSS (ONE, 2017). Aunque la producción de frijol común ha tenido un incremento sostenido en los últimos cinco años (ONE, 2016; ONE, 2017), aún no se satisface la demanda.

Ante esta realidad para garantizar la seguridad alimentaria del país se impone encontrar variantes que permitan el desarrollo de una agricultura sostenible y menos contaminante del medio ambiente.

El esquema de producción agrícola a nivel mundial se basa principalmente en el empleo de insumos químicos tales como fertilizantes y plaguicidas que indudablemente han conducido a un gran aumento en los productos agrícolas en las décadas pasadas. Sus atributos especiales tales como su acción rápida y no específica, la producción y el almacenamiento menos costosos los hacen más aceptables y la agricultura se ha hecho dependiente de estos (Chojnackak, 2015).

Sin embargo, el uso indiscriminado de agroquímicos, ha dado lugar a diversos desequilibrios ecológicos y ambientales en varias partes del mundo. El manejo inadecuado de la fertilización conlleva a la contaminación de las aguas superficiales, la acidificación de los suelos y el incremento en la emisión de gases de efecto invernadero. Además, se ha desarrollado resistencia de los patógenos a productos tradicionalmente empleados para la protección fitosanitaria. Todo ello ha contribuido a problemas como el calentamiento global y la disminución de la biodiversidad. Como aspecto adicional, el acceso a estos productos se dificulta para pequeños productores y países en vías de desarrollo, entre los que se cuenta Cuba, con un factor agravante como el Bloqueo económico. Esta situación genera la necesidad de buscar alternativas y existe una demanda creciente de productos amigables con el medioambiente que se puedan emplear para una agricultura sostenible.

Los productos biológicos pueden contribuir a solucionar esta problemática ya que sus ventajas alcanzan tanto a los fabricantes como a los productores agrícolas y a los consumidores. Entre ellas se cuentan que tienen múltiples mecanismos de acción que reducen la resistencia de los patógenos, reducen el contenido de residuos químicos en los alimentos producidos, mayor seguridad para los trabajadores que los producen y manipulan así como sostenibilidad (Dunham Trimmer, 2017).

Dentro del mercado de productos biológicos para la agricultura, los de origen microbiano han recibido considerable atención tanto por científicos como por empresas y trasnacionales no solo por su potencial de aplicación agrícola sino también como herramientas para solucionar problemas medioambientales (Revensberg, 2015; Hemant *et al.*, 2016).

En la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, el Instituto de Biotecnología de las Plantas y el Centro de Bioactivos Químicos se encuentran trabajando en el desarrollo de 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. Aunque se han realizado investigaciones básicas se requieren estudios donde se caractericen sus propiedades y funciones, en interacción con las plantas en casa de cultivo y campo y en diferentes sistemas productivos.

En este sentido, el bioproducto CBQ-AgroG se encuentra en el desarrollo de pruebas de concepto sobre su posible uso agrícola para la nutrición de las plantas dentro de las cuales se encuentra el frijol común.

Atendiendo a lo anterior este trabajo de tesis se propuso como hipótesis:

La aplicación del bioproducto de origen microbiano CBQ-AgroG en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Buenaventura en tratamiento a la semilla y a la planta podría incrementar el crecimiento y rendimiento agrícola en campo.

Objetivo general

Evaluar el efecto del bioproducto CBQ-AgroG sobre indicadores de crecimiento y rendimiento agrícola en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Buenaventura.

Objetivos específicos

1. Caracterizar la respuesta morfológica y fisiológica de plantas de frijol común cv. Buenaventura a la aplicación del bioproducto CBQ-AgroG.
2. Determinar el efecto del bioproducto CBQ-Agro G en el rendimiento agrícola y sus componentes en el cv. Buenaventura.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos generales del cultivo del frijol común

2.1.1 Origen y diversidad

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos más antiguos, hallazgos arqueológicos indican que se conocía por lo menos 5000 años antes de la era cristiana. Se consume en elevadas cantidades a nivel mundial y es el aportador principal de proteínas en la dieta humana (Sathe, 2016).

El género *Phaseolus* agrupa a diferentes especies, de las que solo cinco (*Phaseolus acutifolius*, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus polianthus* y *P. vulgaris*) han sido domesticadas. Solo *P. vulgaris* ocupa más del 85% de la superficie mundial dedicada este cultivo. Se trata de una especie originaria de la región mesoamericana (México, América Central) pero con un importante centro de dispersión en Perú, Ecuador y Bolivia. *P. vulgaris* fue llevada de América a Europa por los españoles en el siglo XVI (Bitocchi *et al.*, 2012; Hernández *et al.*, 2013).

Está muy distribuida en distintas partes del trópico, subtropical y regiones templadas, siendo la legumbre más importante en Latino América y parte de África. La Península Ibérica puede ser considerada como un centro secundario de diversificación de esta especie, ya que han sido cultivadas durante centurias en distintos agroecosistemas (Pinheiro *et al.*, 2007).

2.1.2 Características del cultivo

El frijol es una planta herbácea de carácter anual, intensamente cultivada desde el trópico hasta las zonas templadas, aunque es una planta termófila, es decir, que no soporta heladas. Se cultiva esencialmente para obtener las semillas las cuales tienen un alto contenido de proteínas, alrededor de un 22% y más.

Según la clasificación asignada (Linneo 1753), en el sistema de nomenclatura binomial, el nombre completo del frijol común es *Phaseolus vulgaris* L.

Taxonómicamente su clasificación es la siguiente (Graybosch, 2016):

Reino: *Plantae*, División: *Magnoliophyta*, Clase: *Magnoliopsida*, Subclase: *Rosidae*, Orden: *Fabales*, Familia: *Fabaceae*, Género: *Phaseolus*, Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

Posee un sistema radicular compuesto por raíz principal y un sistema de raíces secundarias que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal. El mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo. El tallo identificado como el eje central de la planta está formado por una sucesión de nudos y entrenudos, se origina del meristemo apical del embrión de la semilla; desde la germinación y en las primeras etapas de la planta, este meristemo tiene una fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos.

El ángulo formado entre el pecíolo y la prolongación del tallo se denomina axila; en ellas aparecen las yemas que dan paso a las inflorescencias. Posee hábito de crecimiento determinado e indeterminado. Se denomina determinado cuando alcanzan poca altura (20–60 cm) y presentan en su extremo una inflorescencia mientras que los indeterminados pueden llegar a medir de (2–10 m) de longitud y no presentan inflorescencia en su yema terminal.

Las hojas son de dos tipos: simples y compuestas, insertadas en los nudos del tallo y las ramas, las simples son las primarias, aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son simples, opuestas, acuminadas. Las hojas compuestas, trifoliadas son las hojas típicas del frijol. Tiene tres folíolos, un pecíolo y un raquis, el folíolo central o terminal es simétrico y acuminado, los laterales son asimétricos y también acuminados.

Las inflorescencias pueden ser axilares o terminales, posee un racimo principal compuesto de racimos secundarios, la flor es una típica flor papilionácea, posee dos estados el botón floral y la flor completamente abierta. El fruto es una vaina con dos valvas, puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa. La semilla tiene una amplia variación de color (blanco, rojo, crema, negro, etc.), los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de variedades de frijol como consecuencia de la gran diversidad genética que existe dentro de esta especie (Arias *et al.*, 2007).

Durante el desarrollo de la planta de frijol ocurren cambios morfológicos y fisiológicos que sirve de base para identificar las fases o etapas por las que transita el cultivo desde la siembra hasta la cosecha.

Según el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol (Van Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987) se utilizan las etapas de desarrollo tanto en plantas individuales como en poblaciones de plantas, considerando las etapas vegetativas y reproductivas como se muestran a continuación:

- ✓ V0 Germinación: absorción de agua por la semilla; emergencia de la radícula y su transformación en raíz primaria.
- ✓ V1 Emergencia: los cotiledones aparecen al nivel del suelo y empiezan a separarse. El epicótilo comienza su desarrollo.
- ✓ V2 Hojas primarias: hojas primarias totalmente abiertas.
- ✓ V3 Primera hoja trifoliada: se abre la primera hoja trifoliada y aparece la segunda hoja trifoliada.
- ✓ V4 Tercera hoja trifoliada: se abre la tercera hoja trifoliada y las yemas de los nudos inferiores producen ramas.
- ✓ R5 Prefloración: aparece el primer botón floral o el primer racimo. Los botones florales de las variedades determinadas se forman en el último nudo

del tallo o de la rama. En las variedades indeterminadas los racimos aparecen primero en los nudos más bajos.

- ✓ R6 Floración: se abre la primera flor.
- ✓ R7 Formación de las vainas: aparece la primera vaina que mide más de 2,5 cm de longitud.
- ✓ R8 Llenado de las vainas: comienza a llenarse la primera vaina (crecimiento de la semilla). Al final de la etapa, las semillas pierden su color verde y comienzan a mostrar las características de la variedad. Se inicia la defoliación.
- ✓ R9 Madurez fisiológica: las vainas pierden su pigmentación y comienzan a secarse. Las semillas desarrollan el color típico de la variedad.

2.1.3 Importancia económica y alimentaria

El frijol común se considera forma parte del grupo de leguminosas comestibles, lo cual es estratégico, no solo por sus propiedades nutricionales y culinarias, sino por su presencia en los cinco continentes del mundo y su importancia para el desarrollo rural y social de muchas economías. En recientes estudios de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) hace referencia a este producto como un alimento tradicional para la región, una fuente importante de sustento económico para familias de bajos ingresos y un alimento de identificación cultural (CEPAL, 2014).

La mayor contribución del frijol común a escala mundial está asociada a la seguridad alimentaria. Según las estadísticas de la FAO lo sitúa como un complemento nutricional indispensable en la dieta diaria de más de 400 millones de personas en el mundo (FAOSTAT, 2015). Estos granos contienen un elevado contenido de proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, fibra vegetal y minerales (Sathe, 2016).

2.2 Agrotecnia del cultivo

2.2.1 Época de siembra y manejo de cultivares

El cultivo del frijol común precisa de una tecnología adecuada y agroinsumos apropiados, así como de factores climáticos y otros aspectos favorables para su mejor desarrollo y mayor productividad (rendimiento en corto tiempo.)

En Cuba, el Ministerio de Agricultura establece el período de siembra entre septiembre y enero, donde se cuente con regadío y se establecen algunas regulaciones en cuanto al uso de los cultivares en relación con la fecha de siembra.

La época de siembra más adecuada para el frijol común es aquella en que además de ofrecer las condiciones climáticas para un buen desarrollo del cultivo, permite que la cosecha coincida con el periodo de baja o ninguna precipitación. De esta forma se evitan los daños por exceso de humedad. El periodo de siembra en Cuba se extiende desde el primero de septiembre al 30 de enero, con la fecha óptima entre el 15 de octubre al 30 de noviembre. En las áreas sin riego se recomienda la siembra desde el primero de septiembre al 15 de octubre (Faure *et al.*, 2013).

2.2.2 Distancias y densidad de siembra

La distancia de siembra depende de los cultivares a sembrar según la época de siembra. Faure *et al.* (2013) refirieron que el marco de siembra depende del hábito de crecimiento de la planta. Para hábitos de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III) e indeterminado arbustivo (Tipo II) es de 45 y 70 cm entre surcos y entre 5,7-7,1 cm entre plantas (densidad de plantación de 200 000-250 000 plantas ha⁻¹). Mientras para los cultivares de hábito de crecimiento determinado (Tipo I) se deben sembrar surcos dobles de 30 + 60 cm a 7,3 cm entre plantas (300 000 plantas ha⁻¹).

