



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS.

TRABAJO DE DIPLOMA

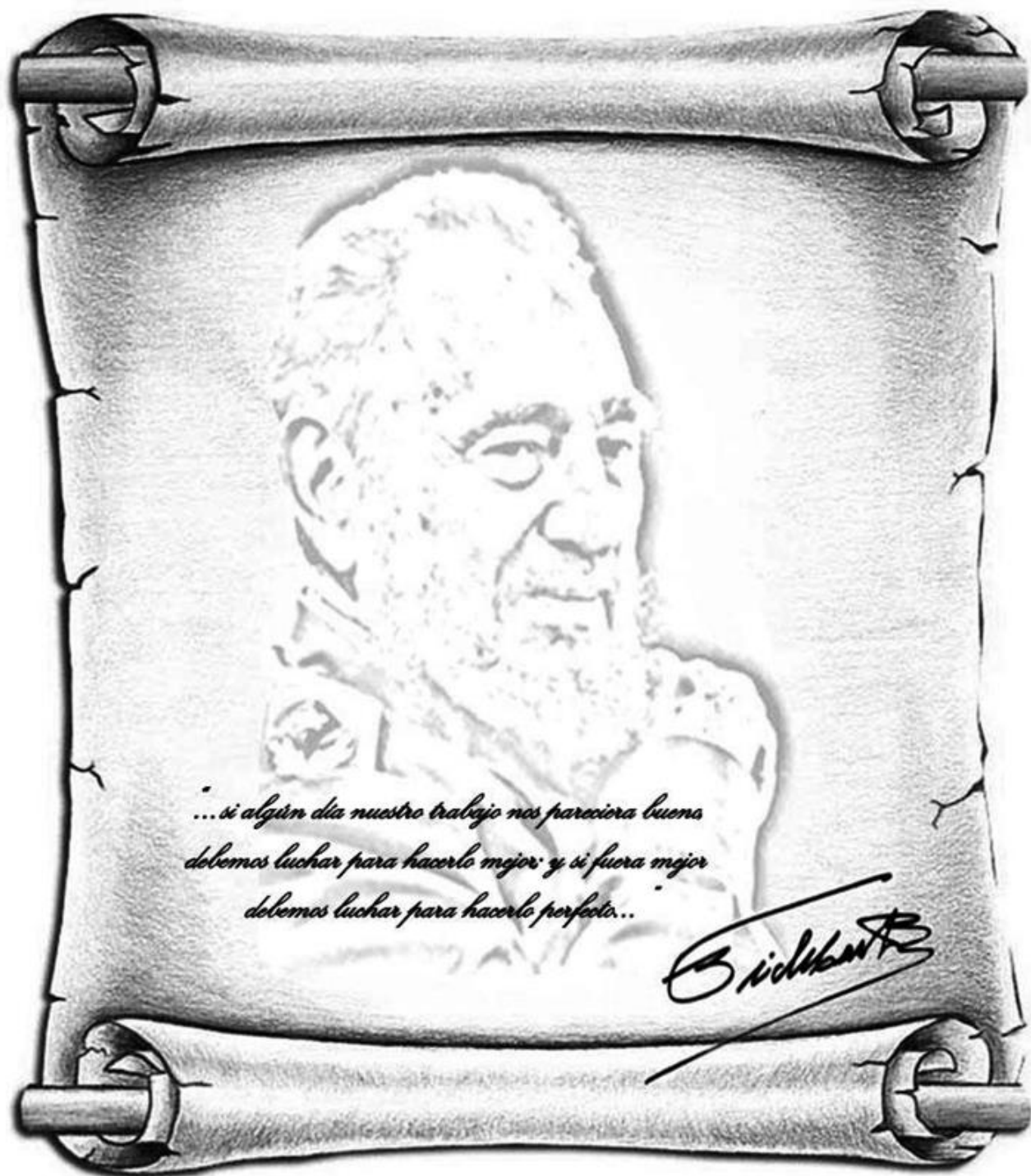
Título: Evaluación del bioestimulante QuitoMax con diferentes momentos de aplicación en el cultivo *Phaseolus vulgaris* L.(frijol) variedad Velasco Largo en la Granja Hortícola Brisas, del municipio Holguín.

