

Universidad “Carlos Rafael Rodríguez”

Facultad de Ciencias Agrarias

**Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero  
Agrónomo**



**Título: Efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Delicias-364'**

**Autora: Lidiana Lobelle Muñiz**

**Tutor: MSc. Xiomara Moreno Lorenzo**

**Co-tutor: Ing. Javier González Ramírez**

**Cienfuegos, 2016  
“Año 58 de la Revolución”**

## **Agradecimientos.**

- A mi madre Olga Lidia y a mi hermana Luana por apoyarme y estar siempre conmigo. A mi padre Rafael por su esfuerzo y dedicación.
- A mi cotutor Ing. Javier González Ramírez por su trabajo abnegado.
- A mi Tutora MSc. Xiomara Moreno Lorenzo por los conocimientos que me transmitió y por haberme guiado durante la realización de este trabajo.
- A mis compañeras y amigas de clase de la universidad, en especial a Annalie por su ayuda y amistad. A mi amiga Dayana.
- A mi amiga Yanolis, por su ayuda y apoyo.
- A todos mis familiares por su amor y cuidado incondicional.
- A todas las personas que de una forma u otra colaboraron con la realización de este trabajo.

## **Dedicatoria.**

- A mis padres (Olga Lidia y Rafael) por haberme guiado con amor y dedicación a lo largo de mis estudios y de mi vida. A mi hermana Luana por estar siempre a mi lado.
- A mi madre por su amor, dedicación y apoyo incondicional, en los momentos más difíciles sin escatimar esfuerzos.
- A mis amistades, entre ellas mis compañeras de clase de la universidad, en especial a mis amigas Annalie y Yanolis.
- A todos mis familiares.

## **PENSAMIENTO**

“El único camino abierto a la prosperidad constante y fácil es el de conocer, cultivar y aprovechar los elementos inagotables e infatigables de la naturaleza”

José Martí

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax sobre el desarrollo morfológico, el rendimiento y los hongos fitopatógenos del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Delicias-364', se realizó un estudio en la Finca ``Los Almeidas`` en el municipio Aguada de Pasajeros, provincia Cienfuegos, durante la campaña de primavera 2015-2016. Se realizaron dos aplicaciones de los bioestimulantes de crecimiento Biobrás 16 a dosis de 0,025 y 0,050 Lha<sup>-1</sup> y QuitoMax a 0,050 y 0,100 Lha<sup>-1</sup>, en las fases vegetativa y reproductiva del cultivo en un suelo Ferralítico Rojo Típico (IIA). Se evaluaron indicadores morfológicos como: altura de la planta, número de flores y vainas por planta, longitud de las vainas, granos por vaina, peso de 100 granos, además rendimientos, incidencia de hongos fitopatógenos y la viabilidad económica de las aplicaciones. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro réplicas. A los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza. Las medias fueron comparadas de acuerdo a la prueba de Tukey con una probabilidad de error del 5%, de  $P \leq 0,05$ . Las aplicaciones de los bioestimulantes a dos dosis, produjeron un efecto positivo con respecto al testigo en las variables morfológicas, los rendimientos y una menor incidencia de hongos fitopatógenos. El mejor resultado se obtuvo con el tratamiento de Biobrás 16 a 0,050 Lha<sup>-1</sup>. Todos los tratamientos mostraron efectividad económica y el mayor costo beneficio se logró con Biobrás 16 a 0,050 Lha<sup>-1</sup>.

**Palabras claves:** tratamientos; dosis; bioestimulantes; indicadores morfológicos.

## ABSTRACT

With the aim of evaluating the effect of the bio-stimulants Biobrás 16 and QuitoMax on morphological development, the yield and phytosanitation of bean crops (*Phaseolus Vulgaris* L.), Delicias Variety 364', a research was developed in "Las Almeidas" farm in the municipality of Aguada de Pasajeros, province of Cienfuegos, during the spring of years 2015. Two treatments of two bio-stimulants of growth, a 0,025 and 0,050 Liters per hectares of Biobrás application and 0,050 and 0,100 Liter per hectares of QuitoMax, on vegetative and reproductive phases on their red typical ferrolitic soil. Morphological features were evaluated such as: height of plants, numbers of pods, length of pods, grains per pod, a hundred grain weight measure, besides their yield, phytopathogenical fungi incidence and economical viability on soil application. An experimental designed was used on random blocks with five treatments and four replications. An analysis of variance was applied. The averages were compared according to the Tukey test with an error probability of 5%, of  $P \leq 0,05$ . The applications of the bio-stimulants with two dosages, producing a positive effective according to morphological variables, yields and a minor phytopathogenical fungi incidence. The best results were obtained with Biobrás 16 treatment to 0, 050 Liters per hectares. All treatments showed economical effectiveness and the major cost-benefit was achieved with Biobrás 16 to 0,050 Liter per hectares.

**Keywords:** soil treatments, soil dosage, bio-stimulants, morphological features.

<b>Índice general</b>	<b>pág.</b>
<b>Resumen</b>	
<b>1. Introducción</b>	1
<b>2. Revisión bibliográfica</b>	5
2.1 Importancia de producir alimentos	5
2.2 Origen e importancia del cultivo de frijol	5
2.2.1 Clasificación taxonómica del frijol.	7
2.2.2 Morfología del frijol	7
2.2.3 Producción y consumo de frijol	8
2.2.4 Factores edafológicos y épocas de siembras para el desarrollo del frijol	10
2.2.5 Principales plagas de insectos en frijol	11
2.2.6 Principales plagas fitopatológicas del frijol	11
2.2.7 Principales arvenses del frijol	12
2.2.8 Control de plagas y el impacto ambiental	12
2.3 Los bioproductos	14
2.3.1 Origen e identificación de bioestimulantes en la agricultura	15
2.3.2 Producción y uso de bioestimulantes y sus análogos en la agricultura	16
2.4 Acción del bioestimulante Biobrás 16	19
2.4.1 Aplicaciones de Biobrás 16	20
2.4.2 Impacto económico de la aplicación de Biobrás 16	23
2.5 Acción del bioestimulante QuitoMax	24
2.5 Aplicaciones de QuitoMax	25
<b>3. Materiales y métodos</b>	27
3.1 Evaluación del efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax, a dos dosis de aplicación en las variables morfológicas, el rendimiento y los hongos fitopatógenos en la variedad de frijol Delicias-364'	30
3.1.1 Altura de la planta	30
3.1.2 Número de flores y vainas por planta	30
3.1.3 Longitud de las vainas	30
3.1.4 Número de granos por vaina	30

3.1.5	Peso de 100 granos	30
3.1.6	Rendimientos	30
3.1.7	Evaluación de la incidencia de hongos fitopatógenos del suelo en la variedad de frijol Delicias-364'	31
3.2	Determinación de la viabilidad económica del empleo de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax en la variedad de frijol Delicias-364'	32
<b>4.</b>	<b>Resultados y discusión</b>	<b>33</b>
4.1	Evaluación del efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax, a dos dosis de aplicación en las variables morfológicas, el rendimiento y los hongos fitopatógenos en la variedad de frijol Delicias-364'.	33
4.1.1	Altura de la planta	33
4.1.2	Número de flores y vainas por planta	35
4.1.3	Longitud de las vainas	37
4.1.4	Número de granos por vaina	39
4.1.5	Peso de 100 granos	41
4.1.6	Rendimientos	42
4.1.7	Evaluación de la incidencia de hongos fitopatógenos del suelo en la variedad de frijol Delicias-364'	44
4.1.8	Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre la variedad de frijol Delicias-364' ante las condiciones meteorológicas del medio	46
4.2	Determinación de la viabilidad económica del empleo de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax en la variedad de frijol Delicias-364'	48
	<b>Conclusiones</b>	<b>53</b>
	<b>Recomendaciones</b>	<b>54</b>
	<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>55</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El hombre ha de solucionar el problema que le supone tener que obtener la cantidad suficiente de alimentos para sus necesidades. Este problema se debe resolver a la luz del crecimiento demográfico y del agotamiento progresivo de los recursos naturales de tierras y aguas disponibles para el cultivo (Morales, 2013).

El consumo de alimentos en los últimos 50 años se incrementó en un 28% siendo la actividad humana cada vez más insostenible (Alonso, 2010). Se requiere la búsqueda de soluciones que incrementen y aceleren los procesos de producción para poder suplir dicha demanda. El problema a que esto conlleva es de tipo ambiental y agrícola pues se está presentando un apresurado deterioro de los suelos por la presencia de monocultivos y del uso de fertilizantes e insecticidas químicos. (Arias, 2010).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es la tercera leguminosa más importante para el consumo humano a nivel mundial después de Soja y Maní. Su grano contiene un alto contenido de proteínas, vitaminas, fibra dietética y minerales. Representa la mitad del consumo mundial de leguminosas de grano y es el más importante para consumo humano directo (FAO, 2011).

Es una de las leguminosas más estudiadas en América Latina. En esta región es la fuente principal de proteínas, teniendo menor costo que la de origen animal, de ahí su efecto suplementario sobre las dietas compuestas por cereales. Además, es un componente fundamental para los latinoamericanos (Cárdenas et al., 2000).

Según la FAO (2010) los rendimientos mundiales de la campaña 2009-2010 de frijol se sitúa a  $1,27 \text{ t.ha}^{-1}$ . De los principales países productores del mundo, solo Estados Unidos y China obtuvieron rendimientos de  $1,86$  y  $1,53 \text{ t.ha}^{-1}$ , respectivamente.

Para el consumo de los cubanos, es necesaria la compra anual de alrededor de 60 000 toneladas de la leguminosa. En el mercado mundial el precio del frijol negro ha tendido al alza desde septiembre de 2010, con un promedio de  $822 \text{ USD.t}^{-1}$  y

en marzo de 2011 fue de 1013 USD.t<sup>-1</sup>; mientras el precio del frijol rojo, en esa misma fecha, ascendía a 1843 USD.t<sup>-1</sup> (FAO, 2011).

La producción nacional del cultivo del frijol es 5817,5 TM, de las cuales 504,1 TM son producidas por el sector estatal (9%) y 5313,4 TM por el sector no estatal (91%). El rendimiento nacional del cultivo del frijol es de 1,17 t.ha<sup>-1</sup>, en la provincia de Cienfuegos es de 1,1t.ha<sup>-1</sup> y en Aguada de Pasajeros de 0,9 t.ha<sup>-1</sup> (ONEI, 2015). La producción de frijol se desarrolla en condiciones muy diversas, enfrenta problemas de bajos rendimientos relacionados fundamentalmente con la baja fertilidad de los suelos, la sequía y las afectaciones por plagas y enfermedades (García, 2003).

En Cuba, se han ejecutado varios programas para mejorar esta situación, como han sido, la introducción de variedades con buena adaptación a nuestras condiciones y resistentes al virus del Mosaico Dorado y el Fitomejoramiento Participativo (FP) (Ortiz et al., 2008). Otra alternativa a desarrollar es el empleo de productos naturales como son los bioestimulantes de crecimiento vegetal.

En los últimos años en el mundo y especialmente en Cuba, son muchos los bioestimulantes y biofertilizantes orgánicos que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés en las condiciones adversas del medio, favoreciendo el crecimiento, desarrollo y el rendimiento, con una disminución del uso de sustancias químicas (Álvarez, 2014). Algunos de esos bioproductos son: Biobrás 16 y QuitoMax.

El Biobrás 16 es una formulación producida en Cuba, que tiene como ingrediente activo un análogo de brasinoesteroide y ha sido utilizada como estimuladora de los rendimientos agrícolas en varios cultivos de importancia económica (Rosabal et al., 2013). Del análogo de brasinoesteroide Biobrás 16, según Reyes et al. (2014) destacan el papel que desempeña en las primeras etapas del crecimiento vegetativo, especialmente como promotor del crecimiento; este análogo se caracteriza por producir la estimulación del crecimiento vegetal, de la

reproducción, la interacción con otras hormonas, el aumento de los rendimientos y la producción de biomasa en diferentes cultivos.

El QuitoMax es un producto ofertado por el INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrarias). Es un bioproducto líquido a base de quitosana que funciona como activador de la resistencia innata y las condiciones fisiológicas de las plantas. Mediante aplicaciones preventivas, protege los cultivos contra patógenos potenciales e influye positivamente en el crecimiento, desarrollo y los rendimientos de las plantas (Margarón et al., 2014).

Estudios realizados en Cuba abordan la utilización de QuitoMax y principalmente de Biobrás 16 en cultivos como: tomate (Núñez et al., 1995; Fernández et al., 1995; Alarcón et al., 2012); arroz (Yera, 2014; Franco, 1994), tabaco (Pita et al., 1995 y 1999); lechuga (González et al., 2002); pepino (Cué et al., 2003); maíz (Calderón et al., 2013); frijol común en la provincia de Holguín (Núñez et al., 2005), en la variedad de frijol Tomeguín 93 (Rosabal et al., 2013), todos con buenos resultados, pero no se obtuvieron referencias del empleo de estos dos bioestimulantes en la producción de la variedad de frijol Delicias-364'.

Se hace necesario conocer el efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax en la variedad de frijol Delicias-364', pretendiendo mejorar la eficiencia en utilización de los bioestimulantes y de esta forma aumentar el desarrollo morfológico de las plantas, compensar el déficit de estos y las necesidades nutricionales de este cultivo, para obtener adecuados rendimientos sin agotar las reservas del suelo y disminuyendo el uso de productos químicos en una agricultura sostenible.

La situación problemática antes descrita permite plantear el siguiente:

### **Problema científico**

¿Cuál será el efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax sobre el desarrollo morfológico, el rendimiento, y los hongos fitopatógenos del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Delicias-364'?

## **Hipótesis**

La aplicación de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax tendrá un efecto positivo sobre el desarrollo morfológico, el rendimiento y los hongos fitopatógenos del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Delicias-364', como una alternativa de producción efectiva y segura.

## **Objetivo general**

Evaluar el efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax sobre el desarrollo morfológico, el rendimiento y los hongos fitopatógenos del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Delicias-364'.

## **Objetivos específicos**

1. Evaluar el efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax, a dos dosis de aplicación en las variables morfológicas, el rendimiento y los hongos fitopatógenos en la variedad de frijol Delicias-364'.
2. Determinar la viabilidad económica del empleo de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax en la variedad de frijol Delicias-364'.

## **Aporte teórico**

El estudio permitió una ampliación de conocimientos teóricos-prácticos sobre el uso de los bioproductos Biobrás 16 y QuitoMax como bioestimulantes del desarrollo morfológico, los rendimientos y la disminución de la incidencia de hongos fitopatógenos del suelo sobre el cultivo del frijol, variedad Delicias-364', la cual constituye una alternativa biológica y ecológicamente segura que incrementa los rendimientos y los resultados económicos.

## **Aporte práctico**

Los resultados del estudio brindan conocimientos prácticos para el manejo de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax a diferentes dosis de aplicación. Permitien la recomendación a otros productores de esta alternativa equilibrada de producción que toma en cuenta la preservación del medio ambiente y un mejor desarrollo de las fases morfológicas del cultivo y de la fitosanidad, incrementando los rendimientos.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Importancia de producir alimentos.**

Desde tiempos remotos, pese a su continua consagración a la agricultura y a los adelantos tecnológicos que han alcanzado en los últimos años, el hombre ha de solucionar el problema que le supone tener que obtener la cantidad suficiente de alimentos para sus necesidades. Problema que debe resolver a la luz del crecimiento demográfico y del agotamiento progresivo de los recursos naturales de tierras y aguas disponibles para el cultivo (Morales, 2013).

A nivel global han ocurrido cambios provocados por el crecimiento de la población mundial, el incremento de los niveles de consumo y los cambios tecnológicos, sociopolíticos y económicos. Todo esto ha traído alarmantes consecuencias entre las más importantes está la contaminación ambiental, el desgastando recursos naturales como el suelo y las agua (Preston, 2007). Además el consumo de alimentos en los últimos 50 años se incrementó en un 28% siendo la actividad humana cada vez más insostenible (Alonso, 2010).

El problema a que esto conlleva es de tipo ambiental y agrícola pues se está presentando un apresurado deterioro de los suelos por la presencia de monocultivos y del uso de fertilizantes e insecticidas químicos. Estas afectaciones requieren la búsqueda de soluciones que incrementen y aceleren los procesos de producción para poder suplir dicha demanda. (Arias 2010).

### **2.2 Origen e importancia del cultivo de frijol.**

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es originario de América, como centro de origen se considera México y los hallazgos arqueológicos estiman que era conocido cinco mil años antes de la era cristiana (Cecilia, 2002). Es la tercera leguminosa más importante para el consumo humano a nivel mundial después de Soja y Maní. Su grano contiene un alto contenido de proteínas, vitaminas, fibra dietética y minerales. Representa la mitad del consumo mundial de leguminosas de grano y es el más importante para consumo humano directo (FAO, 2011).

Con 643 géneros agrupados en 40 tribus, las legumbres son la tercer gran familia de plantas superiores que presentan una distribución en ambientes templados y tropicales (Polhill, 1981). La tribu *Phaseolae* [frijol común (*P. vulgaris*), caupí (*Vigna unguiculata*) y soya (*Glycine max*)] es el más importante grupo económico y contiene el 75% de las legumbres comerciales en el mundo (Broughton et al., 2003).