En el cultivar Buenaventura, Calero *et al.* (2018) realizaron un estudio sobre la influencia de cuatro densidades de plantación sobre el rendimiento agrícola y

constataron que con 200 000 plantas por hectárea se lograron los mejores resultados.

2.2.3 Atenciones culturales

La selección de cultivares de frijol común para la siembra debe estar en función del plan de producción, región edafoclimática, época de siembra e insumos disponibles. Esta práctica no se limita a la sustitución de un cultivar por otras (Quintero, 1988). Es difícil encontrar un mismo cultivar que reúna resistencia o tolerancia a las adversidades, por lo que se debe establecer una amplia estructura varietal en el frijol común, que minimice el efecto de las adversidades, lo cual implica un adecuado manejo (Quintero y Saucedo, 2002).

Constituyen aspectos fundamentales la calidad genética y fitosanitaria así como el manejo de la semilla.

La preparación del suelo debe responder al empleo de labores suficientes y con un intervalo adecuado entre una y otra para garantizar el mullido creando un lecho que facilite el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes, mejoras en la aeración y drenaje interno y desarrollo de los microorganismos (Arias *et al.*, 2007).

2.2.3.1 Fertilización

Las plantas para su desarrollo vegetativo, floración, fructificación (funciones vitales) requieren nutrientes, entre otros elementos y factores beneficiosos, los que son aportados a través de la fertilización (Kirkby y Römheld, 2007).

Esta es una de las labores de mayor intervención en el rendimiento de los cultivos pues se realiza para satisfacer esos requerimientos pero debe ser en una forma balanceada y racional de acuerdo con los requerimientos del cultivo y seleccionar las fuentes que pueden proveer los nutrientes suficientes para satisfacer sus necesidades.

Atendiendo a los cantidades requeridas por los cultivos estos nutrientes se clasifican en tres grupos: mayores (N, P, K), intermedios (Ca, Mg) y menores: (Zn, S, Bo, Mn, Fe, Mo, otros).

Las condiciones físicas y químicas de los suelos para el cultivo del frijol común son muy variables. En los suelos con deficiencias nutricionales se puede afectar el crecimiento y desarrollo del cultivo y por tanto su rendimiento agrícola. La absorción de nutrientes varía en dependencia de los cultivares y la densidad de población. En poblaciones entre 250 000 y 300 000 plantas ha⁻¹, el promedio de absorción de nutrientes oscila entre 0,133- 0,016 t ha⁻¹ y una media de extracción y exportación de 0,0322-0,054- 0,0172 t de nitrógeno, fosforo y potasio respectivamente por toneladas de semillas para alcanzar elevados rendimientos agrícolas. Es recomendable realizar las aplicaciones de fertilizantes en el fondo del surco (Faure *et al.*, 2013).

La fertilización con máquinas sembradoras realiza la aplicación de la fertilización completa de siembra (N-P-K) con normas regulables que oscilan entre 50 y 450 kg ha⁻¹ y autonomía de hasta 400 m. Los fertilizantes deben estar secos y sueltos para su fácil circulación por los órganos fertilizadores y ajustarse a las normas seleccionadas para cada cultivo en correspondencia con el paquete tecnológico aprobado. El fertilizante se aplicará durante el proceso de siembra, y se colocará según regulación en la máquina sembradora a 0,5 cm por debajo de la semilla (MINAG, 2015).

2.2.3.2 Riego

Las leguminosas son cultivos sensibles al déficit como al exceso de agua. Según Faure *et al.* (2013) el frijol común necesita alrededor de 10 riegos.

Los suelos franco arenosos requieren más de tres riegos, los suelos arcillosos entre uno y dos riegos. Deben ser ligeros y frecuentes, nunca se debe regar al pie

de la planta para evitar compactación de la zona de la raíz. En las etapas más sensibles al déficit de agua conocidas como etapas críticas; son las etapas de desarrollo vegetativo, prefloración y llenado de legumbres.

Los excesos de humedad producen grandes pérdidas, por ejemplo, por el efecto sobre el desarrollo radical, por lo que se debe prestarse especial atención en este aspecto y sobre todo a facilitar el drenaje en áreas que sí lo requieren.

2.2.3.3 Manejo de plagas

La protección del cultivo contra plagas está dirigida a garantizar el buen desarrollo de las plantas, para alcanzar una producción sostenible, por lo que existen diferentes métodos para el manejo de plagas y enfermedades.

Las principales plagas insectiles que atacan al cultivo del frijol común en el mundo son la mosca blanca (*Bemisia* spp.), Saltahojas (*Empoasca* spp.), ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*), ácaro rojo (*Tetranychus tumidus*), crisomélidos (*Cerotoma facialis* y *Diabrotica balteata*). Las principales enfermedades que atacan al cultivo son la Roya del frijol (*Uromyces phaseoli*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), (*Thanatephorus cucumeris*), Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) y la Mancha angular (*Isariopsis griseola*) (Faure *et al.*, 2013).

Las enfermedades virales causan daños al cultivo y pueden afectar hasta el 100% de la plantación. La más agresiva de las enfermedades virales es el Mosaico dorado del frijol común (BGMC) cuyo agente trasmisor es la Mosca blanca (*Bemisia* spp.) (Faure *et al.*, 2013).

2.2.3.4 Control de plantas arvenses

La población de plantas arvenses puede ser regulada mediante las labores de cultivo realizadas de forma oportuna y mediante el uso de densidades de plantas adecuadas. Es recomendable mantener limpio el cultivo por lo menos durante la

primera mitad de su ciclo biológico, que es el periodo cuando la maleza más compete por nutrientes y luz. Si las escardas no se pueden realizar oportunamente debido al exceso de humedad en el terreno lo que no permite el uso de maquinaria o tracción animal, se recomienda hacer uso de herbicidas post-emergentes. El cultivo de frijol debe mantenerse libre de hierbas cuando menos durante los primeros 40 días después de la siembra para evitar bajas en el rendimiento. Esto se logra con un cultivo a los 20 días de nacido el frijol, seguido de una limpieza para eliminar las hierbas que crecen en las hileras de las plantas cuando se dificulta el control mecánico-manual.

La aplicación de herbicidas en post-emergencia debe realizarse en el momento óptimo del desarrollo de las plantas arvenses, cuando estas tienen alrededor de cuatro hojas, teniendo en cuenta la etapa de cultivo (V3 y V4). Para las aplicaciones en pre-siembra, se deben tener en cuenta las condiciones del suelo. Además es importante el mantenimiento, la calibración de los equipos a utilizar y la hora de aplicación (Faure *et al.*, 2013).

2.2.3.5 Cosecha

Los cultivares de frijol común que se consumen como grano seco generalmente se cosechan a la madurez. Las semillas se remueven de las legumbres manual o mecánicamente (Sathe, 2016).

La cosecha depende del área a cosechar y de la tecnología disponible para la trilla, ya sea manual o mecanizada. El momento óptimo del arranque y corte de las plantas es cuando el grano tiene entre un 15 y 17% de humedad (Faure *et al.*, 2013).

Cuando las legumbres cambian a un color verde amarillento, las plantas se arrancan y se enrollan para terminar su secado y efectuar la trilla. Si ocurren lluvias cuando las plantas se encuentren arrancadas en el terreno, es necesario voltearlas para acelerar su secado y evitar el manchado del grano. En experimentos realizados, se

ha demostrado que la calidad del grano, en términos de tiempo de cocción y de color de la testa, es adecuada cuando la cosecha se realiza a más tardar hasta 10 días después de la madurez fisiológica, y se trilla en menos de 15 días después de la cosecha. Cuando el frijol se deja en la planta por periodos prolongados después de que se alcanza la madurez fisiológica, o bien, si después del corte tarda en trillarse, ya que además del grano, se oscurece el color y se incrementa el tiempo de cocción (García y García, 2001).

2.2.3.6 Indicadores de crecimiento y rendimiento en frijol común

Entre los indicadores para caracterizar el crecimiento de plantas de frijol común se han empleado variables morfológicas y fisiológicas tales como: el número de hojas por planta, altura de la planta, área foliar, longitud del tallo, número de nudos y entrenudos, índice de área foliar, masa fresca y seca de hojas, tallos, legumbres y planta completa, longitud de las legumbres, tasa de crecimiento relativo, tasa de asimilación neta, entre otras (Warnock *et al.*, 2006; Hernández del Valle *et al.*, 2012; Rosabal *et al.*, 2013).

De igual forma el rendimiento agrícola y sus componentes se analiza a través de las variables: número de legumbres por planta, número de semillas por legumbre, número de semillas por planta, masa de 100 o 1000 semillas, índice de cosecha, entre las principales (Rosabal *et al.*, 2013; Peña *et al.*, 2016; Valle *et al.*, 2016; Peña *et al.*, 2017; Calero *et al.*, 2018). El rendimiento se expresa por unidad de área, generalmente en $t\ ha^{-1}$.

2.3 Empleo de bioproductos en la producción agrícola

Colectivamente conocido como microbioma de las plantas, los microorganismos asociados a estas contribuyen al combate de patógenos, la promoción del crecimiento, promueven la resistencia a estrés e influyen en el rendimiento y la calidad de los cultivos. Por tanto el microbioma de las plantas es un determinante

clave en su productividad y sanidad (Berg *et al.*, 2013; Verma, 2018). A partir de su estudio y caracterización se pueden utilizar microorganismos para contribuir a reducir la dependencia agrícola de los productos químicos (Russo *et al.*, 2012; Hemant *et al.*, 2016).

Predecir los beneficios del microbioma de las plantas en la agricultura requiere del entendimiento de las funciones y mecanismos de las interacciones entre los microorganismos, las plantas, el ambiente y las prácticas de manejo agronómico (Busby *et al.*, 2017). Las innovaciones en materia de nutrición y protección fitosanitaria con microorganismos pueden desempeñar un papel clave para que los productores puedan satisfacer de manera sostenible las demandas de alimentos y sean eficientes económicamente (Aguado-Santacruz *et al.*, 2014; Ravensberg, 2015; Chojnacka, 2015).

Numerosos estudios han conducido a la elaboración de productos biológicos que aprovechan las potencialidades de los microorganismos y a partir de las características predominantes en las cepas seleccionadas se han clasificado como bioestimulantes, biofertilizantes o bioplaguicidas (Dibut, 2006; Martínez-Viveros *et al.*, 2010; Bahardwaj *et al.*, 2014).

Entre las características que destacan de los microorganismos asociados a plantas se encuentran la fijación de nitrógeno atmosférico, la producción de reguladores del crecimiento, enzimas, sideróforos, solubilización de nutrientes esenciales para las plantas, facilitan la absorción de agua y nutrientes, contribuyen a la tolerancia a estrés ocasionado por factores abióticos, antibiosis, competencia con patógenos e inducción de resistencia por las cuales se conocen también como microorganismos promotores del crecimiento vegetal (Bashan, 1998; Bhattacharyya y Jha, 2012; Sofo *et al.*, 2014; Colla *et al.*, 2015).

Sin embargo, un mismo producto elaborado a partir de una cepa o consorcio microbiano provoca efectos diversos durante su interacción con la planta en condiciones ecológicas y de manejo agronómico determinadas y comprende en muchas oportunidades la modificación de numerosos procesos fisiológicos que conducen a un aumento de la productividad del cultivo (Yakhin *et al.*, 2017).