Autor: Mabel Durán Tejas.

Tutores: MsC. Alexander Campo Costa.

MsC. Adolfo Alvarez Rodríguez

Curso: 2016-2017



PENSAMIENTO

"El oficio de un pueblo es crear, y la fuerza del mundo está en los que producen".
Fidel Castro Ruz.

AGRADECIMIENTOS

A ti Fidel, porque soy hija de esta Revolución creada y luchada por ti.

A mis tutores, porque sin ellos este trabajo no hubiese sido posible.

A todos los compañeros de la Granja Hortícola de Brisas en especial al Ing.Alexei por su preocupación, paciencia y ayuda en la etapa en que se desarrolló el experimento.

A todos mis compañeros de aula porque estos han sido 5 años de carrera extraordinarios.

A todos mis profesores, desde 1ro a 5to año, no hay ni uno solo que no haya sido maravilloso.

A todos muchas gracias.

DEDICATORIA

A mi familia amada que siempre me han ayudado.

A mi pareja porque siempre ha sido mi apoyo, mi más fiel confidente y amigo.

A Jessica Andrea la personita más amada de mi corazón.

A mis padres queridos por tenerme tanta confianza.

A mi hermana por ser la mujer que es, grandiosa y linda.

RESUMEN.

El trabajo se realizó durante el período de diciembre del 2016 a marzo del 2017 en áreas de la granja hortícola “Brisas”, municipio de Holguín, Cuba, sobre un suelo Pardo Sialítico Ócrico sin Carbonatos. Evaluándose el efecto del bioestimulante QuitoMax con diferentes momentos de aplicación en el desarrollo vegetal y el rendimiento del cultivo *Phaseolus vulgaris* L.(frijol), variedad Velasco Largo. Se utilizó un experimento con un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos, incluyendo al tratamiento control y 3 repeticiones. Los tratamientos consistieron en la aplicación del bioestimulante QuitoMax a una dosis de 200 mg ha⁻¹ en diferentes momentos: T1-Control (Sin aplicación), T2- (A los 30 días (inicio floración)+ 50 días(formación de vainas) después de la siembra),T3 - (A los 30 días(inicio floración) después de la siembra), T4- (A los 50 días(formación de vainas) después de la siembra) .Evaluándose los siguientes indicadores: altura de las plantas, número de hojas por plantas, número de flores por plantas, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento. Los datos fueron procesados en el paquete estadístico INFOSTAT 2012 a los cuales se les realizó un análisis de varianza a través de la prueba de Tukey con una significación de $P \leq 0.05$. Los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento 2 con un rendimiento de 1,42 t ha⁻¹ y una ganancia de \$ 24316,1314 superando al tratamiento control.

ABSTRACT.

The work was carried out during the period from December 2016 to March 2017 in areas of the "Brisas" horticultural farm, municipality of Holguín, Cuba, on a soil Sialítico Ócrico without Carbonates. Evaluating the effect of the biostimulant QuitoMax with different moments of application on plant development and crop yield *Phaseolus vulgaris L.* (bean), variety Velasco Largo. We used an experiment with a randomized block design with 4 treatments, including the control treatment and 3 replicates. The treatments consisted in the application of the biostimulant QuitoMax at a dose of 200 mg ha⁻¹ at different times: T1-Control (No application), T2- (At 30 days (initiate flowering) +50 days (formation of husks) after sowing), T3 (At 30 days (initiate flowering) after sowing), T4 (At 50 days (formation of husks) after sowing). The following indicators were evaluated: plant height, number of leaves for plant, number of flowers for plant, number of husks for plant, number of grain for husks, 100 seed weight and yield. The data were processed in the statistical package INFOSTAT 2012 to which an analysis of variance was performed through the Tukey test with a significance of $P \leq 0.05$. The best results were obtained in treatment 2 with a yield of 1.42 t ha⁻¹ and a gain of \$ 24316,1314 proving better than the control treatment.