Es una leguminosa anual intensamente cultivada desde los trópicos hasta las zonas templadas y ocupa más del 80 % de la superficie sembrada anualmente (15 millones de hectáreas). Las leguminosas de grano contienen 2,5 veces más proteína que los cereales y en esto reside fundamentalmente su prioridad nutritiva. De ahí que el frijol constituya un adecuado complemento alimentario y por esta razón es un alimento básico en los países de América Latina (MINAG, 2010).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en los países subdesarrollados es fuente de proteínas, hierro, fibra, ácido fólico, tiamina, potasio, magnesio, y zinc (Miklas et al., 2006). En América Latina esta leguminosa es una de las más estudiadas. En esta región es la fuente principal de proteínas, teniendo menor costo que la de origen animal y de ahí su efecto suplementario sobre las dietas compuestas por cereales. Además, es un componente fundamental para los latinoamericanos. Se ha determinado que no solo suministra proteínas y carbohidratos, sino cantidades importantes de vitaminas y minerales (Cárdenas et al., 2000).

En Cuba, el frijol es fundamental en las comidas. Como promedio se llegan a consumir 23 kg anuales por habitante (Ortiz et al., 2008). Sin embargo, la producción desde hace años no satisface las necesidades de consumo. Esto se debe a la presencia de diferentes factores, dentro de los cuales cobran mucha importancia los bióticos, sumándole el efecto de variables meteorológicas, donde la sequía y el paso de huracanes hacen estragos (Saavedra et al., 2008).

### **2.2.1 Clasificación taxonómica del frijol.**

Clasificación del frijol según Gepts (2001):

Orden: *Rosales*

Familia: *Leguminosae*

Subfamilia: *Papilionoidae*

Tribu: *Phaseolae*

Sub tribu: *Phaseolusnae*

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

### **2.2.2 Morfología del frijol.**

El frijol común en su morfología presenta hojas simples o cotilodenaes una vez, que aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Las hojas son compuestas, siendo las que durante toda su vida se generarán. Las ramas se desarrollan a partir de un complejo axilar que generalmente está formado por tres yemas visibles desde el inicio de su desarrollo. Un tallo herbáceo con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis (Debouck et al., 1985).

La inflorescencia se presenta comúnmente como pseudo-racimo con diversas flores en donde solo unas pocas producen vainas, una excepción a ello es la habichuela que produce abundantes vainas. Las flores de Papilionáceas pueden ser de color rosa, purpúreas, blancas o bicolor con o sin rayas y en la base exterior lleva un estandarte muy pronunciado. Las bractéolas sésiles a menudo son más grandes en genotipos Mesoamericanos que en Andinos y pueden ser cordado, ovado, o lanceolado. El cáliz bilabiado es pequeño (< 5 mm) con los dos dientes superiores unidos. Las flores son mayormente cleistógamas y normalmente se autopolinizan (< 1% es por cruzamiento) (Miklas & Singh, 2007).

### **2.2.3 Producción y consumo de frijol.**

La mayoría de la producción del frijol ocurre en la agricultura de bajos insumos, en las granjas a pequeña escala y en los países en desarrollo. La producción de subsistencia y rendimiento económico de frijol se encuentra afectada en gran medida por el estrés biótico y el abiótico, siendo estos las mayores limitantes para el desarrollo del cultivo (Miklas et al., 2006).

La producción total del frijol en el mundo excede las 23 millones de toneladas métricas (TM), de las cuales siete se producen en América Latina y África (Broughton et al., 2003). Dentro de los primeros productores de frijol del mundo se destacan La India, Brasil, Myanmar, China, México con 3,1 millones de toneladas, 3,1 millones de toneladas, 2,1 millones de toneladas, 1,7 millones de toneladas, y 1 millón de toneladas, respectivamente, entre este grupo de países se produce más del 50% de la leguminosa que se consume en el planeta (FAO, 2008).

En Cuba se cultivan aproximadamente 52 000 ha de frijol, sin incluir las áreas dedicadas al autoabastecimiento, la producción estatal solamente cubre el 5% de la demanda (ONEI, 2006). La producción nacional del cultivo del frijol es 5817,5 TM, de las cuales 504,1 TM son producidas por el sector estatal (9%) y 5313,4 TM son producidas por el sector no estatal (91%) (ONEI, 2015).

La producción nacional de frijol está a cargo fundamentalmente del sector no estatal, que ha estado cobrando importancia en la producción en los últimos años. La producción de frijol se desarrolla en condiciones muy diversas, enfrenta problemas de bajos rendimientos relacionados fundamentalmente con la baja fertilidad de los suelos, la sequía y las afectaciones por plagas y enfermedades (García, 2003).

En Cuba, se han ejecutado varios programas para mejorar esta situación, como han sido, la introducción de variedades con buena adaptación a nuestras condiciones y resistentes al virus del Mosaico Dorado y el Fitomejoramiento Participativo (FP) (Ortiz et al., 2008). No obstante, otra alternativa a desarrollar, es la creación de las condiciones para la producción y comercialización de productos

naturales, con el objetivo de sustituir importaciones, y disminuir los costos de producción a nivel nacional (Rosabal et al., 2013).

Según la FAO (2010) los rendimientos mundiales de la campaña 2009-2010 de frijol se sitúa a  $1,27 \text{ t.ha}^{-1}$ . De los principales países productores del mundo, solo Estados Unidos y China obtuvieron rendimientos de  $1,86$  y  $1,53 \text{ t.ha}^{-1}$ , respectivamente. Países productores como Indonesia, Brasil, India, Myanmar y México obtuvieron un rendimiento promedio inferior al rendimiento mundial, es decir, de menos de una tonelada de frijol por hectárea.

Para precisar lo anterior Brasil el principal productor del mundo, obtuvo un rendimiento de  $0,8 \text{ t.ha}^{-1}$  e India, Myanmar y México de  $0,4 \text{ t.ha}^{-1}$ ,  $0,93 \text{ t.ha}^{-1}$  y  $0,7 \text{ t.ha}^{-1}$ , respectivamente. El nivel de producción alcanzado por la mayoría de estos países está basado en la escala de producción o extensión de tierras cultivadas, y no por la intensificación en los recursos técnicos empleados para su producción FAO (2010).

Mientras que en nuestro país solo se alcanza  $1 \text{ t.ha}^{-1}$ , como promedio (FAO, 2010). El rendimiento nacional del cultivo del frijol es de  $1,17 \text{ t.ha}^{-1}$ , en la provincia de Cienfuegos es de  $1,1 \text{ t.ha}^{-1}$  y en Aguada de Pasajeros de  $0,9 \text{ t.ha}^{-1}$  (ONEI, 2015).

El mayor consumo de la leguminosa se considera que sean los países de estándares de vidas bajos, fundamentalmente en los países en vías de desarrollo. Se considera que los países de América Latina, Asia y África son las regiones de mayor consumo, considerando que en los Estados Unidos esta leguminosa es consumida en lo fundamental por los emigrantes proveniente de estos lugares (FAO, 2008).

De los trece países mayores consumidores del mundo nueve son de América Latina; Nicaragua, Cuba, Brasil, México, Paraguay, Belice, Costa Rica, Guatemala y Honduras, lo que confirma los niveles de consumo y de los ingresos de los países menos y más desarrollados. El consumo de esta leguminosa a nivel mundial en un año está en  $2,5 \text{ Kg}$  por persona, solo un grupo de países

consumen por encima de esta media, con un consumo de: Burundi 29,9 kg por persona, Ruanda 25,1 kg por persona, Cuba 17,5 kg por persona, Nicaragua 16,9 kg por persona, Brasil con 16,1 kg por persona, y Salvador con 15,3 kg por personas (FAO, 2008).

Para el consumo de los cubanos, es necesaria la compra anual de alrededor de 60 000 toneladas de la leguminosa. En el mercado mundial el precio del frijol negro ha tendido al alza desde septiembre de 2010, con un promedio de 822 USD.t<sup>-1</sup> y en marzo de 2011 es de 1013 USD.t<sup>-1</sup>; mientras el precio del frijol rojo, en esa misma fecha, ascendía a 1843 USD.t<sup>-1</sup>(FAO, 2011).

#### **2.2.4 Factores edafológicos y épocas de siembras para el desarrollo del frijol.**

El frijol se adapta bien desde 200 hasta 1,500 msnm y necesita entre 300 a 400 mm de lluvia, la falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de las vainas afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades, cuando las temperaturas óptimas para el desarrollo de leguminosas de granos fluctúan entre los 18 °C y 27 °C (MINAGRI, 1991).

Se recomienda que los suelos para el cultivo de frijol sean profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1,5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no más de 40% de arcilla como los de textura franco, franco limosos y franco arcilloso ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo. Se debe evitar sembrar en suelos ácidos, con contenidos altos en manganeso y aluminio y bajos en elementos menores. El pH óptimo para frijol está comprendido entre 6,5 y 7,5 aunque es tolerante a pH entre 4,5 y 8,2 (MINAGRI, 1991).

La época de siembra de frijol en Cuba se enmarca entre los meses de septiembre y enero, aunque esto cambia de acuerdo a las variedades, se considera fecha óptima de todas las variedades entre el 15 de octubre y 31 de diciembre (MINAGRI, 2000)

### 2.2.5 Principales plagas de insectos en frijol.

Las plagas de insectos de campo muy frecuentes en el frijol son *Bemisia argentifolii* Bellows y Perring, *Bemisia tabaci* Gennadius (mosca blanca), *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (salta hoja del frijol) y *Diabrotica balteata*. Le Conte (crisomélido verde), las cuales se encuentran distribuidas en todas las regiones productoras del país (Murguido, 2002). La importancia de las moscas blancas en el frijol fue señalada por Vázquez et al. (1995) y del salta hojas por Cardona y Cortés (1991) para Colombia y Centro América y Murguido (1995) para Cuba. Gutiérrez et al. (1975) incluyó además a *D. balteata*.

### 2.2.6 Principales plagas fitopatológicas del frijol.

Las principales enfermedades reconocidas en el frijol en América Latina se encuentran; pudrición de raíces, o del tallo (*Rhizoctonia solani* Kühn), marchitez por Fusarium (*Fusarium oxysporum* Schlecht. exFr, *Fusarium* sp. *F. Phaseolus* Kendrick & Snyder), tizón sureño o marchitez (*Sclerotium rolfsii* Sacc), mustia hilachosa, telaraña, requema, chasparria (*Thanatephorus cucumeris* Frank Donk, *Rhizoctonia solani* Kühn), mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris false mancha angular (*Aphelenchoides besseyi* Christie) antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib) roya, herrumbre (*Uromyces appendiculatus* (Pers) Unger) tizón común, bacteriosis común, (*Xanthomonas axonopodis*, *campestres* pv. *Phaseolus*, mosaico dorado amarillo (BGYMV), amachamiento (Complejo de virus) (Campos, 1987).

En Cuba los patógenos fúngicos que más se presentan en el cultivo son *Alternaria alternata* (Fr) Kiessler (mancha foliar), *Cercospora* spp (manchado foliar y de la vaina), *Colletotrichum lindemuthianum* (antracnosis), *Fusarium oxysporum* f. sp *Phaseolus* (marchitez), *Macrophomina Phaseolusna* Fassi (tizón ceniciento), *Phaeoisariopsis griseola* (mancha angular de la hoja), *Rhizoctonia solani* Kuhn (damping off, necrosis del tallo, mustia hilachosa), *Sclerotium rolfsii* Sacc (tizón sureño) y *Uromyces appendiculatus* Pers (roya) (Araya, 2008).

Para el caso de las bacterias, se han detectado *Xanthomonas campestris* pv *Phaseolus* (Smith) Dye (tizón común) que resulta muy frecuente, *Xanthomonas campestris* pv *Phaseolus* var. *fuscans* (Burkh) Starr et Burkh (tizón fusco) es poco frecuente y *Pseudomonas cichorii* se detectó en una sola ocasión en la provincia de Pinar del Río (Murguido, 2002).

### **2.2.7 Principales arvenses del frijol.**

En Cuba, el frijol es invadido por más de 60 especies de malezas entre las que se destacan, por las pérdidas económicas que ocasiona: *Cyperus rotundus* L. (Cebolleta), *Sorghum halepense* L. (Don Carlos), *Euphorbia heterophilla* L. (Lechosa), *Echinochloa colona* L. (Mete bravo) y la *Parthenium hysterophorus* L. (Escoba Amarga) (Chailloux et al., 1995).

Con relación a las malezas según Pérez (1982) y Paredes (1990) se considera predominante cuando aparece en todos los campos, dominante cuando está en más de 25 % de cobertura, y esporádica o no predominante en menos del 25 %. De acuerdo a ello en el país en los suelos rojos dominan las perennes *Sorghum halepense* L. (Don Carlos) y *Cyperus rotundus* L. (cebolleta) y las dicotiledóneas *Parthenium hysterophorus* L. (escoba amarga), *Euphorbia heterophylla* L. (lechosa) y *Amaranthus* sp (bledo), *Parthenium hysterophorus* L.

En suelos pardos las especies de mayor predominancia son *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton, *Echinochloa colonum* (L) Link (arrocillo), *Sorghum halepense* L (Don Carlos) y *Cyperus rotundus* L (cebolleta). Entre las dicotiledóneas *Amaranthus* sp (bledo) y *Parthenium hysterophorus* L. (escoba marga) ocupan la mayor distribución (Labrada, 1990; Labrada y Parker, 1996).

### **2.2.8 Control de plagas y el impacto ambiental.**

El uso indiscriminado de plaguicidas para el control de plagas trajo consigo serias afectaciones al ecosistema y al hombre. Con el transcurso del tiempo se ha ido ganando conciencia de estos riesgos, los gobiernos, investigadores, las autoridades fitosanitarias y agricultores se esfuerzan por hallar solución a las

diversas desventajas del uso de los plaguicidas (Veitía, 2010). La necesidad de atenuar el impacto ambiental para el control de plagas, condiciona la necesidad de un manejo integrado del frijol, complementado e implementado en todas las áreas de siembra (Chailloux et al., 1995).

Se establece según Vázquez y Fernández (2007) que MIP (Manejo integrado de plagas) es “Un sistema de manejo de plagas que, en el contexto del agroecosistema y la dinámica de población de las especies, utiliza todas las técnicas y métodos apropiados de manera armónica para mantener las poblaciones de plagas a niveles bajos, causando daños o pérdidas económicamente aceptables. Debe ser un sistema que tenga aceptación social, que garantice estabilidad ecológica, seguridad ambiental y no afecte el desarrollo de los recursos humanos”.

En Cuba el MIP para frijol, según Martínez et al. (2007), incluye el control de medidas agrotécnicas como; buena preparación del suelo, rotación del cultivo, eliminación oportuna de restos de cosecha, adecuada densidad de plantas, siembra en el momento óptimo de cada territorio. Evitar la incidencia del patógeno en el período crítico del cultivo (fase de prefloración y floración), manejo de variedades resistentes o tolerantes, adecuada fertilización y suministro de riego, eliminación de malezas en el cultivo y sus alrededores hospedantes y asociaciones de cultivos con maíz, sorgo, king grass.

La influencia negativa sobre el ambiente puede ser manejada variando los regímenes de aplicación de plaguicidas para evitar dañar los enemigos naturales de las plagas y el uso de sustancias de acción específica. Además se han desarrollado nuevas sustancias químicas sintéticas como son los reguladores del crecimiento y los inhibidores de la síntesis de la quitina de poca nocividad a los biorreguladores (Veitía, 2010).

### **2.3 Los bioproductos.**

Los bioproductos (BP) están constituidos por un amplio grupo de biofertilizantes, bioestimulantes y bioplaguicidas. Son el resultado de la aplicación de la biotecnología que transforma la biomasa (cultivos de no alimentación, masa forestal, residuos vegetales, etc.) en insumos agrícolas, su empleo en la producción de alimentos ha cobrado importancia a escala mundial, pues forman parte de la agricultura ecológica como apoyo en el proceso de reconversión agrícola (Ramos et al., 2013).

Los BP son un componente básico de los sistemas sustentables por su contribución en la reducción de insumos externos, por mejorar la calidad y cantidad de los recursos internos, y por su inocuidad; además, pueden ser generados a partir de recursos locales y promover el desarrollo regional endógeno (Jay et al., 2011; Doyle & Erickson, 2012).

Como estrategia de desarrollo, el Movimiento de la Agricultura Urbana y Suburbana en Cuba promueve el incremento de la productividad agrícola en armonía con el medio ambiente, este modelo de agricultura motiva la no utilización de productos químicos como fertilizantes minerales y plaguicidas, iniciándose a partir de la década de los 90 la investigación y el desarrollo de productos alternativos vinculados con la nutrición, estimuladores del crecimiento vegetal y biocontroles de patógenos, lo que ha generado una diversidad de productos con diferentes mecanismos de acción (Fernández-Larrea, 2013).