En los últimos años la aplicación de microorganismos en la agricultura ha crecido en sistemas orgánicos y en todo el mundo en desarrollo y se considera que los microorganismos juegan un papel esencial en la producción agrícola (Russo *et al.*, 2012). Los bioproductos de origen microbiano, se han ido integrando a los sistemas de producción con el objetivo de modificar procesos fisiológicos en las plantas que conduzcan a un incremento de la productividad (Ravensberg, 2015; Hemant *et al.*, 2016; Yakhin *et al.*, 2017).

En Cuba, las investigaciones sobre microorganismos con aplicaciones agrícolas condujeron desde la década del 90 del siglo XX al desarrollo de una variedad de bioproductos y laboratorios para su producción (Castillo *et al.*, 2007; Vázquez *et al.*, 2010; Fernández-Larrea, 2012). Sin embargo, el desconocimiento en muchos casos de los mecanismos de acción, la respuesta sobre diferentes especies de plantas en condiciones ambientales diversas con diferentes prácticas agrícolas y la carencia de formulaciones adecuadas, en muchos casos han dificultado su empleo sistemático y su sostenibilidad.

Según Terry *et al.* (2015) aun cuando se cuenta con una amplia gama de bioproductos ha sido reducido el número de investigaciones encaminadas a su evaluación en diferentes cultivos y modelos productivos que requieren de la implementación de alternativas para lograr una producción basada en productos nacionales. A ello se ha unido el limitado uso de los análisis de suelo y de requerimientos nutricionales/demanda de los cultivos para el diseño de prácticas de

manejo óptimo de la fertilización donde los microorganismos puedan tener un impacto mayor en la nutrición de los cultivos.

Aunque la aplicación de un solo tipo de microorganismo ha sido exitosa, la información sobre la diversidad y especificidad del microbioma de las plantas sugiere que los consorcios microbianos podría ser más exitoso que un inoculante simple (Berg *et al.*, 2013). En este sentido la búsqueda de alternativas de bioproductos que comprendan varios microorganismos y sus mecanismos de acción para el incremento de la productividad de los cultivos agrícolas es un tema de gran actualidad científica.

2.3.1 Empleo de bioproductos en el cultivo de frijol

En el cultivo del frijol se han empleado bioproductos constituidos por cepas de *Rhizobium* (González *et al.*, 2012; Colás-Sánchez *et al.*, 2014; Granda-Mora *et al.*, 2017), micorrizas (Bhattarai *et al.*, 2011; González *et al.*, 2012), Fitomas-E (Peña *et al.*, 2016), VIUSID-Agro (Peña *et al.*, 2017), entre otros. Sin embargo, se hace necesario continuar los estudios para ofrecer alternativas de productos para la nutrición y protección de las plantas amigables con el medioambiente y que permitan la sostenibilidad alimentaria.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y el Instituto de Biotecnología de las Plantas, de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas y en la Empresa Agropecuaria “Valle del Yabú”, en la finca de un productor no estatal perteneciente a la CCS “Rubén Martínez Villena” de Ranchuelo, Villa Clara.

Material vegetal

Se utilizaron semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. ‘Buenaventura’, registrado en la Lista oficial de variedades comerciales (MINAG, 2015). Las semillas habían sido obtenidas por el campesino en cosecha previa su finca. El cultivar Buenaventura tiene semillas con testa de color rojo, hábito de crecimiento tipo II y un ciclo de cosecha corto (Faure *et al.*, 2012). Las etapas fenológicas del cultivo se consideraron de acuerdo con lo descrito en el Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol (CIAT) (Van Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987) y se acompañaron de los datos de días después de la siembra (dds) a los cuales se alcanzaron.

Bioproducto

Para los ensayos se empleó el bioproducto CBQ-AgroG, producido por el Centro de Bioactivos Químicos (CBQ) de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Este es un bioproducto de origen microbiano, en formulación acuosa, obtenido por fermentación que contiene un consorcio de microorganismos (bacterias y levaduras), $\text{pH} \leq 4$, color pardo, olor avinado y ligeramente tóxico. Además, en su composición cuenta con macro y microelementos.

Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó mediante el software SPSS versión 21. Estos se sometieron a análisis de normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smith y de

homogeneidad de varianza a través de la prueba de Levene. Las diferencias entre las medias se hallaron por la prueba *t de Student* para $p < 0,05$.

3.1 Caracterización de la respuesta morfológica y fisiológica de frijol común a la aplicación del bioproducto CBQ-AgroG

Formando parte de la prueba de concepto del uso del bioproducto CBQ-AgroG en el cultivo de frijol común en condiciones de campo, y con el objetivo de caracterizar la respuesta morfológica y fisiológica del cv. 'Buenaventura' ante su aplicación, se realizó un ensayo en condiciones de producción con un productor no estatal.

Como paso previo se comprobó la germinación de las semillas del cv. Buenaventura y el efecto del bioproducto sobre esta etapa.

Para ello se llevó a cabo un ensayo en condiciones *in vitro*. Se empleó una solución acuosa del bioproducto al 2% (v/v) a partir de resultados previos (datos no mostrados) y como control agua destilada.

Las semillas se sumergieron durante 20 min en la solución, luego se pusieron a secar a temperatura ambiente y posteriormente se colocaron en placas Petri estériles de 10 cm de diámetro con papel de filtro humedecido. Se incubaron en condiciones de oscuridad a 28 °C. Se utilizaron 50 semillas por tratamiento con tres réplicas. A los 5 días de incubación se cuantificó el número de semillas germinadas y se calculó el porcentaje de contaminación.

El ensayo en campo se llevó a cabo en el periodo de noviembre de 2017 a febrero de 2018, en un área total de aproximadamente 1,8 ha subdividida en dos (1,0 ha y 0,8 ha) separadas por un área de siembra de otros cultivos. Se estableció un límite de 1,5 m con el área colindante.

La preparación del suelo se realizó con tracción animal. La siembra se efectuó en época intermedia, de forma mecanizada (Sembradora Jumil), sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado (Hernández *et al.*, 2015). La distancia de siembra fue de 0,45 x 0,07 m.

Las condiciones climáticas en las cuales se desarrolló el experimento se describen el Anexo 1.

Previo a la siembra, las semillas de ambos tratamientos fueron tratadas con el bioproducto CBQ-AgroG al 2% (v/v) en solución acuosa. Se sumergieron durante 20 minutos y luego dejaron secar durante 24 h en un lugar seco y ventilado.

El riego fue por aspersión, según las condiciones climatológicas y disponibilidad de medios para un total de tres riegos en el periodo de cultivo. El control de arvenses se llevó a cabo de forma manual. No se realizó fertilización de fondo ni control químico de plagas.

La cosecha se llevó a cabo de forma manual. Las plantas se agruparon en el campo, se dejaron secar al sol durante tres días y la trilla se efectuó manualmente.

Los tratamientos consistieron en la aplicación foliar del bioproducto CBQ-AgroG (Tratamiento 1) y un tratamiento control sin aplicaciones de insumos (Tratamiento 2).

-*Tratamiento 1* (0,8 ha). El bioproducto CBQ-AgroG se aplicó manualmente, por aspersión foliar, en horas de la mañana a razón de 1,5 L por asperjadora manual (mochila) de 16 litros (aproximadamente 20 L ha⁻¹). Se garantizó la cobertura de las plantas. Las aplicaciones (3) se realizaron en el crecimiento vegetativo (V3, 20 dds), inicio de la floración (R6, 40 dds) y formación de legumbres (R7, 55 dds). No se emplearon otros productos químicos o biológicos.

-*Tratamiento 2* (1,0 ha). Las plantas de este tratamiento no fueron fertilizadas.

En cada tratamiento se establecieron cinco puntos de muestreo en la parte central dispuestos en forma de diagonal. En cada evaluación se seleccionaron plantas al azar alrededor de los puntos de muestreo y se evaluaron las siguientes variables:

- Etapa V4 (25 dds): área foliar (cm²) (Muestreo no destructivo a 10 plantas por tratamiento).
- Etapa R7 (50 dds): muestreo destructivo a 5 plantas por tratamiento
 - ✓ Número de hojas por planta (u)
 - ✓ Área foliar (AF) (cm²)
 - ✓ Número de legumbres por planta (u)
 - ✓ Masa seca (MS) de legumbres por planta (g)
 - ✓ Masa seca (MS) de biomasa total de la planta (g)
- Etapa R8 (65 dds): muestreo destructivo a 5 plantas por tratamiento
 - ✓ Número de hojas por planta (u)
 - ✓ Área foliar (cm²)
 - ✓ Número de legumbres por planta (u)
 - ✓ Masa seca de legumbres por planta (g)
 - ✓ Masa seca de biomasa total de la planta (g)

El área foliar se determinó en la tercera hoja trifoliada mediante el procesamiento de imágenes con el programa ImageJ 1.51j8 (*National Institutes of Health, USA*) (Figura 1).

Para ello se siguió el procedimiento que se describe brevemente a continuación:

- Instalar el programa
- Abrir la imagen (File/Open)

- Ajustar la escala con la referencia que se tiene en la foto (trazar una línea recta de un punto a otro de una medida conocida).
- Ajustar la escala (Analyze/ Set scale/ know distance) (Figura 1)
- Convertir la imagen en Blanco y negro (Image/ Adjust/Threshold/ default/B&W)
- Marcar el área de la hoja.
- Medir el área (Analyze/measure)

En todos los casos para determinar masa seca se colocaron los materiales vegetales dentro de la estufa en bolsas de papel a 60 °C hasta peso constante, medido en balanza analítica (Sartorius).

En la biomasa total de la planta se consideró la sumatoria de la masa seca de las legumbres y el resto de la planta (hojas, tallo y raíz).

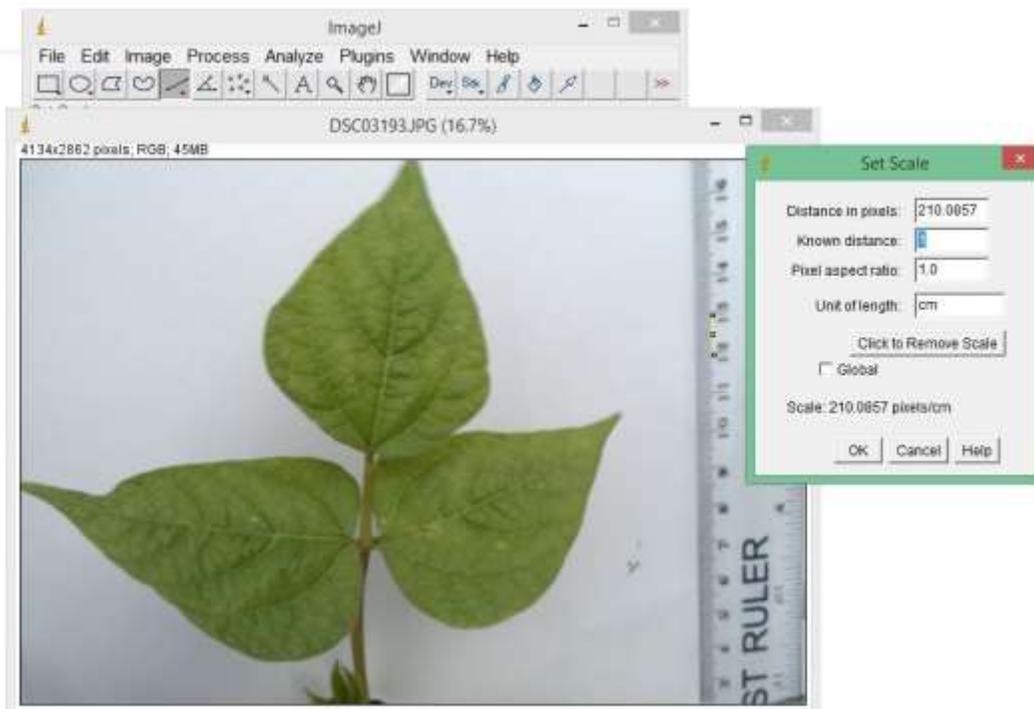


Figura 1. Determinación de área foliar con programa ImageJ 1.51j8. Ajuste de escala.