I.INTRODUCCIÓN.	8
II.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	12
2.1. El cultivo del frijol. Características.	12
2.2 Importancia alimenticia y económica del cultivo.	13
2.3 Características distintivas del frijol.	14
2.3.1 Característica de la variedad de frijol empleada.	15
2.4 Ubicación Taxonómica.	16
2.5 Fases y etapas de desarrollo en la planta de frijol.	16
2.5.1 Fase vegetativa	16
2.5.2 Fase reproductiva	16
2.6 Condiciones edafoclimáticas.	17
2.6.1 Temperatura	17
2.6.2 Luz	18
2.6.3 Humedad relativa	18
2.6.4 Agua	18
2.6.5 Suelo	20
2.7 Absorción foliar de sustancias en las plantas.	20
2.7.1 Absorción y acumulación de nutrientes por el cultivo.	21
2.8 Uso de los Bioestimulantes.	22
2.8.1 Acción de los Bioestimulantes.	23
2.9 QuitoMax. Características.	23
2.9.1 Actividad antimicrobiana de las quitosanas.	28
2.9.2 Efecto de la quitosana en la calidad de la postcosecha de diversos artículos de comercio hortícolas.	28
2.9.3 Resultados y perspectivas de productos cubanos a base de oligosacarinas.	28
2.9.4 Modo de Acción.	30
2.9.5 Resultados obtenidos en diferentes cultivos con la aplicación del QuitoMax.	32
2.9.6 Otros resultados obtenidos en diferentes cultivos.	34
III.MATERIALES Y MÉTODOS.	35
3.1 Ubicación de la zona objeto de estudio.	35
3.2 Secuencia de la realización del experimento.	36
3.3 Diseño del experimento.	37
3.4 Variables evaluadas.	38
3.5 Materiales empleados en la investigación.	38
3.6 Valoración económica de los resultados alcanzados.	40
IV- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	41
4.1 Evaluación del comportamiento de las variables fisiológicas y productivas evaluadas por tratamientos.	41
4.2 Valoración económica.	46
V CONCLUSIONES	48
VI RECOMENDACIONES	49
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

I.INTRODUCCIÓN.

La producción y consumo de granos a escala mundial cobra cada día mayor importancia en especial el *Phaseolus vulgaris* L. (frijol) que es entre los granos alimenticios una de las especies más importantes para el consumo humano, alrededor de 300 millones de personas, la mayoría de ellas habitantes de países en desarrollo. Su producción abarca áreas agroecológicas diversas. Esta leguminosa se cultiva prácticamente en todo el mundo. América Latina es la zona de mayor producción y consumo, se estima que más del 45 % de la producción total proviene de esta región (Voyses, 2000).

A nivel global anualmente se cosechan alrededor de 29.5 millones de hectáreas de frijol, de las cuales se obtienen 23.0 millones de toneladas, en sus diferentes variedades. Su consumo se realiza principalmente en los países en desarrollo, aunque en muchos de estos se ha reducido en los años recientes al sustituirlo por otros productos. Actualmente, el consumo per cápita se ubica en un promedio de 2.5 kilogramos por persona por año.

Constituye uno de los granos fundamentales en la alimentación del pueblo cubano junto al arroz y las viandas; es un alimento de preferencia en la dieta diaria, al menos en una de las comidas. Por otra parte, su alto contenido en proteínas vegetales lo sitúan como un cultivo estratégico del país, ya que permite paliar el déficit de proteínas en la dieta alimentaria que constituye actualmente uno de los principales problemas de los países tropicales y del cual Cuba no está exenta. Sin embargo, hasta el presente, el cultivo no ha tenido prioridad en el país. En 1993 su importación fue de 116, 600 t y su producción por el Ministerio de la Agricultura (MINAG) fue de 12 000 t, Aguilera et al., (1991) señalan que esta cifra significa sólo el 2% del total consumido en el país según cifras oficiales. No obstante, debe destacarse que, aunque la producción y el consumo son superiores a las cifras anteriores, aún se encuentran por debajo de los requerimientos reales de la población.

La FAO reporta que en Cuba se consume 54 gramos de frijol por persona, por día, y que éste contribuye al 6% de la energía y al 15% de la proteína en la dieta cubana.