Muchos productos naturales han sido empleados para potenciar el manejo ecológico de los agroecosistemas, entre los que se encuentran bioplaguicidas, biofertilizantes y bioestimulantes. En los últimos años y especialmente en Cuba, son muchos los bioestimulantes y biofertilizantes orgánicos que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés en las condiciones adversas del medio, favoreciendo el crecimiento, desarrollo y el rendimiento, con una disminución del uso de sustancias químicas (Álvarez, 2014).

### **2.3.1 Origen e identificación de bioestimulantes en la agricultura.**

Los bioestimulantes o brasinoesteroides, ya sea de origen químico sintético o vegetal, están enriquecidos con vitaminas, aminoácidos, hormonas y micronutrientes y son utilizados como promotores de crecimiento de las plantas (Oikos, 1996).

Los bioestimulantes, son potentes reguladores del crecimiento vegetal de naturaleza esteroidal. Estas hormonas tienen efectos pleiotrópicos: estimulan el alargamiento celular y la diferenciación de protoplastos, regeneran la pared celular, regulan la diferenciación de elementos traquearios, e incrementan la biomasa y el rendimiento (Bajguz & Hayat, 2009).

Las plantas poseen la capacidad de sintetizar una gran variedad de esteroides confiriéndoles una función hormonal similar a la que ocurre en animales. Varios son los esteroides de origen vegetal que han sido identificados, pero solamente una clase de ellos, los llamados bioestimulantes tienen una amplia distribución en el reino vegetal ya que han sido encontrados en todos los órganos de un gran número de representantes de diferentes familias del reino vegetal (Salgado et al., 2008).

Debido a la baja concentración de bioestimulantes encontrada en las plantas, la única fuente de estos compuestos para estudios biológicos y propósitos prácticos es la síntesis química, con la cual se han producido brasinoesteroides no presentes en la naturaleza, denominados análogos de brasinoesteroides, que ejercen efectos cualitativamente similares a los naturales (Salgado et al., 2008).

El aislamiento e identificación de la brasinólida ocurrió en 1979 por un grupo de investigadores del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) se han dedicado numerosos recursos a la síntesis de estas lactonas esferoidales y a la evaluación de sus actividades biológicas (Adam & Marquardt, 1986).

En Japón, por primera vez, se sintetizó la brasinólida en 1980, pero su proceso de síntesis requiere de múltiples pasos, siendo su preparación muy costosa para

fines prácticos. Esta situación no se modificó aún después del descubrimiento de muchas rutas sintéticas; por esta razón han sido pocos los brasinoesteroides (BRs) que se han probado en condiciones de campo (Ikekawa & Zhao, 1991).

Desde que el grupo de la USDA obtuvo los primeros resultados prometedores, pasaron diez años para la obtención de evidencias firmes que demostraron la utilidad de los bioestimulantes en incrementar los rendimientos de los cultivos, la biomasa en los vegetales, los granos en los cereales, etc. Por otra parte, estos compuestos esféricos no solo incrementaban los rendimientos de los cultivos sino, además, inducían tolerancia a estrés abiótico y biótico, así como reducían el daño producido por herbicidas (Ikekawa & Zhao, 1991).

Varios laboratorios en el mundo se han dedicado a sintetizar análogos de BRs que sean activos biológicamente (Núñez et al., 2003; Uesusuki et al., 2004; Ramírez et al., 2005; Romero et al., 2007; Sisa et al., 2007) y fundamentalmente, que sean más factibles desde el punto de vista económico, de forma tal que facilite la aplicación práctica de los mismos.

Las respuestas a los bioestimulantes incluyen efectos sobre la elongación, la división celular, el desarrollo vascular y reproductivo, la polarización de la membrana y el bombeo de protones, las relaciones fuente/sitio de consumo y la inducción de resistencia contra estrés biótico y abiótico, además, interactúa con las señales ambientales y afecta el desarrollo de insectos y hongos patógenos de plantas, encontrándose estos últimos factores entre los de mayor influencia en el vaneamiento de los granos que provocan serias afectaciones en el rendimiento (Kagale et al., 2007).

### **2.3.2 Producción y uso de bioestimulantes y sus análogos en la agricultura.**

En Cuba, deben coexistir en armonía las políticas y estrategias establecidas, tanto para la agricultura altamente tecnológica como la fundamentalmente sostenible, y no se puede concebir una agricultura en el siglo XXI que no utilice, entre otros, resultados científicos recientes internacionales y nacionales, obtenidos mediante sus aplicaciones la aplicación de análogos espiroestánicos sintetizados en el país,

teniendo en cuenta, la creciente influencia pronosticada de los cambios climáticos y la consecuente presencia de estrés abióticos y bióticos, demostraron las potencialidades antiestrés de estos nuevos reguladores del crecimiento vegetal, con la gran ventaja de ser compuestos ecológicamente seguros (Núñez et al., 2012).

Por primera vez Alonso (1990) informa la obtención de análogos de brasinoesteroides con un sistema espirocetálico en la cadena lateral, además del uso de sapogeninas esteroidales para la síntesis de estos reguladores del crecimiento vegetal. La actividad biológica manifestada por la mayoría de estos compuestos en el bioensayo de inclinación de la lámina de arroz, abrió el camino hacia la síntesis de análogos de bioestimulantes más sencillos y, por tanto, más económicos, lo que permitiría su uso potencial en la agricultura.

Por otra parte, Robaina (1998) obtuvo varios análogos activos biológicamente utilizando una materia prima nacional, la hecogenina. El desarrollo de todas estas investigaciones han permitido que en el país se disponga de análogos de diferentes estructuras químicas para estudios biológicos y además de cantidades suficientes de algunos de los más activos para validar su efectividad como biorregulador tanto en condiciones *in vitro* como en condiciones de campo.

Se ha prestado mucha atención al modo de acción de los bioestimulantes, los cuales afectan cualitativamente la morfogénesis de las plantas, incrementando el número de hojas, el área foliar, las masas fresca y seca del follaje y de las raíces, así como el número y el crecimiento de hijos y ramas productivas. Estos efectos repercuten, indudablemente, en el rendimiento de los diferentes cultivos, promoviendo el número de espigas en las gramíneas, el número de vainas en las leguminosas, el número de frutos y el número de tubérculos (Núñez et al., 2012).

En Cuba, después de 1993, se comienza la validación de los análogos de brasinoesteroides a nivel de campo experimental por diferentes colectivos de investigadores, evaluándose su efecto sobre diversos cultivos de interés agrícola, corroborando los resultados en el ámbito internacional (Morejón et al., 2007).

La utilización de compuestos brasinoesteroides en la agricultura, gana terreno de manera creciente, teniendo en cuenta su carácter de antiestrés y su efecto intensificador del crecimiento, desarrollo y fructificación a partir de dosis muy reducidas, que lo hacen compatibles con las tendencias actuales orientadas hacia formas sostenibles y ecológicas de intensificación de la producción. Con la aplicación de estos derivados en Cuba, se han reportado incrementos en los rendimientos de cultivos como tomate (Núñez et al., 1995; Fernández et al., 1995); arroz (Yera, 2014; Franco, 1994), tabaco (Pita et al., 1995 y 1999); variedad de frijol Tomeguín 93 (Rosabal et al., 2013).

En otros experimentos, se ha podido constatar que el efecto de los bioestimulantes ha estado relacionado con una mejor economía del agua y una mayor asimilación de CO<sub>2</sub> por el arroz. Al estar las plantas tratadas con productos bioactivos, no solo incrementan la retención de agua, sino que también acelera la tolerancia fisiológica bajo un estado hídrico bajo. Esto permite que aumente la producción de biomasa y con esto la actividad fotosintética, la planta está en mejores condiciones de asimilar las sustancias adsorbidas para posteriormente utilizarlas en la formación de los frutos (Farooq et al., 2009). Así como a un incremento en la concentración de prolina de las hojas y a una regulación de la concentración endógena de otras hormonas vegetales como, por ejemplo, el ácido indoacético y el ácido abscísico (Hathout, 1996; Bajguz & Hayat, 2009; Yuan et al., 2010).

Paralelamente a los trabajos efectuados para conocer los efectos que provocaban las aspersiones foliares con Biobrás 6 en diferentes cultivos, realizadas por los investigadores (Pozo et al., 1994 y Franco, 2002), se comenzó la utilización de otra formulación denominada DI-31 o Biobrás 16 (BB-16) a nivel experimental en condiciones de campo. Así, se ha demostrado la efectividad de esta formulación, cuando las plantas se asperjan foliarmente con determinadas dosis y en etapas específicas del crecimiento y desarrollo de los cultivos.

## **2.4 Acción del biestimulante Biobrás 16.**

El Biobrás 16 es una formulación producida en Cuba, que tiene como ingrediente activo un análogo espirostánico de brasinoesteroides y ha sido utilizada como estimuladora de los rendimientos agrícolas en varios cultivos de importancia económica (Rosabal et al., 2013).

Dentro de los análogos de brasinoesteroides sintetizados en Cuba, según Alarcón et al. (2011) uno de los de mayor aplicación en la agricultura contemporánea es el Biobrás 16, el cual ha sido descrito como un producto capaz de incrementar los rendimientos agrícolas de los cultivos y la resistencia de las plantas a condiciones ambientales adversas.

El Biobrás 16 es uno de los bioproductos que ha incidido positivamente en el incremento de la productividad de diferentes cultivos incluido el frijol, se emplea en concentraciones muy bajas, promueve el desarrollo de las plantas acelerando la elongación y división celular. Además mejora la calidad de las cosechas y aumenta la producción de biomasa (LABIOFAM, 2014).

En el caso específico de este análogo de brasinoesteroide, Reyes et al. (2014) destacan el papel que desempeña en las primeras etapas del crecimiento vegetativo, especialmente como promotor del crecimiento; este análogo se caracteriza por producir la estimulación del crecimiento vegetal, de la reproducción, la interacción con otras hormonas, el aumento de los rendimientos y la producción de biomasa en diferentes cultivos.

El DI-31 o Biobrás 16 (BB-16), de procedencia cubana, ecológicamente inocuo es muy alentador como regulador del crecimiento en la agricultura, constituye un análogo derivado de la diosgenina que es un esteroide comercialmente disponible con grupos funcionales en el núcleo esteroidal para la preparación de estos compuestos. El ingrediente activo es un análogo espirostánicos de brasinoesteroide de fórmula global  $C_{27}H_{42}O_5$ , esta formulación se obtuvo en el Centro de Estudios de Productos Naturales de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana (Salgado et al., 2008).

Así Núñez y Robaina (2000), comprobaron que los bioestimulantes como el Biobrás 16 tienen un efecto sinérgico con las fitohormonas naturales (auxinas, giberelinas y citoquininas), que produce la propia planta, lo que potencializa su efecto y conlleva a que se obtenga una mayor estimulación del crecimiento vegetal. Además señalaron que este producto esteroideal ejerce efectos fisiológicos y bioquímicos muy significativos sobre el ciclo biológico de cultivos, toda una vez, que es capaz de acortarlo, de estimular el proceso de división celular, de modificar diferencialmente la actividad de algunos sistemas enzimáticos tales como: peroxidasa, superóxido-dismutasa, ARN y ADN polimerasas, ribulosa-1,5-difosfato carboxilasa y estimular la fotosíntesis y los procesos de biosíntesis de proteínas y ácidos nucleicos en plantas jóvenes.

Los investigadores Núñez et al. (2012) demostraron que la síntesis del Biobrás 16 es más factible desde el punto de vista económico, que la del Biobrás 6. Elaborándose las instrucciones técnicas para su uso donde recomiendan las dosis y momentos de aplicación a emplear en cada cultivo.

#### **2.4.1 Aplicaciones de Biobrás 16.**

El Biobrás 16 ha sido aplicado en diferentes cultivos en otros países del continente como Colombia, Venezuela y Chile con buenos resultados. Así, por ejemplo, en Venezuela (donde el producto se denomina BIOCRECE), se ha asperjado en cultivos tales como: algodón, maíz, arroz, café y sorgo en cantidades que oscilan entre 10 y 20 mg.ha<sup>-1</sup>, obteniéndose incrementos en los rendimientos que oscilan entre el 7-40 % (Robaina, 1998).

El éxito de las aplicaciones de estos compuestos en condiciones de campo radica en la formulación que se emplee, la selección adecuada de las dosis, el modo y los momentos de aplicación en cada cultivo, así como tener en cuenta las condiciones edafoclimáticas en que ellos se desarrollan (Morejón et al, 2003). Las aplicaciones de bioestimulantes foliares tienen un grupo de exigencias, se realizaran en horas de la tarde para aprovechar las 13 ó 14 horas de humedad

después de la aplicación o en horas muy tempranas de la mañana, siempre a temperaturas entre los 22 y 28 °C (Instructivo Técnico del Arroz, 2006).

Morejón et al. (2007), aplicaron a plantas de arroz de la variedad INCA LP-5, una dosis de 20 mg.ha<sup>-1</sup> de BB-16 fraccionada al 50 % en las fases: inicio de paniculación y llenado del grano, durante dos campañas, en áreas de cuatro productores en la Provincia de Pinar del Río. Los resultados demostraron que, de forma general, en las dos épocas de siembra evaluadas, hubo un efecto positivo del producto aplicado, lográndose un mejor desarrollo vegetativo y un incremento del rendimiento agrícola del cultivo en 0,5 t.ha<sup>-1</sup>. Desarrolló en las plantas tolerancia al estrés biótico y abiótico, como temperaturas altas e influencia de enfermedades fungosas, disminuyendo la incidencia de pericaria. El Biobrás 16 demostró ser un bioproducto económico en su síntesis y en la aplicación del mismo al cultivo del arroz.

La aplicación de Biobrás 16 a dosis de 0,25 Lha<sup>-1</sup> sobre el cultivo del arroz, en el municipio de Aguada de Pasajeros, provincia Cienfuegos, logró un efecto positivo en los indicadores morfológicos tales como: altura de la planta (valor más elevado de la altura de la planta de 61,65 cm), Índice de Área Foliar de la hoja bandera y el número de hijos.m<sup>2</sup> en la variedad de arroz IA-Cuba-31 (Yera, 2014).

El Biobrás 16 aplicado foliarmente a dosis de 0,12 Lha<sup>-1</sup> combinado con Fitomas E a dosis de 2,0 Lha<sup>-1</sup> sobre la variedad de frijol Borinque jaspeado en el municipio de Jatibonico, provincia Sancti Spíritus, mejoró significativamente el comportamiento agropecuario del cultivo del frijol, en las variables morfológicas altura de la planta, granos por planta y el rendimiento. En las variables granos por vaina y masa de 100 granos no manifestó un efecto estimulante la aplicación antes mencionada (Peña et al., 2014).

Estudios realizados por Núñez et al. (2005) en el municipio Gibara, en la provincia de Holguín mostraron que las aplicaciones del producto Biobrás 16 a dosis de 10 mLha<sup>-1</sup> en el cultivo del frijol común desarrolla buen comportamiento en las variables: número de flores por planta, número de vainas por planta, número de

granos por vaina y peso fresco de 100 granos, aumentando los rendimientos. Dichas aplicaciones causaron una menor incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo, demostrando factibilidad económica el tratado con respecto al testigo.

En el municipio de Santa Clara, provincia Villa Clara, el Biobrás 16 (BB-16), asperjado a las semillas o foliarmente, influyó positivamente en el crecimiento y rendimiento de plantas de frijol negro variedad Tomeguín 93. Se muestra que la aspersión foliar de BB-16 con una dosis de  $10 \text{ mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  favorece la altura y la longitud del tallo de plantas de frijol variedad Tomeguín 93, además de que en este tratamiento la aplicación de este producto fue más efectiva que la aspersión a las semillas para estimular el rendimiento de estas plantas. También, la aspersión foliar incrementó el número de vainas y de granos promedio por planta; mientras que la aspersión a las semillas favoreció solamente la masa promedio del grano. De manera que este producto puede favorecer el rendimiento de esta leguminosa (Rosabal et al., 2013).

En el cultivo del tomate con el uso de diferentes concentraciones de Biobrás 16, según Alarcón et al. (2011), la masa seca y fresca fue superior con los tratamientos con este bioestimulante. La altura promedio de las plantas también fue superior cuando se usó este producto a la dosis de  $0,01 \text{ mg l}^{-1}$ . La aplicación del Biobrás 16 presentó valores de rendimiento que oscilaron entre 19,67 y 29,80  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , mientras que con el control se obtuvieron  $14,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , lo que representó incrementos que oscilaron entre 34,45 y 103,69 %. Se atribuyen el incremento del rendimiento a la aplicación del Biobrás 16 por tener un efecto estimulador sobre los procesos de floración y la formación de los frutos y por el aumento del número de frutos.

En la provincia de Granma reportaron Alarcón et al. (2012), que la aplicación del Biobrás 16 y Fitomas E simple o combinada en el cultivo del tomate, variedad Vyta, favoreció la producción de masa seca y la altura promedio de la planta. También favoreció notablemente el rendimiento del tomate al lograrse  $58,13 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , y la factibilidad económica obteniendo  $7851,09 \text{ \$}\cdot\text{ha}^{-1}$ , incrementos significativos en comparación con las plantas controles (sin aplicación). Los valores oscilaron

entre 20,97-141,30 % para el rendimiento. La mejor variante para los indicadores evaluados, resultó la combinación del Fitomas E (0,10 ml.m<sup>-2</sup>) con el análogo de brasinoesteroides, Biobrás 16 (0,01 mg.l<sup>-1</sup>), la cual presentó diferencias significativas con relación al resto de los tratamientos estudiados.