Con los datos de masa seca (MS) de la planta y área foliar (AF) a los tiempos (t) 50 y 65 dds se calcularon los siguientes índices de crecimiento según las fórmulas propuestas por Hunt (1990):

- Tasa de crecimiento relativo (TCR) = $(\ln MS_2 - \ln MS_1) / (t_2 - t_1)$ ($g\ g^{-1}\ día^{-1}$)
- Tasa de asimilación neta (TAN) = $((\ln MS_2 - \ln MS_1) / (t_2 - t_1)) / ((\ln AF_2 - \ln AF_1) / (AF_2 - AF_1))$ ($g\ g^{-1}\ día^{-1}$)
- Relación de área foliar (RAF) = $((AF_1/MS_1) + (AF_2/MS_2)) / 2$ ($cm^{-2}\ g^{-1}$)

Durante el ensayo se realizaron observaciones a las plantas para detectar síntomas de fitotoxicidad por la aplicación del bioproducto a la semilla o foliar. Aunque no se realizaron análisis de incidencia de plagas, se registraron aquellas que se observaron.

3.2 Efecto sobre el rendimiento agrícola y sus componentes

Para determinar el efecto de la aplicación del bioproducto sobre el rendimiento agrícola y sus componentes se evaluaron las siguientes variables en cosecha (Etapa R9) (85 dds) en 50 plantas por tratamiento:

- ✓ Número de legumbres por planta (u)
- ✓ Número de semillas por legumbre (u)
- ✓ Número de semillas por planta (u)
- ✓ Masa de 100 semillas (g)

Las semillas se dejaron secar a temperatura ambiente hasta peso constante en balanza analítica (Sartorius).

El número de semillas por planta se obtuvo mediante la sumatoria de la cantidad total de semillas en todas las legumbres de cada planta.

El rendimiento se calculó en base al número de kg de semilla seca obtenida en el área total de cada tratamiento y se expresó como $t\ ha^{-1}$.

Un esquema general de la metodología seguida en este acápite aparece en la figura 2.

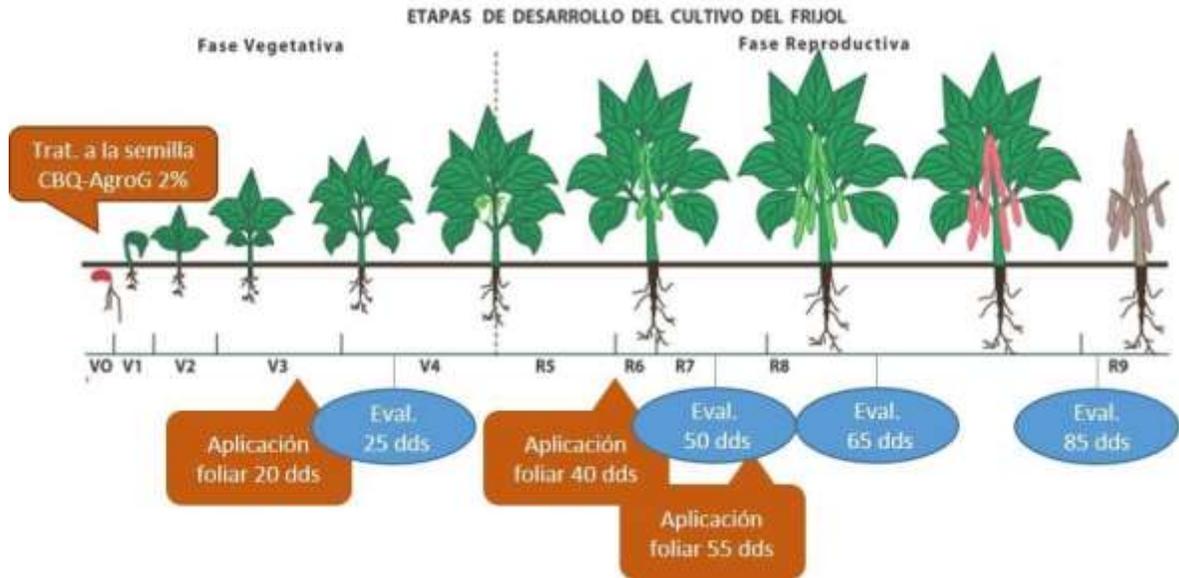


Figura 2. Esquema general de trabajo para la evaluación del efecto del bioproducto CBQ-AgroG en el cultivo de frijol común cv. Buenaventura. Imagen de base tomada de IICA/ COSUDE (2009).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la respuesta morfológica y fisiológica de frijol común

a

la aplicación del bioproducto CBQ-AgroG

Las semillas empleadas mostraron un porcentaje de germinación *in vitro* de 97,0%. Además, se comprobó que el bioproducto aplicado al 2,0% por inmersión de la semilla no ocasionó fitotoxicidad.

El ensayo en condiciones de producción permitió observar la respuesta en campo de las plantas de frijol común cv. Buenaventura a la aplicación del bioproducto CBQAgroG.

La germinación de las semillas fue superior al 95% en ambos tratamientos y tuvo lugar a partir de los tres días de sembradas.

Durante las etapas fenológicas de las plantas se apreció un buen desarrollo foliar, con plantas vigorosas.

No se observaron efectos fitotóxicos de la aplicación del bioproducto en el tratamiento de la semilla o foliar.

Aunque no se determinó la incidencia de plagas, cualitativamente se apreció que fue baja. Se observaron plantas aisladas con síntomas de pudriciones por hongos del suelo (principalmente en las zonas donde existía mal drenaje), virosis, crisomélidos y la presencia de mosca blanca.

A los 25 dds (etapa V4) el área foliar de las plantas de ambos tratamientos fue similar ($p < 0.05$). Con una sola aplicación no se observó efecto del bioproducto.

El método empleado para determinar el área foliar con el programa ImageJ permitió realizar esta actividad con un muestreo no destructivo en esta etapa inicial del cultivo, de una forma sencilla y poco trabajosa. Los pasos del procedimiento que se

siguen son simples y fáciles de ejecutar. Solo se requiere de una foto de la hoja sobre fondo blanco que incluya una escala de referencia, en este caso una regla graduada (Figura 3).

Este programa ha sido utilizado por diferentes investigadores con el mismo fin (Abidi *et al.*, 2013). Aunque la variable área foliar es muy importante para caracterizar el crecimiento de las plantas, los métodos tradicionalmente empleados son engorrosos ya que requieren de la medición del largo y ancho de la hoja u otros procedimientos indirectos (Lazarov, 1965; Blanco y Folegatti, 2005; Warnock *et al.*, 2006).

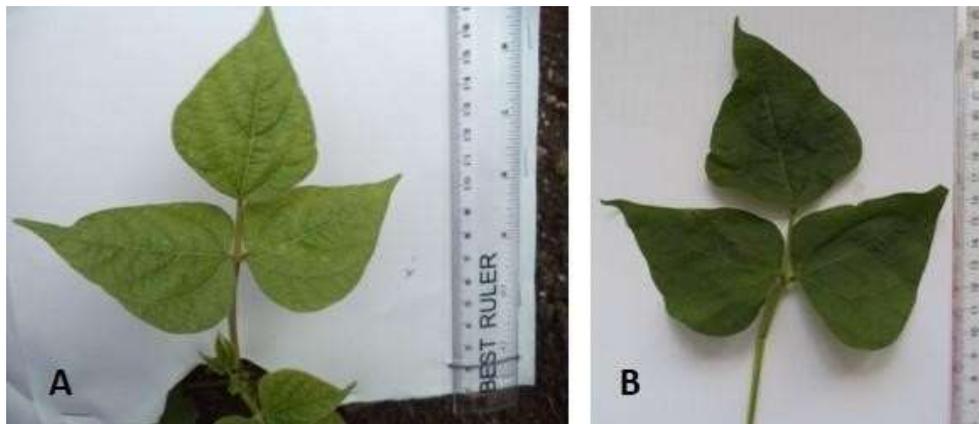


Figura 3. Imágenes de hojas tomadas en el campo (a) y en el laboratorio (b) para determinar el área foliar con el programa ImageJ.

El traslado de las plantas al laboratorio requiere de una cuidadosa manipulación para que las hojas no se dañen y puedan ser fotografiadas. Este método para determinar área foliar puede contribuir también uso de modelos para simular el crecimiento de frijol común, a partir del índice de área foliar, estimar fotosíntesis y rendimiento final. Estos modelos de simulación son empleados como herramientas

predictivas de adaptación de los cultivos a condiciones ambientales y encuentran como limitante lo engoroso de determinar el área foliar (Warnock *et al.*, 2006).

Ya en la etapa R7 a los 50 dds se comprobó que el tratamiento con aplicación del bioproducto CBQ-AgroG resultó significativamente diferente del control en las variables número de hojas por planta, área foliar y masa seca de legumbres por planta, donde los valores fueron superiores (Tabla 1). El resto de las variables evaluadas no mostró diferencias significativas.

Tabla 1. Efecto de la aplicación del bioproducto CBQ-AgroG en el crecimiento de plantas de frijol común cv. Buenaventura en la etapa R7 a los 50 dds.

Variables	Tratamientos			
	CBQ-AgroG		Control	
	Media	EE	Media	EE
Número de hojas por planta (u)	26,00 a	3,04	17,40 b	3,89
Área foliar (cm ²)	225,19 a	12,59	148,09 b	14,99
Número de legumbres por planta (u)	26,60 a	4,04	27,00 a	6,96
Masa seca de legumbres por planta (g)	1,80 a	0,73	1,29 b	0,54
Masa seca de biomasa total de la planta (g)	12,51 a	1,36	12,24 a	2,19

Valores medios con letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas según la prueba *t* de Student para $p < 0.05$.

En la etapa R8 a los 65 dds las variables evaluadas número de hojas por planta, área foliar, número de legumbres por planta, masa seca de legumbres por planta y masa seca de biomasa total de la planta fueron significativamente diferentes en el

tratamiento con el bioproducto con respecto al control. En todos los casos los valores fueron superiores (Tabla 2).

Al efecto en la masa seca de las legumbres observado en la evaluación anterior se sumó un incremento en el número de estas por planta, evidencia del efecto del bioproducto no solo en el desarrollo foliar sino también en la fase reproductiva del cultivo. Se ha comprobado que la aplicación foliar de plantas de frijol con otros bioproductos de alto contenido de nutrientes tales como el Fitomas-E y Microorganismos eficientes (ME) estimulan el crecimiento de las plantas, incluso en condiciones de estrés, con un impacto positivo en el desarrollo de frutos (Talaat *et al.*, 2014; Peña *et al.*, 2016).

Tabla 2. Efecto de la aplicación del bioproducto CBQ-AgroG en el crecimiento de plantas de frijol común cv. Buenaventura en la etapa R8 a los 65 dds.