Se estima que el frijol que se consume en Cuba contribuye 2754 ug de hierro por día y 1188 ug de zinc, por día, a la dieta.

Las regiones frijoleras más importantes en Cuba se encuentran en Holguín, con una extensión de cerca de 3 000 ha; en esta zona la producción se basa fundamentalmente en áreas de campesinos individuales o de pequeñas cooperativas, en Pinar del Río (4 000 ha) Matanzas (4 000 ha) y Ciego de Ávila (538 ha).

Hoy en nuestro país de acuerdo con los datos presentados en el Anuario Estadístico de 2015 edición 2016 que la superficie cosechada y en producción para el cultivo del frijol, en el periodo comprendido entre 2010-2015 que el año donde fue mayor la superficie destinada para este cultivo fue el 2014 con 129 911 ha. En el sector estatal el 2015 con 8771 ha y en el no estatal el 2014 con 123 347 ha.

En el caso de la producción el 2014 despuntó con 135 545 ton, en el sector estatal el 2015 con 10526 ton y en el no estatal el 2011 con 128 515 t.

En cuanto a los rendimientos agrícolas en el año donde se obtuvieron los mayores resultados en el 2015 con 1,19 t ha⁻¹, en el sector estatal el 2014 con 1,45 t ha⁻¹ y en el no estatal el 2015 con 1,19 t ha⁻¹.

En el municipio Holguín según datos recogidos en el Anuario Estadístico 2014 con edición 2015 existe un total de 69,0 miles de hectáreas, agrícola 42,9; cultivadas 24,3; no cultivadas 18,2; ociosas 2,1 y no agrícola 26,1. La siembra por cultivos seleccionados en este caso, frijol, en el periodo comprendido 2009-2014, en el año donde mayor fue su siembra fue en el 2014 con un total de 3.717, 2 ha y la mayor superficie cosechada en el sector estatal fue en el 2014 con 327,1 ha.

La producción agrícola de este grano para ambos sectores alcanzó su máximo potencial en el 2014 con 2.998,7 t. Las ventas totales de este producto en ambos sectores sobresalieron en el 2014 con 2.214, 0 t. Los mayores rendimientos en el sector estatal se alcanzaron en el 2010 con 1,3 t ha⁻¹.

Los resultados experimentales obtenidos en el país indican que pueden obtenerse rendimientos superiores. Como aspectos limitantes de la producción se identifican, entre otros, a nivel empresarial, la falta de áreas destinadas al cultivo, bajo nivel de

adopción y transferencia tecnológica, poca disponibilidad de semillas de calidad para el área total sembrada, manejo ineficiente de la cosecha y postcosecha, alta afectación de plagas, la baja densidad de plantas, la regionalización de variedades, los problemas climáticos (altas temperaturas y prolongadas sequías), deterioro de los suelos, falta de recursos básicos tales como fertilizantes, pesticidas, etc. (Schoonhoven ,1990).

En la actualidad son muchos los productos naturales usados que han potenciado el manejo ecológico de los agrosistemas, entre los que podemos relacionar están los Bioestimulantes, debemos significar que existen muchos que no son puramente ecológicos, sin embargo; en los últimos tiempos y especialmente en Cuba son varios los Bioestimulantes Orgánicos que permiten a las plantas superar las situaciones del estrés a las condiciones adversas del medio, favoreciendo el crecimiento y desarrollo y también el rendimiento agrícola señalan (Pérez y Núñez ,2000).

Chaveco y Evelio, (2008) opinan que contribuyen a una mejor disposición de la calidad funcional de los tejidos de las plantas, al incremento sostenido de los rendimientos agrícolas, ayudando además a la conservación de los suelos por la mejora de sus propiedades físico-químicas.

Es hoy una necesidad para nuestro pueblo la obtención de mayores resultados en la producción de granos, y específicamente la producción de frijol bajo condiciones de secano, por lo que; nos corresponde a nosotros elaborar y planear estrategias encaminadas a minimizar aquellos factores que influyen negativamente en lograr estos objetivos.

De ahí que desde hace algunos años se viene introduciendo en la agricultura el uso del bioestimulante QuitoMax, bioproducto líquido a base de quitosana que contiene polímeros naturales biodegradables y no tóxicos a animales y plantas. 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 de las plantas (INCA, 2015).