El Biobrás 16 aplicado a una dosis de 1mg.L en la producción de plántulas injertadas de tomate en el Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimitrova", en La Habana, aumentó la altura de las plantas, el número de hojas y el diámetro de la agalla (González, 2004). En la provincia de Granma la aplicación de Biobrás 16 a dosis de 30 mg.ha<sup>-1</sup> en la variedad de tabaco Habana Vuelta Arriba, aumentó la longitud de las hojas, la anchura de las hojas, la altura de las plantas y los rendimientos (González et al., 2000).

El Biobrás 16 ejerce una marcada influencia en el desarrollo de la lechuga en organopónico en la ciudad de Bayamo, mejorando algunos componentes del rendimiento, variables morfológicas del cultivo como longitud de las raíces, longitud de las hojas, número de hojas por planta y masa total de la planta. Influye de manera positiva en los resultados finales obtenidos en condiciones de organopónico (González et al., 2002).

Se demostró mediante estudios realizados en el laboratorio de Fisiología de la Universidad de Pinar del Río, que existen efectos estadísticamente significativos sobre parámetros de crecimiento morfológicos en las plántulas de pepino: el tratamiento más efectivo fue 0,01 ppm Biobrás 16, 16 horas de inmersión que alcanzó una alta significación en cuanto a la longitud de las raíces laterales, al número de raíces laterales y a la longitud del hipocotilo (Cué et al., 2003).

#### **2.4.2 Impacto económico de la aplicación de Biobrás 16.**

El efecto económico por la aplicación del Biobrás 16 en cultivos como el arroz permite lograr aumentos de los valores de producción como consecuencia de los incrementos de los rendimientos. El uso de este producto significa una inversión de 0,44 USD y 1,00 MN por hectárea (Morejón, 2003).

Los resultados de la aplicación de Biobrás 16 es de gran interés científico-técnico y de importancia práctica, pues la sustitución parcial de fertilizante nitrogenado por el uso de biofertilizantes y de un bioestimulador como el BB-16, conllevará no solo a incrementar la producción sino además, a tener una tecnología de producción más amigable con el ambiente y por ende, más sostenible en el tiempo, tal y como se plantea en los Lineamientos del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (2010), donde se trazó como línea, sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente y adecuar la política ambiental a las nuevas proyecciones del entorno económico social, priorizar estudios encaminados a la sostenibilidad del desarrollo del país.

### **2.5 Acción del bioestimulante QuitoMax.**

El QuitoMax (quitosana) es un bioproducto líquido a base de quitosana que funciona como activador de la resistencia innata y las condiciones fisiológicas de las plantas. Mediante aplicaciones preventivas, protege los cultivos contra patógenos potenciales e influye positivamente en el crecimiento, desarrollo y los rendimientos de las plantas (Margarón et al., 2014).

El INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrarias) propone un amplio diapasón de ofertas para lograr un desarrollo sustentable de la agricultura, propios tanto de grandes, como medianas y pequeñas empresas, probada su eficiencia en las condiciones de Cuba y en más de diez países del área. A continuación se mostrará los productos que oferta el INCA: EcoMic, Azofert, Pectimorf, QuitoMax (Margarón et al., 2014).

El exoesqueleto de los crustáceos es muy rico en quitina y la presencia permanente de esta estructura química de manera natural en la biosfera es de 10 gigatoneladas (10<sup>13</sup> kg). Debido a la versatilidad de aplicaciones de sus derivados, principalmente la quitosana y la glucosamina, la quitina es producida a escala industrial, fundamentalmente, a partir de cangrejo, camarón, langosta y langostinos, en cantidades de alrededor de 10 000 toneladas anuales (Falcón et al., 2015).

La quitosana es, entre las oligosacarinas, la más estudiada y de mayores aplicaciones en el campo de la agricultura de pre y poscosecha. Posee tres características esenciales en su actividad biológica que la hacen deseable en este campo, benefician el aumento del crecimiento y los rendimientos de muchos cultivos probados; causan la inducción defensiva y de resistencia contra patógenos en plantas aplicadas y a diferencia de las otras oligosacarinas estudiadas; provoca la inhibición del crecimiento y desarrollo de micro-organismos en general (Falcón et al., 2015).

Las Oligosacarinas según Falcón et al. (2015) fueron primeramente reconocidas como polisacáridos y oligosacáridos que inducían respuestas defensivas y resistencia en plantas. Sin embargo, estudios posteriores desarrollados en la década de los 90 las implicaron, además, en varias respuestas relacionadas con el crecimiento y el desarrollo del vegetal. Un creciente número de resultados de protección contra el estrés abiótico se han informado en plantas con diferentes tipos de tratamiento con quitosanas.

Aunque no se conocen con exactitud los mecanismos por los que la quitosana estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, se ha planteado que está involucrada en procesos fisiológicos, pues evita las pérdidas de agua por vía de la transpiración. La aplicación foliar de quitosana en papa redujo los efectos del estrés hídrico. Por otra parte, a partir de los resultados encontrados en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), se ha señalado que uno de los aspectos a través de los cuales el quitosana estaba influyendo en la reducción de la transpiración es que este producto incrementa los niveles de ácido abscísico en las hojas tratadas, el cual activa el cierre parcial de los estomas (Falcón et al., 2015).

### **2.5.1 Aplicaciones de QuitoMax.**

La aplicación de QuitoMax junto a otros bioproductos como EcoMic, Fitomas-E, Biobrás 16 al cultivo del maíz, realizada en el Departamento de Servicios Agrícola del INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrarias), logra un rendimiento de 5,26 t.ha<sup>-1</sup>, y resultados positivos al disminuir la incidencia de enfermedades fungosas (Calderón et al., 2013).

La aplicación de QuitoMax a diferentes dosis, 200 mg.ha<sup>-1</sup>, 400 mg.ha<sup>-1</sup> y 600mg.ha<sup>-1</sup>, sobre la variedad de frijol Cuba-Cueto-25, en la finca experimental del INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrarias) de enero a marzo, mostró resultados positivos en el desarrollo morfológico y el rendimiento. Los indicadores evaluados con resultados favorables fueron: longitud de los tallos, diámetro de los tallos, número de hojas en planta, número de vainas, número de granos por vaina, masa fresca de 100 granos y rendimientos. Los mejores resultados se obtuvieron a la dosis más baja: 200 mg.ha<sup>-1</sup> (Morales et al., 2016).

En la finca experimental del INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrarias) la aplicación de QuitoMax sobre el cultivo de la papa variedad Spunta indica que a la dosis de 150 mg.ha<sup>-1</sup>, los indicadores evaluados con resultados favorables fueron: longitud de los tallos, diámetro de los tallos, número de hojas en planta, número de tubérculos comerciales, masa fresca de los tubérculos y rendimientos (Morales et al., 2015).

En la provincia de Santiago de Cuba, según Jiménez et al. (2010) se realizaron aplicaciones individuales de los bioproductos: Pectimorf a 15 mg.ha<sup>-1</sup>, Biobrás 16 a mg.ha<sup>-1</sup> y QuitoMax 240 mg.ha<sup>-1</sup>. Estas aplicaciones disminuyeron en el cultivo del maíz la incidencia de las siguientes plagas: pulgón (*Aphis maidis* L.), gorgojo (*Sitophilus orizae*, L.); y evitaron la incidencia de la enfermedad carbón del maíz (*Ustilago maidis*, L.), no siendo así para el control (sin aplicación).

Aplicación de QuitoMax por aspersión foliar en soya, maíz causa variaciones en la fotosíntesis, la conductancia estomática, la transpiración y [CO<sub>2</sub>] intercelular. Cuatro aplicaciones foliares de quitosana en el cultivo de la fresa causan incremento de la altura, número y peso fresco y seco de las hojas y el rendimiento (número y masa). En cultivo de tomate y lechuga aplicaciones de quitosana 100 Kda 0,1 % incrementó crecimiento y rendimientos. 50 % de incremento en la superficie foliar de la lechuga (Falcón et al., 2015).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la finca "Los Almeidas" del productor Armando Padrón Almeida perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Patricio Lumumba, perteneciente a la Empresa Agropecuaria 1<sup>ro</sup> de Mayo, en el municipio de Aguada de Pasajeros, provincia Cienfuegos, durante la campaña de primavera 2015 - 2016. Ubicada en el asentamiento poblacional Santana, con los siguientes límites geográficos: al norte con la Unidad Básica Empresarial (UEB) Ganadera Galeón, al sur con el asentamiento poblacional Santana, por el este con Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) Revolución de Octubre y por el oeste con el asentamiento poblacional Guevara.

Suelo: Tipo Ferralítico Rojo Típico (II A), proceso principal de formación Alitización, con una alteración casi completa de los minerales primarios y materia orgánica bien evolucionada, originado a partir de roca caliza. Perfil del tipo ABC de color rojo en general a través de todo el perfil, friable, su horizonte A contiene de 2-4 % de materia orgánica; el pH muestra comportamiento de medianamente ácido (5.4); ocupan pendientes Llana. El mineral arcilloso predominante es la Arcilla Caolínica (1:1 (75 %)), por ello su Capacidad de Intercambio Catiónico es baja, generalmente menor a 25 Meq / 100 gramos de suelo, así como la fertilidad natural. El drenaje superficial e interno es bueno, mostrando profundidad efectiva muy profundo (119 cm), ello propicia que se adapten a estas condiciones la generalidad de los cultivos de interés agrícola. Este suelo fue descrito, caracterizado y ubicado de acuerdo con la última metodología y versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández et al., 1999).

El clima del municipio de Aguada es tropical y húmedo con vientos predominantes del este. La precipitación promedio anual es de 1400 mm, distribuida en dos períodos: uno fresco y poco lluvioso entre noviembre-abril, así como otro caliente y lluvioso de mayo-octubre. La temperatura media anual es de 24.8°C.

La finca cuenta con 26,84 ha, dedicadas al cultivo del arroz, frijol y el plátano. El cultivo principal es el arroz, el cual se encuentra en 10,8 ha; el frijol ocupa 7,5 ha y el cultivo del plátano 0,12 ha. De las 7,5 ha de frijol 1 ha es ocupada por la

variedad Delicias-364'. Emplean el sistema de riego por aniego, utilizando para la extracción del agua un motor-diesel.

Se utilizó semilla certificada de la variedad de frijol Delicias-364', obtenida por la Empresa Provincial de Semilla. Se realizó la siembra directa a chorrillo de la semilla botánica en septiembre de 2015, con una previa preparación del suelo mediante cinco pases de picadora y surcador, utilizando un tractor YUMZ, además de las actividades agrotécnicas propias del cultivo como son el riego, los tratamientos contra plagas y enfermedades, el escalde, entre otras. La semilla tiene un 93% de germinación, resultado obtenido por la prueba de germinación que se le realizó a 100 semillas de muestra depositadas en un recipiente (adecuado para la germinación), antes de la siembra; y por el muestreo de campo producto de la investigación, para evaluar la germinación ocurrida el 24 de septiembre de 2015 (Anexo IV).

El diseño experimental utilizado fue bloque al azar con cinco tratamientos y cuatro réplicas. El total de parcelas es 20 y cada una tiene 100 plantas, de las cuales se muestrearon 25 por parcela y 100 por tratamiento. Las parcelas tienen un área de 48 m<sup>2</sup>; con un ancho de 4,8 m y un largo de 10 m. Se establece un efecto de borde de 1,60 m alrededor de la parcela; utilizando una distancia de siembra de 0,05 x 0,80 m;(entre plantas de 0,05 m y entre surcos de 0,80 m).

**Tratamientos:**

Biobrás 16 a dosis de 0,025 Lha<sup>-1</sup>

QuitoMax a dosis de 0,050 Lha<sup>-1</sup>

Biobrás 16 a dosis de 0,050 Lha<sup>-1</sup>

QuitoMax a dosis de 0,100 Lha<sup>-1</sup>

Testigo

### Esquema de muestreo del diseño bloque al azar aplicado

<b>Réplica - I</b>	T-1	T-2	T-5	T-3	T-4
<b>- II</b>	T-2	T-5	T-1	T-4	T-3
<b>- III</b>	T-5	T-1	T-2	T-3	T-4
<b>- IV</b>	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5

Se realizaron dos aplicaciones del producto Biobrás 16 a una dosis de 0,025 y 0,050 Lha<sup>-1</sup> y de QuitoMax a dosis de 0,050 y 0,100 Lha<sup>-1</sup> en el cultivo del frijol, variedad Delicias-364<sup>1</sup>. La primera aplicación de los bioproductos se realizó a los 10 días de germinado el frijol y la segunda aplicación a los 25 días de la germinación. Se efectuaron tres muestreos para determinar la altura de las plantas, el inicial a los 10 días de germinado el frijol, antes de la primera aplicación; el segundo a los 25 días de la germinación, antes de la segunda aplicación; y el tercero a los 40 días de la germinación. Se observó el nivel de afectación por hongos fitopatógenos por medio de tres muestreos, uno antes de la primera aplicación, a los 4 días después de cada aplicación y a los 76 días de la germinación.

Para determinar el índice de aborto floral se realizaron dos muestreos, uno a inicios de la floración a los 40 días de la germinación y el otro al madurar las vainas, a los 76 días de la germinación. En este último muestreo también se evaluó la longitud de las vainas, el número de granos por vaina, y el peso de los granos.

Las aspersiones con Biobrás 16 y QuitoMax se realizaron utilizando una mochila SHOGUN de dieciséis litros de capacidad, con boquilla de cono hueco a presión constante en el horario comprendido entre las 6:00 y 7:00 pm, asperjándose el área foliar con una solución final de 320 Lha<sup>-1</sup>.

### **3.1 Evaluación del efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax, a dos dosis de aplicación en las variables morfológicas, el rendimiento y los hongos fitopatógenos en la variedad de frijol Delicias-364'.**

Para determinar el efecto como bioestimulantes, se evaluaron las variables morfológicas y el rendimiento del cultivo del frijol, en 25 plantas al azar por parcela, además de la incidencia de hongos fitopatógenos y se promediaron los valores.

A continuación se describen:

#### **3.1.1 Altura de la planta (centímetros).**

Se muestreo a los 10 días, a los 25 días y a los 40 días de la germinación. Se midió con una cinta métrica desde la base del tallo hasta la yema terminal.

#### **3.1.2 Número de flores y vainas por planta.**

Se muestreo el número de flores a los 40 días de la germinación, el número de vainas se muestreo a los 76 días de la germinación. Se contó el número de flores y vainas por planta.

#### **3.1.3 Longitud de las vainas (centímetros).**

Se muestreo a los 76 días de la germinación. Se midió con una cinta métrica las vainas.

#### **3.1.4 Número de granos por vaina.**

Se muestreo a los 76 días de la germinación. Se determinó tomando 10 vainas por planta, a las que se les contó el número de granos.

#### **3.1.5 Peso de 100 granos (gramos).**

En una balanza analítica se pesaron muestras de 100 granos por parcela, a los 80 días de la germinación.

#### **3.1.6 Rendimiento ( $t \cdot ha^{-1}$ ).**

Se calculó a partir de la producción obtenida entre el área cosechada en hectárea.

### **3.1.7 Evaluación de la incidencia de hongos fitopatógenos del suelo en la variedad de frijol Delicias-364'.**

Para la evaluación de la incidencia de hongos fitopatógenos del suelo en las plantas, se empleó el método de muestreo de campo observando 10 plantas en 10 puntos por parcela en estudio, en la etapa de desarrollo vegetativo del cultivo, según metodología de señalización (INISAV, 2011). En cada planta se observó el nivel de afectación por hongos fitopatógenos por medio de tres muestreos, uno antes de la primera aplicación y a los 4 días después de cada aplicación. Se determinó la distribución en % de los hongos fitopatógenos en las plantas mediante la fórmula de INISAV (1999):

$$D = A / B \times 100$$

Donde

A = Plantas afectadas.

B = Total de plantas.

Se evaluó la incidencia de hongos fitopatógenos enviando muestra de plantas afectadas al laboratorio provincial de sanidad vegetal (LAPROSAV) diagnosticando afectaciones a las raíces de las plantas provocados por los patógenos *Fusarium* sp, *Rizoctonia solani* L. y *Sclerotium* sp.

#### **Procesamiento Estadístico**

A los resultados obtenidos en las evaluaciones se les aplicó los análisis estadísticos de varianza, empleando el paquete estadístico SPSS Versión 15,0 para Windows. Las medias fueron comparadas de acuerdo a la prueba de Tukey con una probabilidad de error del 5%, de  $P \leq 0,05$ .