Variables	Tratamientos			
	CBQ-AgroG		Control	
	Media	EE	Media	EE
Número de hojas por planta (u)	33,10 a	4,20	20,60 b	1,82
Área foliar (cm ²)	209,70 a	7,31	130,97 b	8,42
Número de legumbres por planta (u)	25,10 a	2,99	20,60 a	2,48
Masa seca de legumbres por planta (g)	10,02 a	1,24	9,20 b	1,47
Masa seca de biomasa total de la planta (g)	20,95 a	2,39	17,70 b	2,60

Valores medios con letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas según la prueba *t* de Student para $p < 0.05$.

En correspondencia con los resultados anteriores, los valores de los índices fisiológicos en el periodo evaluado (50-65 dds) reflejaron un efecto del bioproducto sobre las plantas (Tabla 3).

Tabla 3. Índices fisiológicos de crecimiento en plantas de *P. vulgaris* cv. Buenaventura a las que se aplicó el bioproducto CBQ-AgroG entre las etapas R7 (50 dds) y R8 (65 dds).

Variables	Tratamientos	
	CBQ-AgroG	Control
Tasa de crecimiento relativo (TCR) $\text{g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$	0,034	0,024
Tasa de asimilación neta (TAN) $\text{g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$	0,0002	0,0002
Relación de área foliar (RAF) $\text{cm}^{-2} \text{ g}^{-1}$	14,005	9,749

La tasa de crecimiento relativo refleja la eficiencia de la planta para producir nuevo material vegetal por unidad de tiempo (Hunt, 1990). En este ensayo en el periodo evaluado se comprobó que las plantas tratadas con el bioproducto sobrepasaron en 41,6% al control.

Sin embargo, la tasa de asimilación neta que es una medida del balance entre la actividad fotosintética y la actividad respiratoria de la planta fue similar para ambos tratamientos para este periodo de tiempo. Serán necesarios estudios durante todo el ciclo del cultivo para determinar el efecto del bioproducto en este índice.

La relación de área foliar es la proporción de sistema asimilativo por unidad de material vegetal presente en un tiempo (Hunt, 1990) y en este caso también fue superior en el tratamiento con el bioproducto en 43,5%. En el cultivo de frijol común,

Hernández del Valle *et al.* (2012) encontraron incremento en los valores de varios índices fisiológicos en las plantas después de la aplicación de aplicaciones foliares de extractos líquidos de Vermicompost.

La respuesta de las plantas de frijol común cv. Buenaventura ante la aplicación del bioproducto sugiere un mecanismo de acción vinculado a un mayor desarrollo del aparato fotosintético de la planta que se tradujo en incremento de las estructuras de reproducción.

Este resultado pudiera relacionarse con la composición del bioproducto que contiene además de microorganismos, macro y micronutrientes con importancia determinante en el crecimiento de las plantas. Los micronutrientes forman parte de los grupos proteicos en las metaloproteínas, actúan como activadores de reacciones enzimáticas, son transportadores de electrones en la fotosíntesis y forman parte de complejos enzimáticos (Kirkby y Römheld, 2007).

Sin embargo, generalmente se prioriza la aplicación de formulaciones que contienen macronutrientes. Se ha considerado que la aplicación foliar es el método más eficiente de suministrar micronutrientes a las plantas (FAO, 2002).

Se requieren estudios posteriores para dilucidar los mecanismos de acción del bioproducto sobre las plantas y el efecto de sus componentes biológicos y químicos. Para ello el cálculo de estos y otros índices de crecimiento durante todo el ciclo del cultivo permitirán contar con más elementos al respecto.

Durante las etapas fenológicas del cultivo se observó en general que el aspecto morfológico de las plantas del tratamiento con el bioproducto no difería del tratamiento control.

Los resultados del efecto sobre el área foliar y el número de hojas descritos más arriba se podían apreciar visualmente con una plantación con más cobertura foliar y menos espacio entre plantas (Figura 4).

Al respecto, evidencias experimentales de diferentes autores apuntan a que una plantación de frijol común con más cobertura del suelo por las plantas reduce las pérdidas de agua y mayor área foliar incrementa la eficiencia en la captura de la radiación solar. Todo esto se traduce en aumento de la actividad metabólica de la planta con acumulación de materia seca en los frutos (Warnock *et al.*, 2006; Hernández del Valle *et al.*, 2012; Calero *et al.*, 2018).

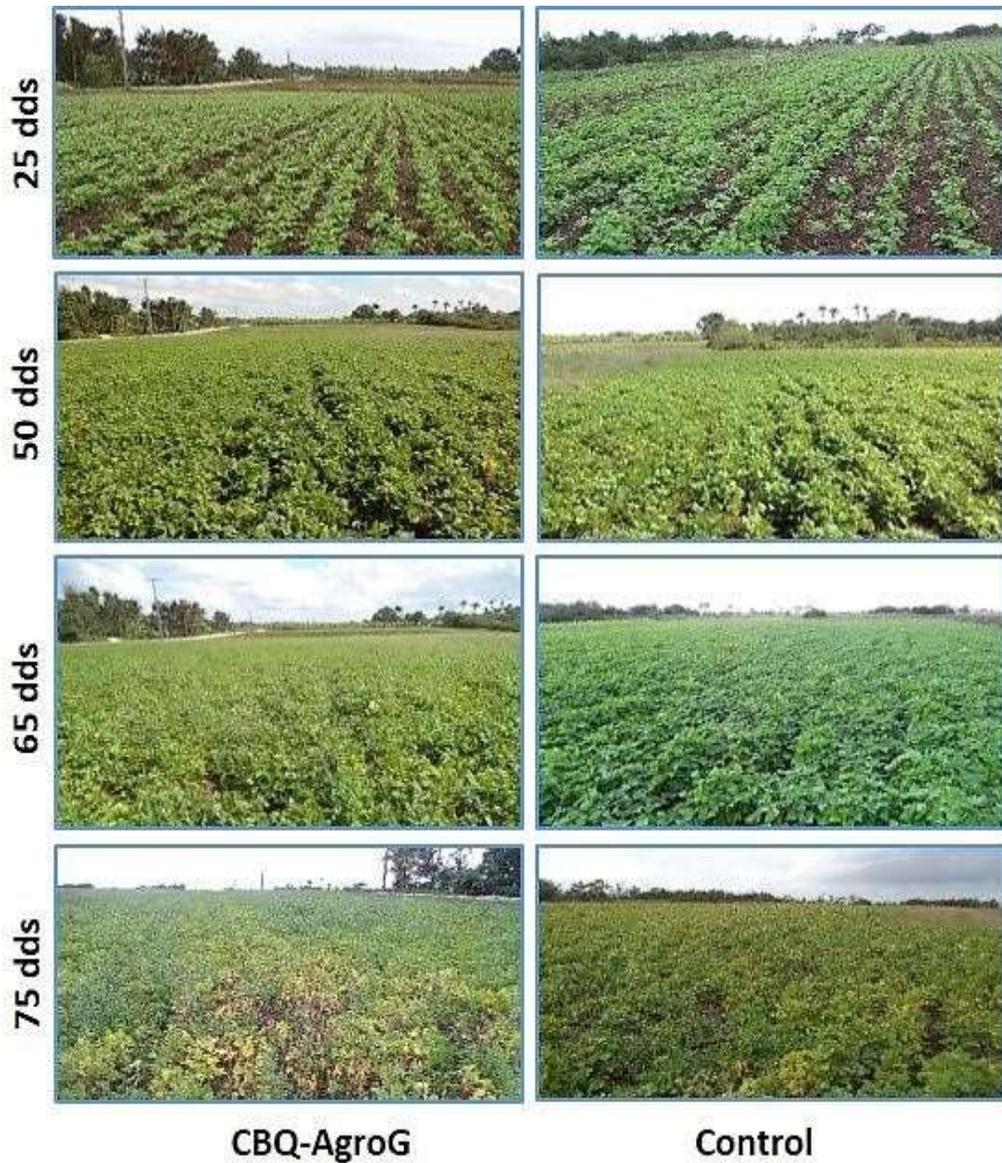


Figura 4. Plantación de frijol común cv. Buenaventura en finca de productor no estatal en ensayo para determinar efecto de la aplicación del bioproducto CBQAgroG.

A los 75 dds las plantas de ambos tratamientos se encontraban en etapa R 9 (madurez fisiológica) pero cualitativamente se apreciaba mayor uniformidad en el tratamiento con el bioproducto. En consecuencia la cosecha se realizó a los 85 dds cuando en ambos tratamientos existía predominio de las plantas con legumbres secas (Figura 5)



Figura 5. Plantación de frijol común cv. Buenaventura a la cosecha.

A partir de estas observaciones en investigaciones posteriores se podría determinar el efecto de la aplicación del bioproducto en la duración de las etapas fenológicas del cultivo.

4.2. Efecto sobre el rendimiento agrícola y sus componentes

Al final del cultivo, los resultados del tratamiento con el bioproducto en todas las variables evaluadas fueron significativamente superiores con respecto al tratamiento control, excepto la masa de 100 semillas (Tabla 4).

En consecuencia, el rendimiento agrícola también fue más elevado. Sobre lo anterior, diferentes autores han comprobado que el número de semillas por

legumbre y el número de legumbres por planta define en gran medida el rendimiento en este cultivo (Silva *et al.*, 2011; Zilo *et al.*, 2011).

Estos resultados están en concordancia con los referidos en el acápite anterior ya que el tratamiento con el bioproducto condujo a un mejor desarrollo del follaje de la planta y al desarrollo de los frutos. El aumento de la superficie foliar facilita la intersección y fijación de la energía luminosa, que permite un aumento en el traslado de fotoasimilatos desde las hojas al resto de la planta, y ha sido comprobado en plantas de frijol común (Warnock *et al.*, 2006; Hernández del Valle *et al.*, 2012).

De igual forma, investigaciones con otros bioproductos aplicados de forma foliar a plantas de frijol han producido incremento en los valores de las variables evaluadas. En este sentido, Valle *et al.* (2016) y Peña *et al.* (2017) refirieron un incremento del rendimiento de este cultivo con la aplicación de VIUSID-Agro en diferentes cultivares.

Tabla 4. Efecto de la aplicación del bioproducto CBQ-AgroG en el rendimiento de plantas de frijol común cv. Buenaventura en la etapa R9 a los 85 dds.

Variables	Tratamientos			
	CBQ-AgroG		Control	
	Media	EE	Media	EE
Número de legumbres por planta (u)	17,08 a	0,80	14,30 b	0,94
Número de semillas por legumbre (u)	5,36 a	0,43	5,08 b	0,55
Número de semillas por planta (u)	91,68 a	7,23	72,70 b	6,82
Masa de 100 semillas (g)	20,23 a	0,30	20,00 a	0,14

Rendimiento agrícola (t ha ⁻¹)	0,65		0,55	
---	------	--	------	--

Valores medios con letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas según la prueba *t de Student* para $p < 0.05$.

Aunque el número de legumbres por planta y el número de semillas por legumbre fueron mayores, la masa de las semillas no fue influenciada por la aplicación del bioproducto. Faure *et al.* (2013) refieren que la masa de 100 semillas en el cultivar Buenaventura es de 19 g, valor superado en el tratamiento con el bioproducto. Los resultados sugieren un efecto estimulante, además del área foliar, en la formación de más frutos y semillas por planta que conlleva a mayor rendimiento.

Sin embargo, los valores de rendimiento alcanzados fueron bajos con respecto al potencial del cultivar. En ello pudieron influir la fertilidad del suelo (no se realizaron análisis de suelo y no se aplicó fertilización de fondo), el riego (los riegos efectuados estuvieron condicionados a la disponibilidad de recursos para ello y no cumplieron con la norma para el cultivo), la presencia de arvenses en las etapas finales del cultivo (la distancia de siembra no permitió labores después de un poco más de la mitad del ciclo) y en alguna medida la incidencia de plagas. Según Van Schoonhoven y Pastor-Corrales (1987) el frijol común se caracteriza por sus rendimientos inestables a causa de factores biológicos, climáticos y edáficos que afectan el crecimiento y la productividad de la planta. Tampoco se descarta que el suministro de nutrientes a la planta no cubriera los requerimientos.

Los resultados de este trabajo indicaron que el bioproducto CBQ-AgroG permite la producción de frijol común cv. Buenaventura con incremento en los indicadores de crecimiento y componentes del rendimiento. Sin embargo, para deslindar el efecto sobre el tratamiento a la semilla es necesario incluir un control absoluto.

En estudios posteriores se requiere, además, ensayar diferentes dosis y frecuencias de aplicación así como evaluar la compatibilidad del CBQ-AgroG con otros

productos químicos tanto para la nutrición como protección de las plantas, evaluar su efecto aplicado al suelo y en el contenido nutricional de las semillas.

Estos resultados constituyen punto de partida para las evaluaciones técnicas de este bioproducto con vistas a que se pueda convertir en una alternativa para la nutrición de las plantas al alcance de los productores. Entre las ventajas adicionales se encuentran el uso de un solo producto en el ciclo del cultivo para el tratamiento de la semilla y aplicación foliar, solución acuosa, fácil de preparar y aplicar, sin fitotoxicidad, con aporte de microelementos importantes para el cultivo y de producción en el territorio.

5. CONCLUSIONES

1. Mediante aplicaciones foliares del bioproducto CBQ-AgroG al cultivo de frijol común cv. Buenaventura se incrementa el crecimiento y rendimiento agrícola de las plantas lo cual sugiere un efecto estimulante, posiblemente vinculado a su composición.
2. La respuesta de plantas de frijol común cv. Buenaventura a la aplicación foliar del bioproducto CBQ-AgroG se caracteriza por cambios morfológicos y fisiológicos de la planta que incluyen un incremento en el número de hojas, en el área foliar, el número de legumbres, su masa seca, el número de semillas por legumbre y planta, la biomasa de la planta, la tasa de crecimiento relativo y la relación de área foliar.
3. El bioproducto CBQ-Agro G tiene un efecto positivo en componentes del rendimiento agrícola en el cv. Buenaventura.

6. RECOMENDACIONES

- Continuar con la evaluación del bioproducto CBQ-AgroG en el cultivo de frijol común.
- Realizar nuevos estudios para dilucidar los mecanismos de acción del bioproducto sobre las plantas y el efecto de sus componentes biológicos y químicos determinar el efecto de la aplicación del bioproducto en la duración de las etapas fenológicas del cultivo,
- Ensayar diferentes dosis y frecuencias de aplicación así como evaluar la compatibilidad del CBQ-AgroG con otros productos químicos tanto para la nutrición como protección de las plantas, evaluar su efecto aplicado al suelo y en el contenido nutricional de las semillas.

7. REFERENCIAS

1. Abidi F, Girault T, Douillet O, Guillemain G, Sintès G, Laffaire M, Ben Ahmed H, Smiti S, Huche-Thelier L, Leduc N (2013) Blue light effects on rose photosynthesis and photomorphogenesis. *Plant Biology*15: 67–74;
doi:10.1111/j.14388677.2012.00603.x
2. Aguado-Santacruz, G. A., Moreno-Gómez, B., Rascón-Cruz, Q., Aguirre-Mancilla, C., Espinosa-Solís, J. A., González-Barriga, C. D. (2014). "Biofertilizers as complements to synthetic and organic fertilization," in *Components, Uses in Agriculture and*

Environmental Impacts, eds F. López-Valdes and F. Fernández-Luqueno (New York, NY: Nova Science Publishers Inc.), 155–180.

3. Arias, J.H.; Jaramillo, M. y Rengifo, T. (2007) Manual Técnico de Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble. Colombia
4. Bashan, Y. (1998). Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. *Biotechnol. Adv.* 16: 729–770. doi: 10.1016/S0734-9750(98)00003-2
5. Bhardwaj, D., Ansari, M. W., Sahoo, R. K., Tuteja, N. (2014). Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microb. Cell Fact.* 13:66. doi: 10.1186/1475-2859-13-66
6. Bhattacharyya, P. N., Jha, D. K. (2012). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 28: 1327–1350. doi: 10.1007/s11274-011-0979-9
7. Bhattarai, N.; Baral, B.; Shrestha, G. y Yami, K.D. (2011) Effect of *Mycorrhiza* and *Rhizobium* on *Phaseolus vulgaris* L. *Scientific World* 9 (9): 66-69.
8. Bitocchi, E.; Nanni, L.; Bellucci, E.; Rossi, M.; Giardini, A.; Zeuli, P.S.; Logozzo, G.; Stougaard, J.; McClean, P. y Attene, G. (2012) Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is revealed by sequence data. *Proceedings of the National Academy of Science, USA* 109, 2012, p. 788-796.
9. Blanco FF, Vinícius M (2005) Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)* 62 (4): 305-309
10. Broughton W J, Hernández G, Blair M, Beebe S, Gepts P, Vanderleyden J (2003) Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil* 252: 55–128
11. Brown, P., Saa, S. (2015). Biostimulants in agriculture. *Front. Plant Sci.* 6:671. doi: 10.3389/fpls.2015.00671

12. Busby PE, Soman C, Wagner MR, Friesen ML, Kremer J, Bennett A, et al. (2017) Research priorities for harnessing plant microbiomes in sustainable agriculture. PLoS Biol 15(3): e2001793. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001793>
13. Calero A, Castillo Y, Quintero E, Pérez Y, Olivera D (2018) Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista de la Facultad de Ciencias 7(1): 88-100; doi: 10.15446/rev.fac.cienc.v7n1.67773
14. Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. Plant Soil 383: 3–41. doi: 10.1007/s11104-014-2131-8
15. 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. Corralillo.
16. Chojnacka K (2015) Innovative bio-products for agriculture. Open Chem 13: 932– 937; doi: 10.1515/chem-2015-0111
17. Colás-Sánchez, A.; Torres-Gutiérrez, R.; Cupull, R.; Rodríguez, A.; Fauvart, M.; Michiels, J. y Vanderleyden, J. Effects of co-inoculation of native *Rhizobium* and *Pseudomonas* strains on growth parameters and yield of two contrasting *Phaseolus vulgaris* L. genotypes under Cuban soil conditions. *European Journal of Soil Biology*, 2014, vol. 62, p. 105-112
18. Colla, G., Roupael, Y., Di Mattia, E., El-Nakhel, C., Cardarelli, M. (2015). Coinoculation of *Glomus intraradices* and *Trichoderma atroviride* acts as a biostimulant to promote growth, yield and nutrient uptake of vegetable crops. *J. Sci. Food Agric.* 95, 1706–1715. doi: 10.1002/jsfa.6875
19. Dibut, B, Martínez-Viera Rafael, Fey Govín Luis, Ortega García Marisel (2006) Un siglo de investigaciones y comercialización de biofertilizantes en Cuba. *Agrotecnia de Cuba* 30(2): 79-90
20. Du Jardin P (2015) Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hort.* 196, 3–14. doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.021
21. Dunham Trimmer (2017) Global Biocontrol Market Overview. DunhamTrimmer.

Disponible

en:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjUpPqd9IzaAhXsY98KHRp3Bc8QFgg0MAI&url=http%3A%2F%2Fwrrir4.ucdavis.edu%2Fevents%2F2017_SLR_Meeting%2FPresentations%2FGeneralPresentations%2F1%2520Trimmer%2520%2520Global%2520Biocontrol%2520Market%25202017.pdf&usq=AOvVaw01D7u86nn9nAVrGkFuCB9T. Consultado: 13 de marzo de 2018

22. FAO (2014). Dirección de Estadísticas: FAOSTAT (en línea). Consultado el 12 de marzo de 2018. Disponible en <http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/home/S>
23. Faure B, Benítez R, León N, Chaveco O, Rodríguez O (2013) Guía técnica para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Editora Agroecológica, Artemisa, Cuba; ISBN 978-959-7210-67-2.
24. García MR, García DG (2001) Notas sobre mercado y comercialización de productos agrícolas; México; Ed. Colegio de Posgraduados, Centro de Economía.
25. González, R.L.; Sosa, D.B.N. y Díaz, R.B. (2012) Efecto de la aplicación de *Rhizobium* y *Mycorriza* en el crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad CC-25-9 negro. Centro Agrícola, 39 (4) 17-20.
26. Graybosch RA (2016) The Grain Crops: An Overview. En: Colin Wrigley, Harold Corke, Koushik Seetharaman, Jon Faubion (Eds.) Encyclopedia of Food Grains, Second Edition, pp. 16-21. Elsevier; doi: 10.1016/B978-0-12-394437-5.00001-2
27. 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
28. Hernández del Valle G, Hernández O, Guridi F, Arbelo N (2012) Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. cc-25-9. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 21 (2): 86-90
29. Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Rivero N (2015). Clasificación de los Suelos de Cuba. Edición Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cuba, 93 p.

30. Hernández, V.; Vargas, L.; Vargas, J.; Muruaga, J.; Hernández-Delgado, S. y Mayek, N. Origen, domesticación y diversificación del frijol común, avances y perspectivas. *Rev. Fitotec. Mex*, 2013. vol. 36, no. 2, p. 95-104.
31. Hunt R (1990) Basic growth analysis. Plant growth analysis for beginners. Academic division of Uniwin Hyman Ltd. London
32. IICA /COSUDE (2009) Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del Departamento de Boaco, Nicaragua.
33. Kirkby EA, Römheld V (2007) Micronutrients in plant physiology: functions, uptake and mobility. Proceedings 543, The International Fertilizer Society, York, United Kingdom
34. Granda Mora K I, Alvarado-Capó Y, Torres Gutiérrez R (2017) Efecto en campo de la cepa nativa COL6 de *Rhizobium leguminosarum* bv. viciae sobre frijol común cv. Percal en Ecuador. *Revista Centro Agrícola* 44(2): 5-13
35. Lazarov R (1965) Coefficients for determining the leaf area in certain agricultural crops. Sofia. *Plant. Science* (2):2.
36. Malusá E., Sas-Paszt, L., Ciesielska, J. (2012) Technologies for beneficial microorganisms inocula used as biofertilizers. *Sci. World J.* 98: 6599–6607; doi: 10.1100/2012/491206
37. Martínez-Viveros, O., Jorquera, M. A., Crowley, D. E., Gajardo, G., Mora, M. L. (2010). Mechanisms and practical considerations involved in plant growth promotion by rhizobacteria. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 10: 293–319; doi: 10.4067/S071895162010000100006
38. Matyjaszczyk E (2015) Products containing microorganisms as a tool in integrated pest management and the rules of their market placement in the European Union. *Pest Manag. Sci.* 71: 1201–1206; doi: 10.1002/ps.3986
39. Mayer J., Scheid S., Widmer F., Fließbach A., Oberholzer H.-R. (2010) How effective are 'Effective microorganisms® (E M)'? Results from a field study in temperate climate. *Applied Soil Ecology*, 46: 230–239.
40. MINAG (2015). Informe del diagnóstico de la cadena del frijol en la región central Cuba 93p.