### **3.2 Determinación de la viabilidad económica del empleo de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax en la variedad de frijol Delicias-364'.**

Para la determinación de la viabilidad económica del empleo de los bioestimulantes Biobras 16 y QuitoMax en la variedad de frijol Delicias-364' en estudio se calculó, mediante la fórmula:

$$\text{Ganancia (G)} = \text{Ingresos} - \text{Costos}$$

Donde:

$$\text{Ingresos} = \text{Producción (t)} \times \text{Precio toneladas frijol}$$

$$\text{Costos} = \text{Gastos de producción}$$

Para determinar la viabilidad económica se utilizó el precio actual de venta del frijol oficial en peso cubano (CUP) que es de 20 979 pesos x tonelada, multiplicado por la producción por tratamiento para calcular los ingresos. Teniendo en cuenta los gastos incurridos en cada tratamiento se obtuvieron los costos. Se calculó la diferencia entre los ingresos y los costos por tratamientos.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **4.1 Evaluación del efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax, a dos dosis de aplicación en las variables morfológicas, el rendimiento y los hongos fitopatógenos en la variedad de frijol Delicias-364'.**

Análisis de los resultados obtenidos del efecto de Biobrás 16 y QuitoMax en la variedad de frijol Delicias-364':

#### **4.1.1 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre la altura de las plantas**

Los resultados obtenidos del efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre la altura de las plantas, revelan que en los primeros 10 días de germinado el cultivo no hay diferencias significativas, pero a partir de los 25 días de la germinación se aprecian resultados positivos sobre la altura de las plantas tratadas, existiendo diferencias significativas entre las parcelas tratadas y las no tratadas, habiendo también diferencias entre las parcelas tratadas con Biobrás 16 y las tratadas con QuitoMax. A los 40 días de germinado el cultivo las plantas tratadas con Biobrás 16 alcanzaron una diferencia superior de 20 a 21 cm de altura con respecto al testigo; mientras que las plantas tratadas con QuitoMax alcanzaron una diferencia de 16 a 17 cm de altura con respecto a las testigo. Siendo las parcelas tratadas con Biobrás 16 a 0,025 y 0,050 Lha<sup>-1</sup> las que obtuvieron mejores resultados sobre la altura, seguido por QuitoMax a 0,100 Lha<sup>-1</sup>, QuitoMax a 0,050 Lha<sup>-1</sup> y el testigo, respectivamente (Tabla.1).

**Tabla.1 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre la altura de las plantas.**

<b>Tratamientos y dosis (Lha<sup>-1</sup>)</b>	<b>A los 10 días (cm)</b>	<b>A los 25 días (cm)</b>	<b>A los 40 días (cm)</b>
Biobrás 16 a 0,025	10,9 ns	42,9a	88,9a
QuitoMax a 0,050	10,2 ns	39,7b	84,8b
Biobrás 16 a 0,050	10 ns	43,7a	89,9a
QuitoMax a 0,100	10,1 ns	40,6b	85,9b
Testigo	10,1 ns	28,6c	68,6c
ET *	0,04	0,31	0,49
CV (%)	11,33	20,34	20,43

Letras diferentes en las columnas presentan diferencias significativas (P<0,05).

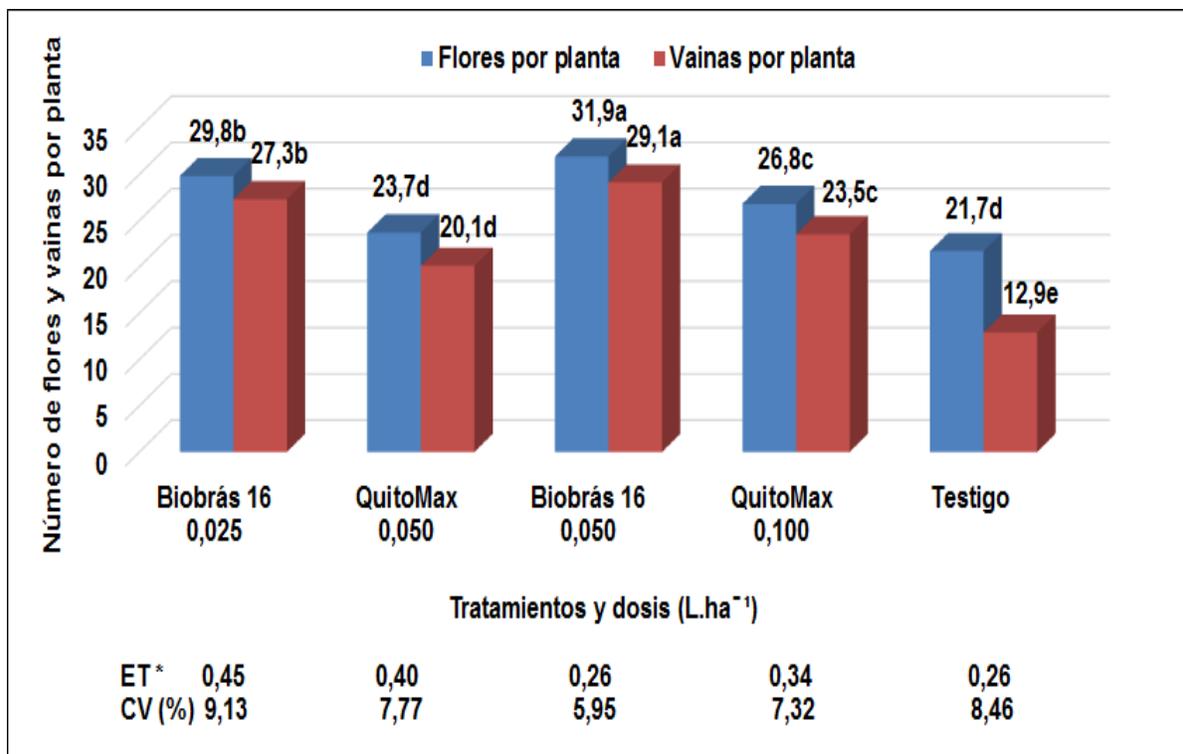
ns: No significativo.

Resultados similares se obtuvieron por LABIOFAM (2014) quienes plantean que los bioestimulantes promueven el desarrollo de las plantas acelerando la elongación y división celular; actúan sobre la productividad de diferentes cultivos incluido el frijol, incrementa en las plantas el número de hojas, el área foliar y el número de ramas productivas. También Rosabal et al. (2013) comprobaron que la aplicación de Biobrás 16 promueve el crecimiento vegetal en cultivos como el frijol negro variedad Tomeguín 93, favorece la longitud del tallo de las plantas logrando un efecto positivo sobre la altura. Así como, Alarcón et al. (2012) determinaron en el cultivo del tomate, variedad Vyta, que la aplicación Biobrás 16 favoreció la altura promedio de las plantas en comparación con el control (sin aplicación). Según Morales et al. (2015) la aplicación de QuitoMax sobre el cultivo de la papa variedad Spunta a la dosis de 150 mg.ha<sup>-1</sup>, mostró resultados favorables sobre la longitud de los tallos, incrementando la altura.

#### **4.1.2 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el número de flores y el número de vainas de las plantas.**

Los resultados obtenidos del efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el número de flores y el número de vainas de las plantas en las parcelas en estudio, indican que existen diferencias significativas entre las parcelas tratadas, y a su vez entre estas y las parcelas testigo, en cuanto a número de flores y número de vainas por planta, presentando las parcelas tratadas resultados positivos con respecto a las no tratadas.

Sin embargo al analizar las plantas de cada parcela se puede observa que no existen diferencias significativas entre el número de flores y el número de vainas en las plantas tratada, pero si hay diferencias entre el número de flores y el número de vainas en las plantas de las parcelas no tratadas. En los tratamientos de Biobrás 16 no se formaron como vainas 2 flores, en los tratamientos de QuitoMax no se formaron como vainas 3 flores y en el testigo 9 flores no se formaron como vainas, demostrando que los tratamientos con estos bioproductos evitan el aborto floral. El tratamiento de Biobrás 16 a  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$  obtuvo los mejores resultados en cuanto al número de flores y al número de vainas por planta, seguido por Biobrás 16 a  $0,025 \text{ Lha}^{-1}$ , QuitoMax a  $0,100 \text{ Lha}^{-1}$ , QuitoMax a  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$  y el testigo (Figura.1).



Letras diferentes en las columnas presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

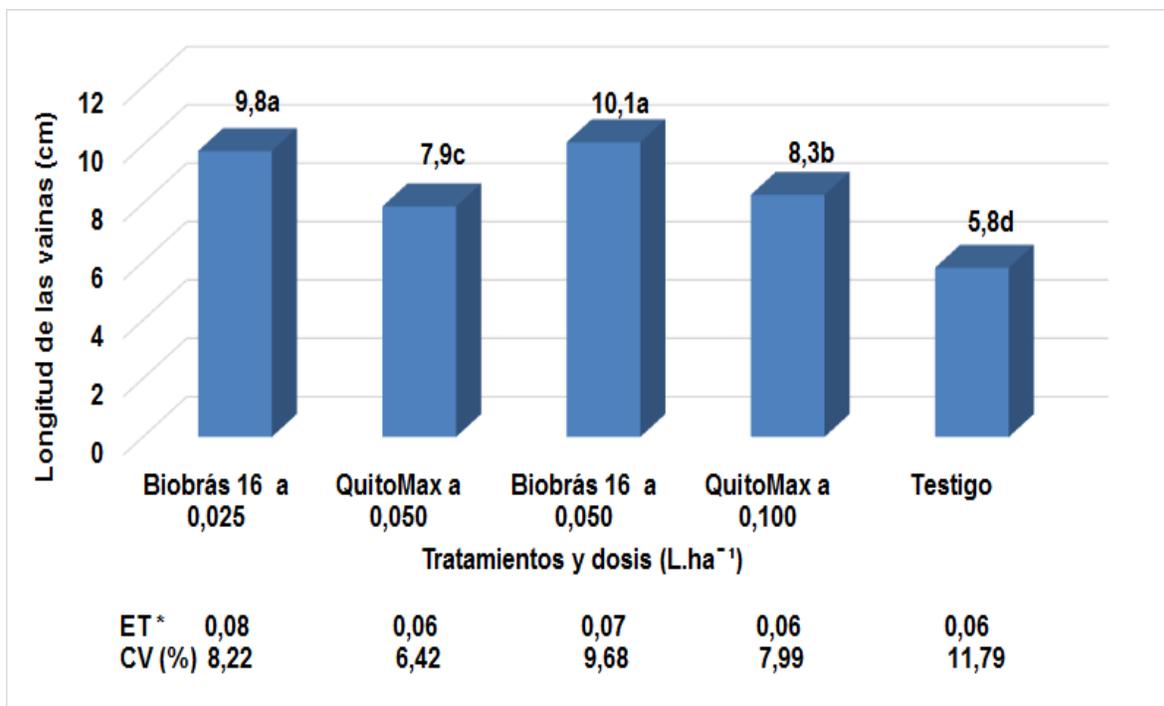
**Figura.1 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el número de flores y el número de vainas de las plantas.**

Esto se corrobora con estudios realizados por Núñez et al. (2012) quienes explican que los bioestimulantes, afectan cualitativamente la morfogénesis de las plantas, repercuten en el aumento del número de vainas en las leguminosas. Coincidiendo también con Alarcón et al. (2011), en el cultivo del tomate con el uso de diferentes concentraciones de Biobrás 16 lograron un efecto estimulador sobre los procesos de floración y formación de los frutos, el número de frutos por planta fue superior en los tratamientos con la concentración de  $0,01 \text{ mg.l}^{-1}$ . También estudios realizados por Núñez et al. (2005) mostraron que las aplicaciones del producto Biobrás 16 a dosis de  $10 \text{ mLha}^{-1}$  en el cultivo del frijol común desarrolla buen comportamiento en las variables: número de flores por planta, número de vainas por planta. Así como con Morales et al. (2016), quienes plantean que la aplicación de QuitoMax a diferentes dosis,  $200 \text{ mg.ha}^{-1}$ ,  $400 \text{ mg.ha}^{-1}$  y  $600 \text{ mg.ha}^{-1}$ ,

sobre la variedad de frijol Cuba-Cueto-25, mostró resultados positivos sobre el número de vainas.

#### **4.1.3 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre la longitud de las vainas en las plantas.**

El análisis del efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre la longitud de las vainas en las plantas de las parcelas en estudio muestra que existen diferencias significativas entre las parcelas tratadas y las no tratadas sobre la longitud de las vainas, presentando las parcelas tratadas resultados positivos con respecto a las testigos. Se mostraron a su vez diferencias entre las parcelas tratadas con Biobrás 16, las tratadas con QuitoMax a  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$  y con QuitoMax a  $0,100 \text{ Lha}^{-1}$ . Los tratamientos de Biobrás 16 alcanzan una diferencia superior de aproximadamente 4 cm de longitud de las vainas con respecto al testigo. Los tratamientos con QuitoMax alcanzaron una diferencia superior de 2 a 2,5 cm con respecto al testigo. Los tratamientos de Biobrás 16 a  $0,025$  y  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$  obtuvieron los mejores resultados sobre la longitud de las vainas, seguido por QuitoMax a  $0,100 \text{ Lha}^{-1}$ , QuitoMax a  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$  y el testigo (Figura.2).



Letras diferentes en las columnas presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

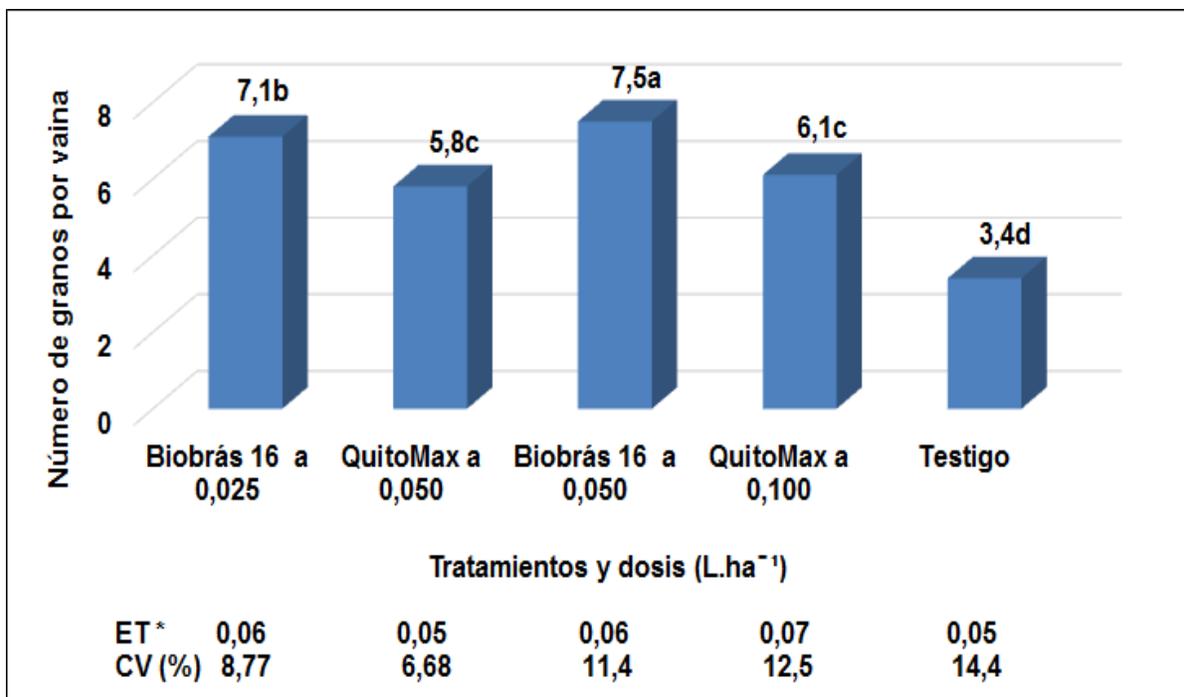
**Figura.2 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre la longitud de las vainas en las plantas.**

Estos resultados se corroboran con los obtenidos por Fernández-Larrea (2013), Álvarez (2014) al señalar que los bioestimulantes ejercen efectos estimuladores del crecimiento y desarrollo vegetal, afectan cualitativamente la morfología de las plantas, y aumentando los rendimientos de leguminosas. Así como Margarón et al. (2014) quienes plantean que el QuitoMax es un bioproducto que activa la resistencia innata y las condiciones fisiológicas de las plantas, influyendo positivamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Investigaciones similares realizadas por Reyes et al. (2014) destacan que el Biobrás 16 se caracteriza por producir la estimulación del crecimiento vegetal y de la reproducción, acelera la elongación y división celular e incrementando la productividad de diferentes cultivos incluido el frijol. Según González et al. (2002) la aplicación de Biobrás 16 ejerce una marcada influencia en el desarrollo de la

lechuga en organopónico, mejora algunos componentes del rendimiento, variables morfológicas del cultivo como longitud de las raíces, longitud de las hojas, etc.

#### **4.1.4 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el número de granos por vainas.**

Los resultados obtenidos del efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el número de granos por vaina en las parcelas en estudio señalan que existen diferencias significativas entre las parcelas tratadas y las testigos, mostrando las parcelas tratadas un aumento en el número de granos por vaina con respecto a las parcelas no tratadas. Se muestran también diferencias entre las parcelas tratadas con Biobrás 16 a  $0,025 \text{ Lha}^{-1}$ , con Biobrás 16 a  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$  y QuitoMax. Los tratamientos de Biobrás 16 alcanzaron una diferencia superior de 3,7 a 4,1 granos por vaina con respecto al testigo, mientras que los tratamientos de QuitoMax alcanzaron una diferencia superior de aproximadamente 2 granos por vaina con respecto al testigo. Siendo el Biobrás 16 a  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$  el tratamiento que obtuvo mejores resultados sobre el número de granos por vaina, seguidos por Biobrás 16 a  $0,025 \text{ Lha}^{-1}$ , QuitoMax a  $0,100 \text{ Lha}^{-1}$ , QuitoMax a  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$  y el testigo (Figura.3).