41. Muthaura C., Musyimi D.M., Ogar J.A., Okello S.V. (2010) Effective microorganisms and their influence on growth and yield of pigweed (*Amaranthus dubians*). Journal of Agricultural and Biological Science, 5: 17–22.
42. ONE (2016) Producción de frijol. Panorama territorial. Cuba 2016. Oficina Nacional de Estadísticas e Información, República de Cuba. La Habana.
43. ONE (2017) Principales producciones agrícolas Enero – Diciembre de 2017. Sector agropecuario. Indicadores seleccionados. Oficina Nacional de Estadísticas e Información, República de Cuba. La Habana.
44. Pacheco M, Hernández A, Alonso M, Puldón V, García A, Arap R (2016) Aspectos generales sobre el frijol común y su importancia. La cadena de valor del frijol común en Cuba. Editorial Unión Europea y Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Perico
45. Peña K, Rodríguez JC, Olivera D, Fuentes PF, Melendrez JF (2016) Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spíritus, Cuba. Agronomía Costarricense 40(2): 117-127
46. Peña K, Rodríguez JC, Olivera D, León N, Lugones Y (2017) Efecto de un promotor del crecimiento en el comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Avances en Investigación Agropecuaria 21(1): 35-45
47. Pérez A, Leiva DA, Gómez FC (2018) Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 9 (1): 175-189
48. Ravensberg W J (2015) Commercialisation of microbes: present situation and future prospects. En: Principles of Plant-Microbe Interactions, ed B. Lugtenberg (Cham; Heidelberg; New York, NY; Dordrecht; London: Springer International Publishing), 309–317.
49. Reportsnreport (2018) Biostimulants Market by Active Ingredient (Humic Substances, Seaweed, Microbials, Trace Minerals, Vitamins & Amino Acids),

Crop Type (Row Crops, Fruits & Vegetables, Turf & Ornamentals),
Formulation,

Application Method, and Region - Global Forecast to 2022. Reportsreport.

Disponível em: <http://www.reportsnreports.com/reports/250204-biostimulantsmarket-by-active-ingredients-humic-acid-fulvic-acid-amino-acid-seaweed-extractsapplications-foliar-soil-seed-crop-types-row-crops-fruit-vegetable-turf-ornamentalgeography-global-trends-forecasts-to-2018.html> Consultado: 12 de

enero de 2018

50. Russo A, Carrozza GP, Vettori L, Felici C, Cinelli F, Toffanin A (2012) Plant beneficial microbes and their application in plant biotechnology. In: Agbo EC (ed) Innovations in biotechnology. Intechopen, pp 57–72. doi: 10.5772/2450
51. Sathe SK (2016) Beans: Overview. En: Colin Wrigley, Harold Corke, Koushik Seetharaman, Jon Faubion (Eds.) Encyclopedia of Food Grains, Second Edition, pp. 297-310. Elsevier; doi: 10.1016/B978-0-12-394437-5.00001-2
52. Silva CPD, Bastos STC, Passos L A B, Bastos SYJ, da Silva JA (2011) Análise de trilha do rendimento de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus componentes'. Revista Ciência Agronômica 42 (1): 132–138
53. Sofo, A., Nuzzaci, M., Vitti, A., Tataranni, G., Scopa, A. (2014) Control of biotic and abiotic stresses in cultivated plants by the use of biostimulant microorganisms. En:

Improvement of Crops in the Era of Climatic Changes, eds P. Ahmad, M. R. Wani, M. M. Azooz, and L. S. Phan Tran (New York, NY:Springer Science+Business Media), 107–117.

54. Sonnino A, Ruane J (2003) La innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías agrícolas. En: Hodson de Jaramillo E, Zamudio T (Eds) Biotecnologías e innovación: el compromiso social de la ciencia, pp. 25-52. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
55. Sulieman S, Tran L.-SP (eds.) (2015) Legume Nitrogen Fixation in a Changing

Environment. Springer International Publishing. Switzerland; doi: 10.1007/978-3319-06212-9_1

56. Terry-Alfonso, E., J. Ruiz-Padrón, T. Tejeda-Peraza, I. Reynaldo-Escobar, Y. Carrillo-Sosa, H. A. Morales-Morales. 2014. Interacción de bioproductos como alternativas para la producción horticultura cubana. *TECNOCENCIA Chihuahua* 8(3): 163-174.
57. Vale M, Seldin L, Araújo FF, Lima R (2010) Plant growth promoting rhizobacteria: fundamentals and applications. In: Maheshwari DK (ed) *Plant growth and health promoting bacteria*. Springer, Berlin, pp 21–43
58. Van Schoonhoven A. y Pastor-Corrales M. (1987). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT. Colombia. 56p.
59. Verma JP (2018) Functional importance of the plant microbiome: Implications for agriculture, forestry and bioenergy: A book review. *Journal of Cleaner Production* 178: 877-879; doi: 10.1016/j.jclepro.2018.01.043
60. Warnock R, Valenzuela J, Trujillo A, Madriz P, Gutiérrez M (2006) Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota. *Agronomía Trop.* 56(1): 21-42
61. Yakhin OI, Lubyantsov AA, Yakhin IA, Brown PH (2017) Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Front. Plant Sci.* 7:2049. doi: 10.3389/fpls.2016.02049
62. Zilio M, Medeiros CCM, Arruda SC, Pires SJC, Miquelluti DJ (2011) Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ciência Agronômica* 42 (2): 429–438

Anexo 1. Condiciones climáticas en las cuales se llevó a cabo el experimento de campo de efecto del bioproducto CBQ-AgroG sobre frijol común cv. Buenaventura.

Noviembre 2017

2/11/2017

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
27.3 22.0 19.2 19.4 18.9 18.3 97 85 62 08:00 97 0.0 4.6 ENE

03/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.0 22.4 19.7 21.7 21.3 20.9 95 85 59 08.50 95 0.0
4.0 ENE.

04/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.5 22.5 18.2 22.5 20.3 18.1 100 90 75 12.10 100
2.5 4.8 ENE.

05/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.3 22.4 18.8 22.5 20.5 18.5 100 86 61 12.20 98 0.0
4.1 NE.

06/11/2017

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
28.8 22.8 18.6 21.5 20.0 18.4 100 86 59 12:00 100 0.0 2.3 ENE

07/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.7 22.5 17.9 21.4 19.5 17.5 100 87 62 12.00 100 0.0
2.4 V.

09/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.6 22.9 21.7 22.5 21.8 21.0 99 94 83 12.00 97 3.2
4.6 NE.

10/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc
78343 29.2 24.2 21.1 24.3 22.5 20.6 99 91 69 13.30 98 0.0 3.9 ENE

11/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.3 24.0 22.6 23.9 23.1 22.3 97 91 67 12:00 93 18.4
6.1 V

12/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.3 23.7 22.3 24.9 23.7 22.4 100 93 83 12:20 100
4.2 10.4 NE

13/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.3 24.2 22.6 25.0 23.8 22.5 98 93 72 14.20 96 27.7
7.5 ENE. 14/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin
horas HR lluvia vto drc 78343 26.4 23.9 21.8 24.5 23.6 22.6 100 95 83
16:00 99 4.8 3.1 ENE

16/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.3 23.3 18.4 22.5 20.7 18.9 100 88 64 10:02 98
0.0 5.9 V

17/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.3 21.9 20.2 22.0 21.5 21.0 98 90 53 10.40 94 4.5
1.8 V.

18/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.1 22.3 17.1 18.6 18.2 17.7 97 87 62 03.00 97 24.0
6.3 NE.

19/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.1 21.7 18.7 22.7 21.0 19.3 100 86 60 12.40 99 0.0
3.3 ENE.

20/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.2 22.3 18.7 21.8 20.5 19.1 98 89 63 10:59 94 0.0
2.4 NE

22/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.7 23.1 19.5 22.7 21.3 19.9 98 86 59 12.00 98 0.0
3.4 ENE

24/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 25.4 21.7 20.4 21.5 21.0 20.4 100 94 85 10:00 96 4.2
3.4 VRB

25/11/2017.

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
28.6 23.5 20.2 22.5 21.5 20.5 98 87 54 08:00 96 0.0 2.0 W

26/11/2017

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc

78343 27.8 23.1 20.9 22.5 22.0 21.5 97 88 68 05:00 95 0.0 2.4 ENE

28/11/2017. estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc

78343 24.3 22.0 19.9 21.7 21.0 20.2 99 94 70 12:10 99 7.9 3.1 ENE

29/11/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.7 23.4 23.0 24.0 23.3 22.5 98 90 66 12.20 97 0.0
3.3 E.

30/11/2017

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
28.7 24.5 20.6 23.8 22.4 21.0 97 91 68 13:30 97 8.4 3.4 ENE

Diciembre 2017

2/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.4 22.8 18.2 21.5 20.0 18.5 98 88 70 10.00 86 0.0
4.6 ENE.

4/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.7 21.9 18.2 21.0 19.8 18.6 97 84 59 06:00 93 0.5
4.6 ENE

08/12/2017. estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 30.0 24.1 21.4 24.4 23.2 22.0 98 88 44 12:00 98 0.0
2.1 E

10/12/2017. estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc
78343 24.8 21.5 17.7 22.5 20.0 17.4 99 94 86 21:00 89 41.0 5.8 VRB

12/12/2017. estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 22.6 16.9 12.9 13.8 13.1 12.4 98 86 59 10.00 97 0.0
4.8 NNE

13/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 22.4 16.5 12.7 13.4 12.8 12.2 93 80 53 08.50 93 0.0
2.3 N.

14/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc
78343 22.9 17.0 13.2 15.9 14.2 12.4 99 85 70 10:00 96 0.0 2.6 V

15/12/2017.

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
24.9 18.2 15.0 17.5 16.9 16.2 98 82 51 10:30 91 0.0 1.3 NE

16/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 24.1 20.5 19.3 21.0 20.3 19.5 100 93 84 12:00 99 0.4
2.6 E

17/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.0 22.4 21.5 23.0 22.3 21.6 100 94 81 13:55 100 0.0
3.8 NE.

18/12/2017

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc
78343 27.9 23.7 22.4 23.0 22.6 22.1 100 90 70 14:00 96 0.0 6.8 E

19/12/2017. estac.tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.9 23.4 18.8 22.5 20.8 19.0 99 90 59 12:30 95 0.0
8.5 NE

20/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.2 22.2 19.1 22.5 20.8 19.1 99 90 71 12:00 99 0.0
5.8 ENE

21/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.2 22.4 16.7 22.5 19.6 16.7 100 89 61 13:00 100 0.0
2.3 V.

22/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.7 21.4 16.1 19.5 17.8 16.0 100 86 55 11:00 98
0.0 2.4 NE

23/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.1 20.9 15.7 20.5 18.3 16.0 98 86 47 10:20 98 0.0
2.5 NE

25/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.5 21.1 15.9 21.0 18.6 16.1 100 85 49 12:00 100 0.0
2.1 ENE.

26/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.7 20.8 18.9 20.9 20.0 19.1 100 88 54 11:59 96 0.0
3.5 V

27/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.9 22.4 17.1 21.5 19.7 17.9 98 86 52 10:40 94 0.0
5.1 NE

28/12/2017

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
27.6 21.7 20.7 21.9 21.3 20.7 99 88 63 12:00 98 0.0 3.5 ENE

29/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.9 22.8 18.1 22.5 20.4 18.3 100 92 68 13:00 100 1.7
7.0 NE.

30/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.8 21.5 16.8 20.6 18.8 17.0 100 91 74 11.00 98 1.2
3.6 NE.

31/12/2017 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.7 20.9 16.3 18.5 17.6 16.6 98 83 51 10.30 96 0.0
3.3 NE.

Enero 2018

1/1/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
26.7 20.5 15.3 18.8 17.1 15.3 99 85 57 12.00 99 0.0 1.8 NE

02/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 25.9 20.5 16.4 20.0 18.3 16.5 100 86 68 10.00 100 0.0
0.3 Cal.

03/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 22.2 18.8 14.9 21.0 18.0 14.9 100 92 80 10:00 95 0.5
3.9 NNW

04/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 25.1 19.1 13.8 18.5 16.4 14.2 100 85 56 10.00 100 0.0
5.5 SW.

05/01/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc
78343 21.2 16.7 11.8 13.0 12.4 11.7 95 87 67 03.00 90 0.0 4.9 NNE

06/01/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc
78343 20.9 15.9 12.5 / / / 89 73 48 / 85 0.0 5.0 NNE

07/01/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc
78343 19.6 15.9 15.2 17.0 16.3 15.6 100 86 68 07:10 92 2.5 5.3 ne

08/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 20.6 17.6 16.2 18.0 17.3 16.5 100 86 65 07:00 98 0.0
8.0 ENE.

09/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 25.2 20.3 19.7 21.7 20.9 20.1 98 90 72 13:00 98
0.0 4.3 ENE

10/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc
78343 26.0 21.8 18.2 21.5 20.5 19.4 100 94 76 12:30 99 45.7 0.8 CALMA.

11/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 25.3 20.2 17.7 20.0 18.8 17.5 99 89 66 11:10 99 1.4
4.8 V

12/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.7 21.7 19.4 22.3 21.0 19.6 98 88 52 12:00 98 0.0
3.3 E.

13/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 29.5 23.4 18.2 22.0 20.2 18.4 98 85 56 10:00 97 0.0
3.9 V.

14/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.7 20.4 17.9 / / / 86 89 70 / 83 0.0 5.9 NE.

15/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 20.9 18.9 14.9 18.8 16.9 15.0 98 85 75 06:10 97
0.5 9.8 n

16/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 23.3 19.0 19.3 20.0 19.7 19.4 98 81 50 02:20 98 0.9
5.1 NE.

17/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 21.3 20.0 19.6 20.5 19.9 19.3 100 96 85 24:00 100
6.1 8.6 NE

19/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 22.3 18.0 14.4 16.0 15.2 14.3 95 81 65 00:20 90 0.0
8.6 N

20/01/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
22.8 17.3 14.3 16.0 15.1 14.1 98 82 52 10:30 96 0.0 4.9 NE

21/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 24.9 19.4 20.0 20.5 20.2 19.9 98 87 65 08:00 97 0.0
4.4 ENE

22/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 24.9 21.6 19.5 21.3 20.2 19.0 96 91 81 10.20 96 0.0
7.9 ENE.

23/1/2018.

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
.27.9 22.7 20.3 23.0 21.8 20.5 100 86 50 12:40 100 0.0 7.6 ENE 24/1/2018.
estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
29.2 23.6 20.9 24.7 24.1 23.5 99 91 58 10.30 98 12.5 2.3 NE.

25/1/2018. estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.5 23.9 20.8 22.6 21.8 20.9 99 90 63 12:00 99 0.0
4.0 ENE

26/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.9 22.7 20.7 22.0 21.3 20.6 96 89 65 13.00 96 3.4
8.3 ENE.

27/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 22.5 21.1 19.7 22.0 20.8 19.6 99 96 85 22:00 98 18.2
13.3 ENE

28/01/18. estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia
vto drc 78343 23.2 21.0 20.5 24.0 22.4 20.8 98 96 90 18:20 97 3.8 14.5
ENE

29/01/18. estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.7 22.8 19.5 23.4 21.6 19.7 99 91 80 13:30 97 0.0
9.3 E

30/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.8 23.5 19.1 23.5 21.3 19.0 98 86 62 12.00 96 0.0
2.4 N.

31/01/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 23.8 20.1 14.6 19.0 16.9 14.8 98 94 80 14:00 97 1.0
5.1 V

Febrero 2018

01/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 23.1 18.7 14.6 17.8 16.3 14.8 98 84 70 16.30 97 0.0
6.6 NE.

02/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 24.7 20.6 20.5 21.0 20.8 20.5 100 89 78 12:00 99 0.2
5.0 ENE

03/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 22.9 21.0 19.7 22.0 20.8 19.5 100 98 88 23:00 96
8.2 6.0 ENE

04/02/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc
78343 24.7 21.2 17.9 21.0 19.4 17.7 99 91 70 12:40 99 0.0 4.6 ene

05/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.8 22.3 18.6 22.5 20.8 19.0 98 85 53 10.30 98 0.0
2.1 E.

06/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc
78343 28.0 22.2 18.4 22.6 20.4 18.2 99 87 55 10.00 99 0.0 3.3 E

07/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.5 22.0 18.9 21.0 19.9 18.7 98 86 58 09.10 98 0.0
5.9 NE.

08/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.2 22.8 21.1 23.2 22.1 21.0 99 85 52 12:00 98 0.0
5.9 ESE

09/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.2 23.3 20.2 21.7 21.1 20.4 99 87 54 11.30 97 0.0
7.3 ENE.

10/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.9 22.7 20.6 22.0 21.3 20.6 99 91 69 12.00 98 2.8
6.1 E.

11/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.5 23.3 20.9 22.5 21.8 21.0 99 86 58 08.00 95 0.0
8.8 ESE.

12/02/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc

78343 30.2 24.2 21.0 22.5 21.3 20.6 99 84 56 08:10 96 0.0 7.6 ESE

13/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.5 23.9 20.0 22.0 21.0 20.0 98 86 57 10.20 97 0.0
8.9 V.

14/02/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc
78343 27.8 23.4 19.3 21.3 20.5 19.6 97 80 44 08:00 96 0.7 7.3 ENE

15/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.3 22.8 15.9 22.0 19.1 16.2 99 85 54 11.55 98 0.0
8.0 NE.

16/02/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc
78343 26.4 21.5 16.9 20.0 18.5 17.0 99 85 58 10:02 98 0.0 5.8 NE

17/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 29.7 21.9 16.5 21.5 20.1 18.7 98 84 45 10.40 96 0.0
2.9 E

18/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.6 22.6 19.0 22.2 20.6 19.0 97 83 57 12.00 96 1.2
4.8 E

19/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.8 22.8 18.8 21.5 20.1 18.6 98 78 50 09.30 98 0.0
7.9 V.

20/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc

78343 29.1 23.1 19.8 22.4 21.7 21.0 97 84 56 03:04 97 0.0 7.8 Variable

21/02/2018.

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
29.7 24.3 21.1 23.4 22.2 21.0 93 82 54 05:30 93 0.0 8.9 E

22/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc

78343 28.0 24.0 22.2 22.5 22.3 22.1 93 80 61 08.00 93 0.2 13.0 ENE

23/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.6 23.0 17.5 21.5 20.3 19.0 98 88 71 12.00 98
13.3 8.1 ENE.

24/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.6 22.4 17.3 21.4 20.0 18.5 98 83 60 10.50 98 0.2
7.5 ENE.

23/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.6 23.0 17.5 21.5 20.3 19.0 98 88 71 12.00 98
13.3 8.1 ENE.

25/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.3 22.5 17.5 21.5 19.7 17.8 98 84 60 10.20 98 0.0
7.5 E.

26/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 29.6 22.7 18.1 22.0 20.1 18.1 99 81 51 12.00 99 0.0
5.3 E

27/02/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 29.6 22.8 16.9 20.2 19.3 18.3 100 82 49 12.00 100 0.0
2.5 V. 28/02/2018. estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin
horas HR lluvia vto drc
78343 28.6 21.9 14.9 20.0 18.1 16.1 100 80 50 09:10 98 0.0 6.3 NE

Marzo 2018

01/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.6 21.7 16.0 21.0 18.5 16.2 98 75 42 08.20 96 0.0
5.1 E.

2/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 29.9 22.5 19.0 20.5 19.6 18.7 96 77 43 09.00 96 0.0
3.6 ESE

3/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 29.8 22.8 15.9 20.3 18.9 17.4 100 80 48 10:00 100
0.0 2.5 Calma

4/03/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc

05/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.1 19.5 13.4 15.0 14.5 14.0 96 66 37 04.35 92 0.0
7.5 NE.

06/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 25.5 18.6 12.2 13.4 13.0 12.6 92 66 38 04:00 90 0.0
4.0 ENE

07/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.8 19.6 12.9 17.4 16.0 14.6 98 66 34 08:00 98 0.0
5.6 ESE.

08/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 30.1 21.4 16.4 20.0 18.8 17.5 99 73 35 10:00 98 0.0
6.5 SW

09/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.1 21.5 15.9 19.0 18.3 17.5 94 80 47 02:00 80 0.0
4.6 V.

10/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.0 20.9 16.0 19.0 17.7 16.4 97 71 47 10:00 94 0.0
6.6 V.

11/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 29.8 22.3 18.2 22.3 21.1 19.9 98 81 54 11:20 98 0.0
9.4 ESE. 12/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin
horas HR lluvia vto drc
78343 31.6 24.1 17.7 22.0 20.7 19.3 98 82 50 10:00 98 2.5 3.1 variable

13/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 31.6 24.3 17.4 22.0 20.5 19.0 98 79 39 02:00 76 22.9
8.0 V.

14/03/2018
estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
26.3 21.5 17.0 / / / 89 74 48 / 88 0.0 4.9 Variable

16/03/2018. estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc
78343 25.2 18.7 15.0 17.1 16.8 16.4 97 75 44 08:00 95 0.0 8.0 NE

17/03/2018.
estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
28.9 21.6 17.2 20.5 19.5 18.5 97 81 47 10:20 97 0.0 4.4 NE

18/03/2018. estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 30.6 23.7 17.3 21.5 20.1 18.6 98 78 42 09:00 98 0.0
5.0 VAR

19/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 31.1 23.9 18.1 21.0 20.4 19.7 95 77 44 07.00 95 0.0
1.4 C.

20/03/2018.

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc

21/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 32.3 24.6 19.3 22.5 21.0 19.5 98 73 35 10.30 98 0.0
5.5 SW.

22/03/2018. estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 32.1 24.6 17.1 / / / 83 77 40 / 83 0.0 7.6 VAR

23/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 25.6 20.6 11.5 13.0 12.3 11.6 95 65 37 05.10 94 0.0
9.3 NE

24/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 25.2 17.6 12.1 13.0 12.6 12.1 96 69 39 04.00 91 0.0
8.5 ESE.

25/03/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc 78343
26.4 19.0 14.0 15.0 14.5 14.0 91 69 40 04.00 90 0.0 9.8 SE.

26/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.8 21.0 15.6 20.1 17.9 15.6 95 71 38 07:00 94 0.0
7.9 SE

27/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 28.8 21.8 16.9 18.0 17.5 17.0 98 74 45 08.20 96 0.0
10.1 E.

28/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 26.1 20.6 16.7 22.0 19.3 16.5 98 86 57 02:30 86 0.7
11.5 ese

29/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 27.5 21.6 17.1 19.0 18.3 17.5 94 73 45 06.00 91 0.0
12.4 SE.

30/03/2018 estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR
lluvia vto drc 78343 30.1 22.6 17.0 19.5 18.5 17.5 95 73 45 08.00 91 0.0
11.6 ESE

31/03/2018

estac. tmax tmed tmin tmax tmed tmin hmax hmed hmin horas HR lluvia vto drc

78343 30.6 22.9 17.4 20.5 19.1 17.7 98 73 37 08:20 98 0.0 5.6 ESE