Letras diferentes en las columnas presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

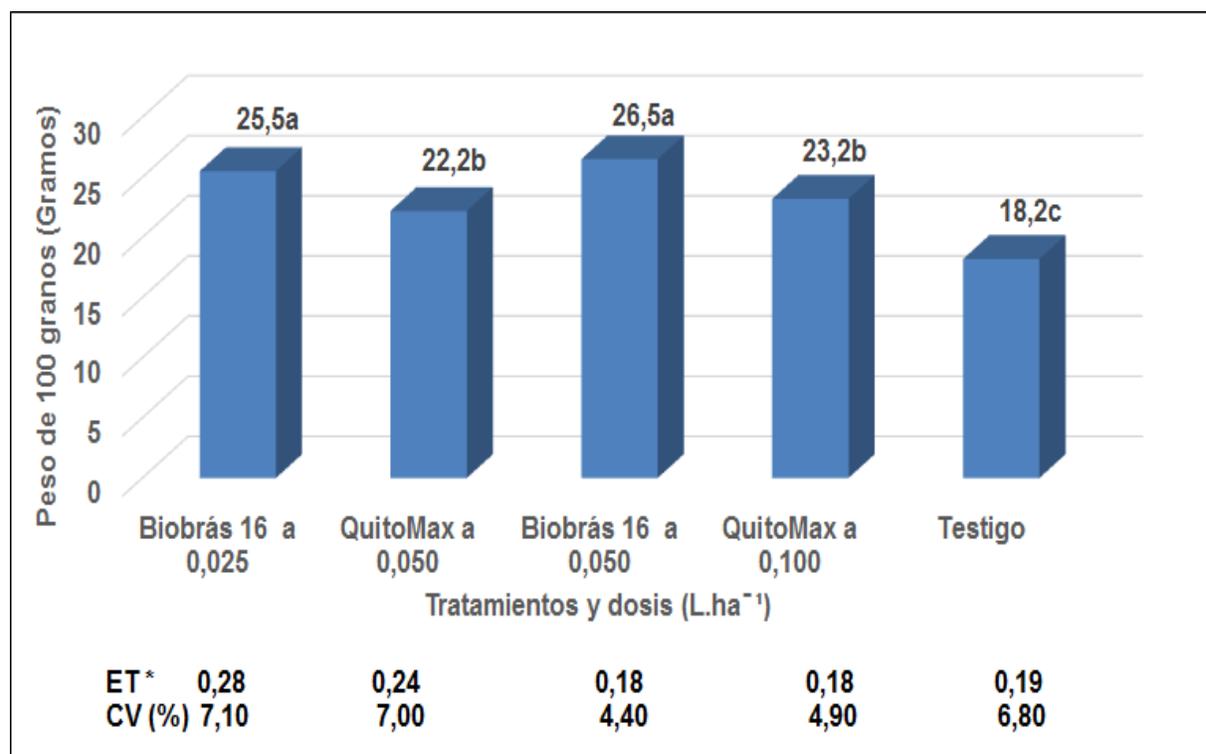
**Figura.3 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el número de granos por vainas en las plantas.**

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Núñez et al. (2005) quienes revelan que las aplicaciones del bioproducto Biobrás 16 en el cultivo del frijol común desarrolla buen comportamiento en variables como: número de vainas por planta, número de granos por vaina. Siendo también los resultados obtenidos similares a los de Morales et al. (2016) con la aplicación de QuitoMax a diferentes dosis,  $200 \text{ mg.ha}^{-1}$ ,  $400 \text{ mg.ha}^{-1}$  y  $600 \text{ mg.ha}^{-1}$ , sobre la variedad de frijol Cuba-Cueto-25, mostrando resultados positivos en indicadores morfológicos como: el número de granos por vaina. Investigaciones realizadas por Ikekawa y Zhao (1991), corroboran lo planteado, al destacar la utilidad de los bioestimulantes en incrementar los rendimientos de los cultivos, la biomasa en los vegetales, los granos en los cereales, etc. Los resultados difieren de los obtenidos por Peña et al. (2014) al aplicar Biobrás 16 foliarmente a dosis de  $0,12 \text{ Lha}^{-1}$  combinado con Fitomas E a dosis de  $2,0 \text{ Lha}^{-1}$  sobre la variedad de frijol Borinque jaspeado y no

manifiestar un efecto estimulante en las variables granos por vaina y masa de 100 granos

#### 4.1.5 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el peso de 100 granos.

El efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el peso de 100 granos en las parcelas en estudio revela que existen diferencias significativas entre las parcelas tratadas y las no tratadas, muestran las parcelas tratadas mejores resultados sobre el peso de 100 granos. Existen diferencias a su vez, entre las parcelas tratadas con Biobrás 16 y las tratadas con QuitoMax. Alcanzaron los tratamientos de Biobrás 16 una diferencia superior de 7 a 8 gramos de peso más que el testigo; los tratamientos de QuitoMax alcanzaron de 4 a 5 gramos de peso con respecto al testigo. Los mejores resultados sobre el peso de 100 granos en las parcelas en estudio lo obtuvieron los tratamientos de Biobrás 16 a 0,025 y 0,050 Lha<sup>-1</sup>, seguidos por QuitoMax a 0,100 Lha<sup>-1</sup>, QuitoMax a 0,050 Lha<sup>-1</sup> y el testigo (Figura.4).



Letras diferentes en las columnas presentan diferencias significativas (P<0,05).

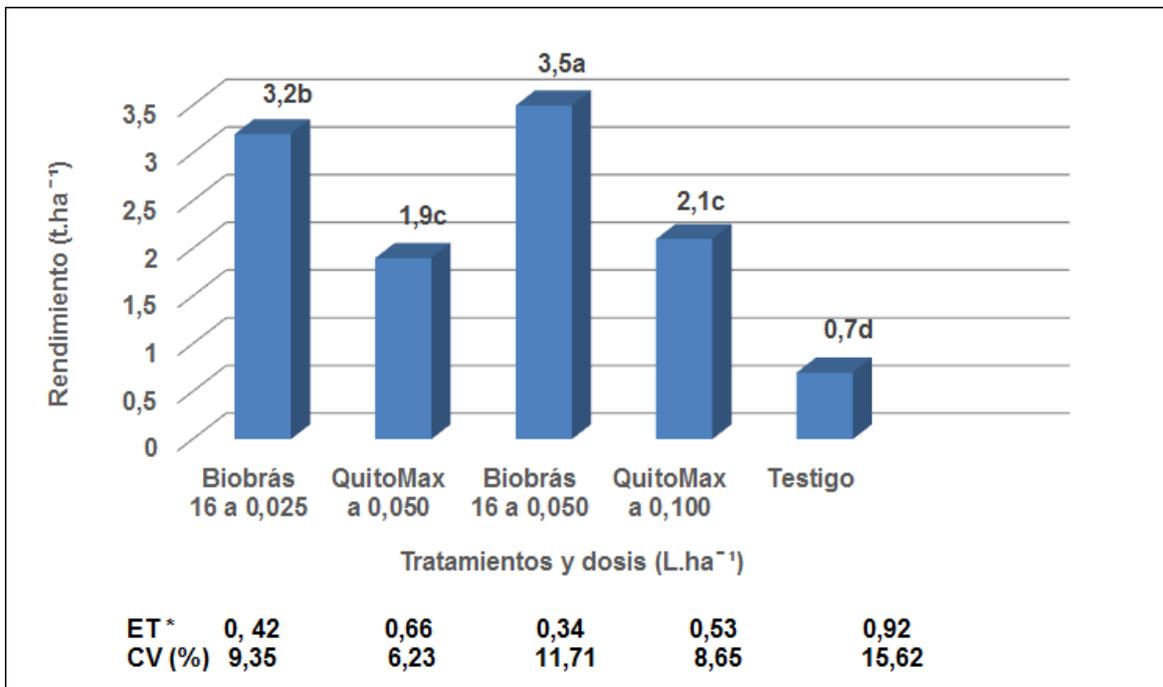
**Figura.4 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el peso de 100 granos.**

Resultados similares se obtuvieron por Núñez et al. (2012) quienes explican que los bioestimulantes afectan cualitativamente la morfogénesis de las plantas, incrementando las masas fresca y seca, efectos que repercuten en el rendimiento de los diferentes cultivos. Así como Ikekawa y Zhao (1991) encontraron incrementos de forma significativa en cultivos como el trigo atribuido al aumento en el peso de los granos. Coincidiendo igualmente con Morales et al. (2016) quienes plantean que la aplicación de QuitoMax sobre el cultivo de la papa variedad Spunta y el frijol variedad Cuba-Cueto-25 favorece el aumento de la masa seca de los tubérculos y la masa seca de 100 granos. También con experimentos realizados por Farooq et al. (2009) en el cultivo del arroz, quienes pudieron constatar que al estar las plantas tratadas con bioestimulantes, incrementan la retención de agua y aceleran la tolerancia fisiológica en un estado hídrico bajo, aumentan la producción de biomasa, asimilan las sustancias adsorbidas para posteriormente utilizarlas en la formación de los frutos. Los resultados difieren de los obtenidos por Peña et al. (2014) al aplicar Biobrás 16 foliarmente a dosis de  $0,12 \text{ Lha}^{-1}$  combinado con Fitomas E a dosis de  $2,0 \text{ Lha}^{-1}$  sobre la variedad de frijol Borinque jaspeado y no manifestar un efecto estimulante en las variables granos por vaina y masa de 100 granos.

#### **4.1.6 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el rendimiento de las plantas.**

La evaluación de los resultados obtenidos del efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el rendimiento de las plantas, permite observar que existen diferencias significativas entre las parcelas tratadas y las testigos, presentando las parcelas tratadas resultados superiores sobre el rendimiento. A su vez, también se muestran diferencias entre las parcelas tratadas con Biobrás 16 a  $0,025 \text{ Lha}^{-1}$ , con Biobrás 16 a  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$  y con QuitoMax. Alcanzaron los tratamientos de Biobrás 16 una diferencia superior de  $2,5$  a  $2,8 \text{ t.ha}^{-1}$  con respecto a los rendimientos obtenidos en el testigo. Los tratamientos de QuitoMax alcanzaron una diferencia superior de aproximadamente  $1,4 \text{ t.ha}^{-1}$  de rendimiento con respecto al testigo. Los mejores resultados en los rendimientos se lograron en el tratamientos de Biobrás 16 a  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$  superando al testigo en  $2,8 \text{ t.ha}^{-1}$  y a la media del año 2015 del municipio de Aguada que es de  $0,9 \text{ t.ha}^{-1}$ , seguido por los tratamientos

de Biobrás 16 a 0,025 Lha<sup>-1</sup>, QuitoMax a 0,100 Lha<sup>-1</sup>, QuitoMax a 0,050 Lha<sup>-1</sup> y el testigo, respectivamente (Figura.5).



Letras diferentes en las columnas presentan diferencias significativas (P<0,05).

**Figura.5 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre el rendimiento de las plantas.**

Resultados similares se obtuvieron por Alarcón et al. (2011) en el cultivo del tomate obtuvieron resultados positivos con la concentración de 0,01 mg.l<sup>-1</sup> de Biobrás 16, la aplicación presentó valores de rendimiento que oscilaron entre 19,67 y 29,80 t.ha<sup>-1</sup>, mientras que con el control se obtuvieron 14,63 t.ha<sup>-1</sup>, lo que representó incrementos que oscilaron entre 34,45 y 103,69 %. También con estudios realizados por Morejón et al. (2007), al aplicar a plantas de arroz el bioestimulante Biobrás 16 mostró un efecto positivo, lográndose un mejor desarrollo vegetativo y un incremento del rendimiento agrícola del cultivo aproximadamente de 0,5 t.ha<sup>-1</sup> y un comportamiento positivo. Se encontraron similitudes de igual forma con Calderón et al. (2013) al aplicar Biobrás 16 y

QuitoMax junto a otros bioestimulantes, logrando un rendimiento de 5,26 t.ha<sup>-1</sup> en el cultivo del maíz. Según Falcón et al. (2015) cuatro aplicaciones foliares de QuitoMax en el cultivo de la fresa causan incremento en el rendimiento (número y masa).

#### **4.1.7 Evaluación de la incidencia de hongos fitopatógenos del suelo en la variedad de frijol Delicias-364'.**

Cuando se analizan los resultados obtenidos del efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre la incidencia de hongos fitopatógenos (*Fusarium* sp, *Rizoctonia solani* L. y *Sclerotium* sp.) en las plantas de las parcelas en estudio, muestran que no existen diferencias entre las parcelas a los 10 días de germinado el cultivo. A los 14 días de la germinación no se presentan diferencias significativas entre las parcelas tratadas, pero sí entre estas y las testigos, mostraron las parcelas tratadas una menor incidencia de hongos fitopatógenos con respecto a las parcelas no tratadas. A partir de los 29 días de la germinación los niveles de infestación provocados por estos hongos en las parcelas tratadas fueron controlados por la acción de los bioestimulantes, manteniéndose niveles ligeros por debajo del 3%, y en las parcelas no tratadas se incrementaron a nivel medio (9%), permaneciendo así hasta la etapa de cosecha del cultivo. Se demuestra la resistencia contra patógenos que pueden activar estos bioestimulantes en el cultivo, posibilitando la obtención de altos rendimientos en las parcelas tratadas con respecto a las parcelas testigo y a la media del año 2015 en el municipio de Aguada (Tabla.2).

**Tabla.2 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre la incidencia de hongos fitopatógenos: *Fusarium* sp, *Rizoctonia solani* L. y *Sclerotium* sp. en las plantas de las parcelas en estudio.**

Tratamientos y dosis (Lha <sup>-1</sup> )	A los 10 días (%)	A los 14 días (%)	A los 29 días (%)	A los 76 días (%)
Biobrás 16 a 0,025	6 ns	5a	3a	3a
QuitoMax a 0,050	5 ns	4a	3a	3a
Biobrás 16 a 0,050	3 ns	3a	2a	2a
QuitoMax a 0,100	4 ns	3a	2a	2a
Testigo	5 ns	7b	9b	9b
ET *	0,02	0,03	0,03	0,03
CV (%)	22,8	20	16,8	16,8

Letras diferentes en las columnas presentan diferencias significativas (P<0,05).

ns: No significativo.

Los resultados coinciden con lo planteado por Fernández-Larrea (2013), quienes explican que como estrategia de desarrollo, en Cuba al combatir plagas y enfermedades la influencia negativa sobre el ambiente puede ser manejada desarrollado nuevas sustancias químicas sintéticas como son los reguladores del crecimiento. Según Álvarez (2014), las respuestas a los bioestimulantes incluyen efectos sobre la inducción de resistencia contra estrés biótico y abiótico, además, interactúa con las señales ambientales y afecta el desarrollo de insectos y hongos patógenos de plantas, favoreciendo el crecimiento, desarrollo y el rendimiento de

los cultivos, con una disminución del uso de sustancias químicas. Encontrando similitudes también con investigaciones realizadas por Morejón et al. (2007), al aplicar a plantas de arroz de la variedad INCA LP-5, una dosis de 20 mg.ha<sup>-1</sup> de Biobrás 16 lograron un incremento del rendimiento, desarrollando en las plantas tolerancia al estrés biótico y abiótico, como la influencia de enfermedades fungosas, disminuyendo la incidencia de pericularia (*Pyricularia oryzae* L.). Así como Jiménez et al. (2010) al realizar aplicaciones individuales de los bioproductos: Biobrás 16 a mg.ha<sup>-1</sup> y QuitoMax a 240 mg.ha<sup>-1</sup> disminuyen en el cultivo del maíz la incidencia de las siguientes plagas: pulgón (*Aphis maidis* L.), gorgojo (*Sitophilus orizae*, L.), además evitaron la incidencia de la enfermedad carbón del maíz (*Ustilago maidis*, L.), no siendo así para el control (sin aplicación). Al igual que con los resultados obtenidos por Calderón et al. (2013), con la aplicación de QuitoMax junto a otros bioproductos como Biobrás 16 al cultivo del maíz, logrando aumentar los rendimientos y disminuir la incidencia de enfermedades fungosas.

#### **4.1.8 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre la variedad de frijol Delicias-364' ante las condiciones meteorológicas del medio.**

El efecto de las aplicaciones de Biobrás 16 y QuitoMax mostró resultados positivos sobre la altura de las plantas, número de flores y número de vainas, longitud de las vainas, número de granos por vaina, el peso de 100 granos por parcela, el rendimiento; además de una menor incidencia de hongos fitopatógenos (*Fusarium* sp, *Rizoctonia solani* L. y *Sclerotium* sp.) en las plantas ante condiciones meteorológicas no favorables como: abundante precipitaciones y humedad en la etapa de cosecha; desarrollando las variables morfológicas del cultivo y activando la resistencia del cultivo ante patógenos del suelo, manteniendo niveles ligeros de infestación. La temperatura presente durante todo el ciclo vegetativo del cultivo fue la óptima entre los 18 °C y 27 °C.

Se obtuvieron altos rendimientos en las parcelas tratadas con respecto a los obtenidos en las parcelas testigo y a la media del año 2015 del municipio de

Aguada, demostrando la resistencia que activan estos bioestimulantes en las plantas ante factores abióticos tales como: precipitaciones y humedad relativa; y ante factores bióticos como son la incidencia de hongos fitopatógenos en condiciones meteorológicas adversas como las antes mencionadas (Tabla.3).

**Tabla.3 Efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre la variedad de frijol Delicias-364' ante las condiciones meteorológicas del medio.**

<b>Variables meteorológicas</b>	<b>A los 10 días</b>	<b>A los 25 días</b>	<b>A los 40 días</b>	<b>A los 76 días</b>
Temperatura (°C)	25,8	25,7	25,8	27,4
Precipitaciones (mm)	69,4	99,3	71	124,5
Humedad relativa (%)	80	88	82	80

Resultados similares se obtuvieron por Ramos et al. (2013), Kagale et al. (2007) quienes afirman que los bioestimulantes forman parte de la agricultura ecológica, incluyendo efectos sobre la inducción de resistencia contra estrés biótico y abiótico, además, interactúan con las señales ambientales y afecta el desarrollo de insectos y hongos patógenos de plantas, favoreciendo los rendimientos con una disminución del uso de sustancias químicas. También con el MINAG (1991) que destaca que el exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta de frijol, favorece el ataque de gran número de enfermedades y que las temperaturas óptimas para el desarrollo de leguminosas de granos fluctúan entre los 18 °C y 27 °C. Corroborando con estudios realizados por Morejón et al. (2007) en plantas de arroz de la variedad INCA LP-5, al aplicar a una dosis de 20 mg.ha<sup>-1</sup> de Biobrás 16 demostrando en diferentes épocas de siembra tolerancia al estrés biótico y abiótico, como temperaturas altas, incidencia de enfermedades fungosas, etc. Coincidiendo igualmente con Margarón et al. (2014) al plantear que el QuitoMax

es un bioproducto líquido activador de la resistencia innata y las condiciones fisiológicas de las plantas, protegiendo los cultivos contra patógenos potenciales e influye positivamente en el crecimiento, desarrollo y los rendimientos de las planta.

#### **4.2 Determinación de la viabilidad económica del empleo de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax en la variedad de frijol Delicias-364'.**

##### **Valoración económica del efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre las plantas.**

Los resultados económicos del empleo de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax sobre las plantas, son obtenidos entre otros elementos, a través de un análisis de la relación de gastos efectuados para una hectárea de frijol, los cuales revelan que el costo del tratamiento testigo es de \$ 13 493,00, y el costo de los tratamientos de Biobrás 16 y QuitoMax equivale a la cifra antes mencionada sumado al precio de las dosis utilizadas de estos bioestimulantes. Las actividades que implicaron mayores gastos fueron la compra de 70 kg de semilla a \$ 2236, el riego por aniego con turbina de petróleo a \$1100, el combustible (petróleo) asignado a \$ 1311 y el extra a \$ 2000, la aplicación de insecticida a \$ 1200 aproximadamente, y la cosecha a \$ 1200. Un elemento que implica un gasto destacado es la fuerza de trabajo contratada para actividades como: la fertilización, la siembra, la aplicación de herbicidas e insecticidas y la cosecha; donde se paga la jornada a \$ 100 pesos por persona. El precio y las dosis aplicadas del bioproducto QuitoMax son mayores en comparación al Biobrás 16, por tanto, su utilización conlleva a un mayor costo (Tabla.4).

**Tabla.4 Relación de gastos efectuados para 1 ha de frijol.**

Actividades	U/M	Cantidad	Precio x unidad	Importe
Chapea mecanizada	ha	1	240,00	240,00
Picadora	ha	4	120,00	480,00
Surque y tape	ha	1	240,00	240,00
Fertilización a fondo surco (NPK)	Sacos	10	65,63	656,30
Fertilización (N)	Sacos	5	37,40	374,00
Semilla	Kg	70	31,95	2236,00
Cultivos	ha	3	120,00	360,00
Fuerza de trabajo	Jornales	14	100,00	1400,00
Riego a niego con turbina de petróleo	Jornales	11	100,00	1100,00
Combustibles (petróleo) asignado	L	437	3,00	1311,00
Combustibles (petróleo) extra	L	100	20,00	2000,00
Herbicidas				
Ágil	L	1	87,00	87,00
Ben	L	1	66,50	66,50
Furore	L	1	14,25	14,25
Insecticida	L	12	100,00	1200,00
Dilan	L	1	28,50	28,50
Fuerza de trabajo	Jornales	5	100,00	500,00
Cosecha	Jornales	12	100,00	1200,00
Subtotal				<b>13493,00</b>
Bioestimulantes aplicados				
Biobrás 16 a 0,025 Lha <sup>-1</sup>	L	0,050	42,44	2,12

QuitoMax a 0,050 Lha <sup>-1</sup>	L	0,100	171,80	17,18
Biobrás 16 a 0,050 Lha <sup>-1</sup>	L	0,100	42,44	4,24
QuitoMax a 0,100 Lha <sup>-1</sup>	L	0,200	171,80	34,36

Los resultados económicos obtenidos de los tratamientos con Biobrás 16 y QuitoMax muestran que los ingresos y ganancias aportados fueron significativamente superiores en las parcelas tratadas con respecto a las parcelas no tratadas.

Los ingresos aportados por los tratamientos de Biobrás 16 tuvieron mayores ganancias y menor costo que los tratamientos de QuitoMax. Los costos de los tratamientos fueron similares por ser barato el costo de los bioproductos, aunque el Biobrás 16 tuvo menor costo por tener menor precio y haberse aplicado en dosis más bajas. Con respecto al testigo los tratamientos tuvieron mayor costo, pero una diferencia que no es significativa teniendo en cuenta los ingresos y ganancias obtenidos con dichos tratamientos. El tratamiento que obtuvo mejores resultados económicos fue el Biobrás 16 a 0,050 Lha<sup>-1</sup>, seguido por Biobrás 16 a 0,025 Lha<sup>-1</sup>, QuitoMax a 0,100 Lha<sup>-1</sup>, QuitoMax a 0,050 Lha<sup>-1</sup> y el testigo. Siendo \$ 25 146,00 la diferencia de las ganancias obtenidas entre el tratamiento de menores resultados QuitoMax a 0,050 Lha<sup>-1</sup> y el testigo, demostrando con esto la factibilidad económica de los tratamientos (Tabla.5).

**Tabla.5 Valoración económica del efecto de Biobrás 16 y QuitoMax sobre las planta.**

<b>Tratamientos y dosis (Lha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Rendimientos (t.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Valor de la producción (m.p.)</b>	<b>Costo Total (m.p.)</b>	<b>Ganancia (m.p.)</b>
Biobrás 16 a 0,050	3,5	73395,00	13498,00	59897,00
Biobrás 16 a 0,025	3,2	67104,00	13496,00	53608,00
QuitoMax a 0,100	2,1	44037,00	13528,00	30509,00
QuitoMax a 0,050	1,9	39843,00	13511,00	26332,00
Testigo	0,7	14679,00	13493,00	1186,00

Estos resultados coinciden con lo planteado por Rosabal et al. (2013); Jay et al. (2011); Doyle y Erickson (2012), quienes señalan que el objetivo del empleo de productos naturales es sustituir importaciones y disminuir los costos de producción a nivel nacional, por su contribución en la reducción de insumos externos, por mejorar la calidad y cantidad de los recursos internos. También con Morejón (2003) y Núñez et al. (2012) al afirmar que el efecto económico por la aplicación del Biobrás 16 en cultivos como el arroz permite lograr aumentos de los valores de producción como consecuencia de los incrementos de los rendimientos, siendo este bioestimulante más factible desde el punto de vista económico que el Biobrás 6. Así como con Alarcón et al. (2012), al aplicar Biobrás 16 y Fitomas E simple o combinados en el cultivo del tomate, variedad Vyta, favorecen notablemente el rendimiento del tomate al lograrse 58,13 t.ha<sup>-1</sup>, y la factibilidad económica obteniendo 7851,09 \$.ha<sup>-1</sup>, incrementos significativos en comparación con las plantas controles (sin aplicación). Según Morejón et al. (2007), aplicaron a plantas de arroz de la variedad INCA LP-5 Biobrás 16 a dosis de 20 mg.ha<sup>-1</sup> incrementando el rendimiento agrícola del cultivo en 0,5 t.ha<sup>-1</sup> y demostrando ser un bioproducto económico en su síntesis y en la aplicación del mismo al cultivo del

arroz. Estudios realizados por Nuñez et al. (2005) mostraron que las aplicaciones del producto Biobrás 16 a dosis de 10 mLha<sup>-1</sup> en el cultivo del frijol común desarrolla buen comportamiento en las variables morfológicas y aumenta los rendimientos. Demostró factibilidad económica el tratado con respecto al testigo.

El empleo de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax sobre el cultivo del frijol variedad Delicias-364', constituye una alternativa biológica ecológicamente segura, que desarrolla variables morfológicas tales como altura de la planta (cm), número flores y vainas por planta, longitud de las vainas (cm), granos por vaina y peso de los granos (g). Incrementa los rendimientos del cultivo, además causa una menor incidencia de los siguientes hongos fitopatógenos: *Fusarium* sp, *Rizoctonia solani* L. y *Sclerotium* sp. El uso de estos bioestimulantes es una forma equilibrada de producción, que toma en cuenta la preservación del medio ambiente y de un mejor desarrollo de las fases morfológicas del cultivo, aumentando los rendimientos y la factibilidad económica de las producciones; fomentando una agricultura sostenible.

## CONCLUSIONES

- Las aplicaciones de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax a dos dosis, produjeron un efecto positivo con respecto al testigo en las variables morfológicas tales como: altura de la planta, flores y vainas por planta, longitud de las vainas, granos por vaina, peso de 100 granos por parcela, los rendimientos, y una menor incidencia de hongos fitopatógenos. El mejor resultado lo obtuvo el tratamiento de Biobrás 16 a  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$ .
- Todos los tratamientos mostraron efectividad económica y el mayor costo beneficio se logró con Biobrás 16 a  $0,050 \text{ Lha}^{-1}$ .

## RECOMENDACIONES

- Realizar estudio sobre el efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax a dosis más bajas, en el cultivo del frijol y otros cultivos de importancia económica, en diferentes épocas de siembra en la provincia de Cienfuegos.
- Considerar los resultados obtenidos en este trabajo y aplicar a la producción esta alternativa biológica, ecológicamente segura y factible económicamente.
- Socializar los resultados obtenidos mediante la publicación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adam, G. & Marquardt, V. (1986). Brassinosteroids. *Phytochem*, 25, p. 1787-1799.
- Alarcón M. (2002). Evaluación del Biobrás-16 en el cultivo de la lechuga. *Centro Agrícola*, (1), año 29, enero-marzo, 2002.
- Alarcón, A., Barreiro, P., Godefoy, M., & Boicet, T. (2011) Efecto del Biobrás 16 en algunos indicadores del crecimiento y rendimiento del tomate, variedad "Campbell-28". *Revista Granma Ciencia*. 15 (2)
- Alarcón, Z. A., Barreiro, E. P. & Díaz, S. Y. (2012). Efecto del Biobrás 16 y el Fitomas E en algunos indicadores del crecimiento y el rendimiento del tomate (*Solanum Lycopersicum*, Lin) variedad "Vyta". *Revista Granma Ciencia*, 1 (16).
- Alonso, E. (1990) *Síntesis de análogos espiroestánicos de brasinoesteroides*. (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de la Habana, La Habana, Cuba.
- Alonso, G. (2010). *Enfrentamiento al cambio climático en Cuba*. Programa. Resúmenes. II Congreso Producción Animal Tropical. Tomo I. Palacio de Convenciones La Habana. Cuba. 10 pp.
- Álvarez, C. N. (2014). *Comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes frecuencia de aplicación del VIUSID agro*. (Tesis en opción al título de Ingeniera Agrónoma). Facultad Agropecuaria. Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez" Cuba.
- Araya C, M. (2008). Guía de identificación y manejo integrado de las enfermedades del frijol en América Central / IICA/ Recuperado a partir de [http://book,google.com.cu](http://book.google.com.cu).
- Arias, A. (2010) Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería* 02, (02), pag. 42–45.
- Bajguz, A. y Hayat, S. (2009) Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47, 1 -8.

- Broughton, W. J., HG. Blair MW, B.S & Gepts P, V.J. (2003). "*Beans (Phaseolus spp.) model food legumes*", en *Plant and Soil*, 252, 2003.
- Calderón A.; otros autores, (2013). Respuesta del Maíz Híbrido (*Zea mays* L.) al Suministro de Nitrógeno y Aplicación de Ecomic y Bioproductos.
- Campos Ávila, J. (1987). *Enfermedades del frijol causadas por hongos*. Guía de estudio. CIAT. Recuperado a partir de: <http://book.google.com.cu>.
- Cárdenas Quintana, H.; Gómez Bravo, C.; Díaz Novoa, J. & Camarena Mayta, F. (2000). Evaluación de la calidad de la proteína de 4 variedades mejoradas de frijol. *Rev. Cubana Aliment. Nutr.* 14, (1), p. 23-27.
- Cardona, C. & Cortés, M. L. (1991). Evaluación económica de la tolerancia de variedades de frijol al lorito verde *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Homóptera: Cicadellidae). *Rev. Colombiana de Entomología*, 17(2), 19-23 pp.
- Cecilia, Y. (2002). Caracterización de dos nuevas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Y diagnóstico del manejo de este cultivo en un municipio de la provincia de Cienfuegos. (Trabajo de diploma) UCF. Cienfuegos.
- Chailloux, M. H.G.; Caballero. R. & Faure, B. (1995). Producción de frijol en Cuba: situación actual y perspectiva inmediata. *Agronomía Mesoamericana* 7(2): 98-107.
- Cruz F. C. & González N.L. (enero-abril, 2011). Respuesta agronómica de la variedad de tabaco (*Nicotiana tabacum*, Lin) Habana-2000 a las aplicaciones de algunas sustancias bioestimulantes. *Revista Electrónica Granma Ciencia*. 15, (1)
- Cué J.L.; Ferro N. & Estévez M. (oct.-dic, 2003). Efecto del Biobrás 16 sobre la germinación de las semillas y la morfología de las plántulas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*, var. SS-5). *Centro Agrícola*, 30 (4).
- Debouck DG & Hidalgo R. (1985) Morfología de la planta de frijol común. En: *Frijol: Investigación y Producción*. CIAT-PNUD.

- Doyle, P.M., & Erickson, C.M. (2012). Opportunities for mitigating pathogen contamination during on-farm food product. *International Journal of Food Microbiology*, 152(3): 54-74.
- Falcón A.B., Costales D., González D., Peña F. & Nápoles G. (2015). Nuevos Productos Naturales para la Agricultura: Las Oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*, 36, (especial), pp. 111-129
- FAO (Food and Agriculture Organization) (2008). Seguimiento del Mercado del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Recuperado a partir de: <http://www.fao.org>.
- FAO (Food and Agriculture Organization) (2010). Seguimiento del Mercado del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). [http://www.fao.org/ag/AGP/AGPS/Pgrfa/pdf/swrshr\\_s.pdf/](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPS/Pgrfa/pdf/swrshr_s.pdf/).
- FAO (Food and Agriculture Organization) (2011). Seguimiento del Mercado del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). [http://www.fao.org/ag/AGP/AGPS/Pgrfa/pdf/swrshr\\_s.pdf/](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPS/Pgrfa/pdf/swrshr_s.pdf/).
- Farooq, M., Wahid, A., Basra, S. M. A., & Din, I-ud. (2009). Improving water relations and gas exchange with brassinosteroids in rice under drought stress. *J. Agron. CropSci.*, 195, 262-269.
- FAS., USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) (2011). *Comportamiento de las exportaciones de Países Relevantes Enero /Diciembre (Miles de Toneladas)*. Santiago, Chile: Contrisa comercializador de Trigo S.A.
- Fernández, A. y otros autores (1995). Influencia del análogo de brasinoesteroide DDA-6 en el cultivo de tomate. En: Taller de Productos Bioactivos, Taller de Brasinoesteroides. La Habana: INCA.
- Fernández-Larrea, V.O. (2013). Programa para la recuperación de bioplaguicidas, biofertilizantes y bioestimulantes en Cuba. *Agricultura Orgánica*, 2: 2-5
- Franco, I. (1994). Efectividad del Brasinoesteroide DAA-6 en el cultivo de arroz. *Cultivos Tropicales*, 15(3):79.

- Medina, L. & Cordero, E. (1991). Influencia de la variedad y el momento de recolección.
- Franco, I. (2002). Efecto del análogo del Brasinoesteroide Biobrás 6 sobre el crecimiento y desarrollo en dos variedades de arroz. En *II Congreso Internacional del Arroz. La Habana, Cuba: Il arroz.*
- García A. (2003). "Sustitución de importaciones de alimentos en Cuba: necesidad vs. posibilidad XXIV Congreso de la Asociación de Estudios Latinoamericanos, LASA, Dallas, Texas, EE. UU.
- García Y. (2013). Efecto de la aplicación del brasinoesteroide Biobrás 16 en la variedad IACUBA-31 de *Oryza sativa* Lin. (Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey.
- Gepts, P. (2001). *Phaseolus vulgaris* (Beans) 2
- González G.; Núñez M.; Jiménez M. C.; Jomarrón I.; Coll F.; Robaina C. & Alarcón M. (enero-marzo, 2002). Evaluación del Biobrás 16 en el cultivo de la lechuga. *Centro Agrícola*, 29 (1).
- González, B. (2002). *Espectro patológico de las principales enfermedades del cultivo del arroz.* (Tesis de maestría no publicada). Facultad de Agronomía. Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.
- González, F.M. (septiembre-diciembre, 2004). Efecto de la aplicación de Biobrás 16 en la producción de plántulas injertadas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Revista Temas de Ciencia y Tecnología*. 10,(30), pp 53 - 56.
- González, L.G. & otros autores (jul.-dic, 2000). Efectos del Biobrás 16 sobre algunos indicadores agronómicos del cultivo del tabaco, var. Habana Vuelta Arriba. *Revista Centro Agrícola*, 31, ( 3-4).
- Gutiérrez, U., Infante, M. & Pinchinat, A. 1975. "Situación del cultivo de frijol en América Latina.

- Hathout, T. A. (1996). Salinity stress and its counteraction by the growth regulator «Brassinolide» in wheat plants (*Triticum aestivum* L. cultivar Giza 157). *Egyptian J. Physiol. Sci.*, 20, (1-2), 127-152.
- Hernández, A., Morales M., Ascanio M. & Morrell F. (1999). *Manual para la aplicación de la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrarias (INCA, MES)
- Ikekawa, N., & Zhao, Y.J. (1991). Application of 24-epibrassinolide in agriculture. En: *Brassinosteroids. Chemistry, Bioactivity and Applications*. Washington, EUA: American Chem Society.
- Instituto de Investigaciones del Arroz. (2006). *Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz*. La Habana, Cuba: MINAG.
- Instituto de Sanidad Vegetal (INISAV). (1999). *Metodología de señalización y pronóstico de las plagas y enfermedades*. La Habana: Instituto de Sanidad Vegetal.
- Instituto de Sanidad Vegetal (INISAV). (2011). *Metodología de señalización y pronóstico de las plagas y enfermedades*. La Habana: Instituto de Sanidad Vegetal,
- JAY, S.S., Chandra, P.V, Singh, D.P. (2011). Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 140(3-4):
- Jiménez, M.C., González G., Falcón A., Quintana O., Crespo G.B. & Robaina C. (abril-junio, 2010). Evaluación de tres bioestimulantes sobre la incidencia de plagas en el maíz (*Zea mays* L.) en la provincia de Santiago de Cuba. *Centro Agrícola*, 37(2):p. 45-48
- Kagale, S., Divi, U. K., Krochko, J. E., Keller, W. A., y Krishna, P.(2007) Brassinosteroid confers tolerance in *Arabidopsis thaliana* and *Brassica napus* to a range of abiotic stresses. *Planta*, 225,353-364.
- LABIOFAM. (2014). *Vademecum*. La Habana. Impresiones MINAG.
- Labrada, R. (1990). Malezas de importancia en la agricultura cubana. X Congreso de ALAM. La Habana.

- Labrada., R., & Parker, C. (1996). El control de malezas en el contexto del Manejo Integrado de plagas. Manejo de malezas para países desarrollados. *FAO*. (120), 1 – 8 pp.
- Margarón M., Cabrera A., Margarón M., Alfonso A. & Valdéz D. (2014). *Gestión de la comercialización de los productos vinculados a la Ciencia e Innovación Agrícola en el INCA*. La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba.
- Martínez, E., Barrios, G., Robesti L, L., & Santos, R. (2007). *Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico.*, España; GVT, Italia: *Entre pueblos*
- Miklas PN, Singh SP (2007) *Common Bean. In: Genome Mapping a Molecular Breeding in Plants*. Berlin: Ed. C. KOLE
- Miklas N. P, Kelly, J. D, Beebe. S, E. & Blair, M. W. (2006). Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical to MAS breeding. *Euphytica* 147: 105–131.
- MINAG. (1991). Guía técnica para el cultivo del frijol en Cuba. La Habana: Ministerio de la Agricultura
- MINAG. (2000). Guía técnica para el cultivo del frijol en Cuba. La Habana: Ministerio de la Agricultura
- MINAG. (2010). Guía técnica del cultivo del frijol común. La Habana: Ministerio de la Agricultura
- Morales, C. A. (2013) Evaluación del efecto y residualidad de *Bacillus thuringiensis* (Vecto Bac G) en el control de *Aedes aegypti* vereda Bocas del Palo, Municipio de Jamundí (Valle del Cauca). *Revista Icosan*.
- Morales, D., Torres L., Jerez E., Falcón A. & Dell'Amico J. (2015). Efecto del QuitoMax en el Crecimiento y Rendimiento del Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*, 36, (3): pp.133-143

- Morales D., Dell'Amico J., Jerez E., Díaz Y. & Martín R. (enero-marzo, 2016). Efecto del QuitoMax en el Crecimiento y Rendimiento del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, 37, (1), pp.142-147
- Morejón, R., Díaz, S., Núñez, M. Castro, R. Pereda, M., & Gil, M. (2003) *Biobrás 16: Biorregulador cubano estimulador del rendimiento agrícola en el cultivo del arroz en el municipio Los Palacios*. La Habana, Cuba: INCA.
- Morejón, R.; Díaz, S. y Núñez, M. (2007). Uso del Biobrás 16 en áreas arroceras de pequeños productores de la Provincia de Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*, 28, (2), pp. 91-93.
- Murguido C. (2002). Caracterización agro-ecológica de los lugares MIP en el frijol. Centro de Información y Documentación de Sanidad Vegetal.
- Murguido C. A, Vázquez L, Elizondo A, Neyra N, Velázquez Y, & Pupo E. (2002, septiembre 3). Manejo Integrado de Plagas de Insectos en el cultivo del frijol. FITOSANIDAD.
- Murguido, C., (1995). Biología, Ecología y lucha contra el salta hojas *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Homoptera: Cicadellidae) en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). La Habana: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, MINAGRI.
- Murguido. (2002). Manual sobre manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo del frijol.
- Núñez, M. (2012). *Brasinoesteroides y sus análogos. Aplicaciones Prácticas en la Agricultura*. La Habana, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Núñez M., Torres W. & Gil F. (1995). Efectividad de un análogo de brasinoesteroides sobre el rendimiento de plantas de tomate y papa. *Cultivos Tropicales*, 16(1): 26-27.
- Núñez, M., Robaina, C., & Coll, F. (2003). Synthesis and practical applications of brassinosteroidanalogs in agriculture. En: *Brassinosteroids: Bioactivity and*

*Crop Productivity*. Washington, EUA: Kluwer Academic Publishers, p. 87-117.

Núñez R., López V., Rodríguez H., Palacios S.R. & Col M. (2005). Evaluación de los productos bioactivos BB – 16 Y MI – 1 del grupo de brasinoesteroides en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), en la CPA “17 de Mayo” de Velasco, municipio Gibara, provincia Holguín. Departamento de Ciencias agropecuarias.(Trabajo de Diploma) Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”. Holguín. Cuba.

Oficina Nacional de Estadística (ONE). (2006).

Oficina Nacional de Estadística e información (ONEI). (2015). Anuario Estadístico 2014 Cienfuegos Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. Cienfuegos: ONE

Oikos (1996). Ecological Recours. Miami (USA), Oikos Na.

Ortiz Pérez, R. H.; Ponce, M.; Angarica, Lidia; Chávez, F.; Cruz, M. & Caballero, R. (2008) Impacto del fitomejoramiento participativo del frijol en Cooperativas agrícolas del occidente cubano. *Cultivos Tropicales*, 29, (1), p. 11-16.

Paredes E. (1990). Registro de malezas en granos en las provincias de Holguín, Matanza y Pinar del río.

Partido Comunista de Cuba (2011). *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*. La Habana, Cuba: Editora Política.

Peña K., Rodríguez J.C., León N. (julio-septiembre 2014). Efectos de la aplicación simultánea de Fitomas E y Biobrás 16 en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Infociencia*, 19, (3),p. 1-11.

FAO (2011) Pérdida de Biodiversidad Agrícola: Indicadores de Presión Estado Respuesta .FAO.

- Permuy Abeleira, N. C.; González Ferrer, J.; García Sánchez, E. & Hidalgo Figueroa, N. Pérdidas de grano de frijol común en un sistema de almacenamiento tradicional. *Agricultura Técnica en México*, 34, (1), p. 91-100.
- Pita, O. (1995). *Fitotecnia particular de la variedad Habana 92, cultivada bajo tela en un suelo Ferralítico Rojo*. La Habana: MINAGRI. Instituto de Investigaciones del Tabaco.
- Pita, O. (1999). Efecto de un análogo de brasinoesteroide DI-31 en el rendimiento y la calidad del tabaco. *Cuba tabaco*, 1(1):45-48.
- Polhill R.M. (1994) Classification of the Leguminosae. In *Phytochemical Dictionary of the Leguminosae, Chapman and Hall* 1: 16-37.
- Pozo L., & Núñez M. (1994). "Algunos resultados en el cultivo de los frutales mediante la utilización de brasinoesteroides o compuestos análogos." *Cultivos Tropicales* 15(3): 79.
- Preston T.R. (2007). Cambio climático y producción de alimentos y energía en sistemas agrícolas. Conferencia impartida en la EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.
- Ramírez J., Brosa C., & Galagovsky, L. (2005) Synthesis and bioactivity of C-29 brassinosteroid analogues with different functional groups at C-6. *Phytochem*, 66, 581-587.
- Ramos L.H., Arozarena D.N., Reyna G.Y., Telo, C. L., Ramírez, P. M., Lescaille, A. J., & Martín, A.G. (2013). Hongos Micorrízicos Arbusculares, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* y Fitomas-E: una alternativa eficaz para la reducción del consumo de fertilizantes minerales en *Psidium guajava*, L. var. Enana Roja cubana. *Cultivos Tropicales*, 34(1): 5-10.
- Reyes, G.Y., Rosabal, A.L., Martínez, G.I., Mazorra, M.L.M., Núñez, V.M. (2014). Efecto de los brasinoesteroides y un inhibidor de su biosíntesis en plántulas

de dos variedades de tomate sometidas a estrés salino. *Revista Cultivos Tropicales*, 35(1): 25-34.

Robaina, C. (1998). Algunos resultados de la aplicación de BIO-CRECE en la agricultura venezolana. *En Seminario Científico. Programa y Resúmenes.*- La Habana, Cuba: INCA. p 132.

Romero, M., Dios, G., Méndez, J. M., Rodríguez, R., & Iglesias, M. (2007). Synthesis and biological activity of furostanicanalogues of brassinosteroids bearing the 5 $\alpha$ -hydroxy-6-oxo moiety. *Steroids*, 72, 955-959.

Rosabal, L.; Martínez, L.; Reyes, &., Núñez, M. (jul. - set.,2013). Resultados preliminares del efecto de la aplicación de Biobrás 16 en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales* .34 (3).

Saavedra, I. L. ; Rodríguez Miranda, O.; Benítez González, R.; Suárez González, Y. & Rodríguez, R. Selección de nuevas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) frente a las principales enfermedades del cultivo en Cuba. *Fitosanidad*, 12, (1), p. 27-31.

Salgado, R., Cortés, M. A., y Del Río, R. E. (2008). Uso de brasinoesteroides y sus análogos en la agricultura. *Biológicas*, (10), 18-27.

Sisa M., Vilaplana M., Brosa C., y Kohout, L. (2007). Brassinolide activities of 2 $\alpha$ , 3 $\alpha$ -diols versus 3 $\alpha$ , 4  $\alpha$ -diols in the bean second internode bioassay: Explanation by molecular modeling methods. *Steroids*, 72, 740-750.

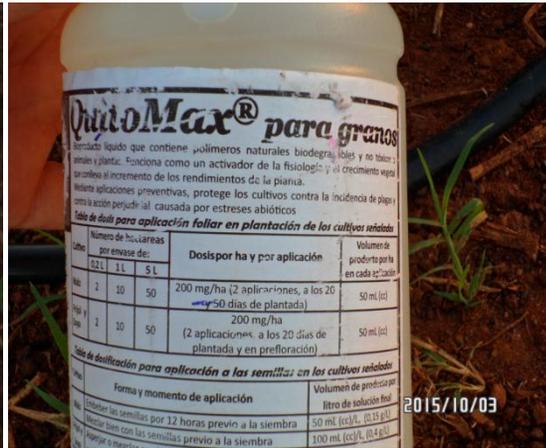
Uesusuki, S., Watanabe, B., Yamamoto, S. Otsuki, G., Nakawaga, Y., y Miyawaga, H. (2004). Synthesis of brassinosteroid sofvarying acylsidechains and evaluation of their brassinosteroidlikeactivity. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 68, (5), p. 1097-1105.

Vázquez, L., y Fernández, E. (2007). Bases para el Manejo Agroecológico de plagas en sistemas Agrarios Urbanos (pág. p432).

Vázquez., Gómez, O., & Mateo, A. (1995, Octubre 16). Informe de la problemática Mosca blanca-geminivirus en Cuba. IV Taller Latinoamericano sobre mosca blanca y geminivirus.

- Veitía, M. (2010). Manejo de plaguicidas. Curso “tendencias sobre el manejo de plagas”. Grupo manejo de plagas INISAV- CNSV. Recuperado a partir de <http://www.inisav.cu>.
- Yera Jeysel. (2014). Evaluación del efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y EM-50 en la fase morfológica en la variedad de arroz IA-Cuba-31. (Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero Agrónomo). Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”.
- Yuan, G.F., Jiang, Ch.G., Li, Z., Sun, B., Zhang, L.P., Liu, N., & Wang, Q.M. (2010). Effect of brassinosteroids on drought resistance and abscisic acid concentration in tomato under water stress. *Sci.Hort.*, 26, 103-108

## ANEXOS



Anexo I. Biobrás 16 y QuitoMax, bioestimulantes aplicados en las parcelas experimentales de la Finca “Los Almeidas” en Aguada de Pasajeros.



Anexo II. Finca de los productores “Los Almeidas” ubicada en el asentamiento poblacional Santana en Aguada de Pasajeros.



Anexo III. Preparación de suelo, fertilización y siembra de frijol de la variedad Delicias-364' realizada en la finca.




**MINISTERIO DE LA AGRICULTURA**  
**CENTRO NACIONAL DE SANIDAD VEGETAL**  
 AREA: CERTIFICACION DE SEMILLAS

Modelo SP-08

CERTIFICADO OFICIAL DE CALIDAD No. 92

ESPECIE (nombre científico y vulgar)	VARIEDAD	CATEGORIA
Frijol Negro	Delicias 364'	C
LOTE N°	84	ORIGEN
		ALMACENADO EN
PESO DEL LOTE	21	FECHA DE LA TOMA DE MUESTRAS
		11-09-15

**RESULTADOS DE ANALISIS DE CALIDAD FISICA**

PUREZA %		Materia Inerte	N° de días	Plantulas Normales	Plantulas Anormales	Semillas Frescas	Semillas Duras	Semillas Muertas	HUMEDAD %
Semillas Puras	Otras Semillas								
99.81	0	0.19	9	92	8	0	0	3	10.0

Otros resultados de ensayos realizados: (incluye peso de mil semillas, No. Semillas de otras variedades y granos rojos por Kg, arroz barbudo, semillas manchadas) si no alcanzan el espacio previsto se hace al dorso.

Resultados fitosanitarios: No se detectó presencia de plagas o enfermedades.

Las semillas empaquetadas por este Certificado cumplen con los índices mínimos de calidad establecidos en las normas vigentes aprobándose las mismas para su empleo como material de siembra o reproducción.

Fecha de emisión: 11-09-15  
 Provincial Certificación Semillas



Anexo IV. Semilla utilizada en la siembra de frijol de la variedad Delicias-364' realizada en la finca.



Anexo V. Muestreos realizados en el momento de la germinación de la semilla de frijol en las parcelas experimentales de la finca.



Anexo VI. Primer muestreo y aplicación realizada de Biobrás 16 y QuitoMax en las parcelas experimentales de la finca.



Anexo VII. Segundo muestreo y aplicación realizada de Biobrás 16 y QuitoMax en las parcelas experimentales de la finca.



Anexo VIII. Segundo muestreo realizado de QuitoMax y testigo en las parcelas experimentales de la finca.



Anexo IX. Tercer muestreo realizado de Biobrás 16 en las parcelas experimentales de la finca.



Anexo X. Tercer muestreo realizado de QuitoMax en las parcelas experimentales de la finca.



Anexo XI. Tercer muestreo realizado a las parcelas experimentales testigo de la finca.