Por todo lo anteriormente expuesto se plantea el siguiente **Problema:** ¿Cuál es el efecto del bioestimulante QuitoMax con diferentes momentos de aplicación en el

desarrollo vegetal y el rendimiento del cultivo *Phaseolus vulgaris* L. (frijol) variedad Velasco Largo en la Granja Hortícola Brisas, del municipio Holguín?

Hipótesis: Conociendo el efecto del bioestimulante QuitoMax con diferentes momentos de aplicación en el desarrollo vegetal y el rendimiento del cultivo del frijol variedad Velasco Largo se obtendrá una mejora en los indicadores del desarrollo vegetal y en los rendimientos de este cultivo.

Objetivo General: Evaluar el efecto del bioestimulante QuitoMax con diferentes momentos de aplicación en el desarrollo vegetal y el rendimiento del cultivo *Phaseolus vulgaris* L. (frijol) variedad Velasco Largo en la Granja Hortícola Brisas, del municipio Holguín.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el efecto del QuitoMax en el desarrollo vegetal con dosis de 200 mg ha⁻¹ a los 30 días, 50, 30+50 días después de la siembra.
- Evaluar el efecto del QuitoMax en los componentes del rendimiento con dosis de 200 mg ha⁻¹ a los 30 días, 50, 30+50 días después de la siembra.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. El cultivo del frijol. Características.

Origen y evolución del cultivo.

El *Phaseolus vulgaris L.*, tiene su origen en el nuevo mundo, siendo llevada del viejo mundo como planta ornamental. Es considerado uno de los cultivos más antiguos, hallazgos arqueológicos en su posible centro de origen datan de 7 000 años, y en Suramérica indican que era conocido por lo menos 5 000 años a. e.

El origen americano del (*Phaseolus vulgaris L.*), frijol común se acepta sin el menor asomo de controversia desde finales del siglo XIX. Investigaciones arqueológicas han permitido ubicar restos, en diversos sitios de Estado Unidos, México y Perú. Todos estos descubrimientos arqueológicos corresponden a restos de plantas completamente domesticadas por lo que se estima que la domesticación ocurrió antes de la fecha mencionada (Voysesst, 2000).

Colón lo denominó faxones y favas, por su parecido con los frijoles y habas del Viejo Mundo; los incas lo llamaron purutu; los mayas lo llamaban búul, los cumanagotos de Venezuela le asignaron el nombre que aún se conserva de araotas, en el Caribe le decían cunada, los aztecas, etl, los mayas de Guatemala quinsoncho, en la cordillera andina de Mérida, quinchoncho y los chibchas, jistle o histe (Cartay, 1991 citado en Parets, 2003).

Voysesst (2000) señala en su obra “Mejoramiento genético del frijol común” amplía la diversidad de nombres que recibe este grano en los países donde se habla castellano: frijol, fríjol, frisol, fréjol, frejol, poroto, habichuela, habilla, caraota, judía, alubia, chuwi. El más difundido es “frijol”, término que se usa desde México hasta Panamá, en Cuba y en parte del Perú.

Las primeras introducciones en nuestro país fueron cultivares de semilla grande con faseolina tipo T, que pudieron haber llegado con los indios taínos de América del Sur. Las razas con semilla negra pequeña y faseolina tipo S que prevalece en el germoplasma cubano pueden haber llegado desde México, por la costa norte de América del Sur y el Arco antillano y reintroducidos directamente de México después

de la conquista, sin embargo, consideran al golfo de México como el punto menos favorable para llegar a Cuba, a pesar de la corta distancia, las fuertes corrientes del golfo hicieron imposible la navegación precolombina. El contacto más probable entre Mesoamérica y Cuba pudo haber sido por la vía de la Florida (Castiñeira; Leonor y Zapata, 1992).

2.2 Importancia alimenticia y económica del cultivo.

El frijol, la habichuela, y otras leguminosas, constituyen fuentes altamente eficientes de proteínas. Ayuda a reducir los riesgos de cáncer del colon, próstata y senos, así como en la reducción de la diabetes y el colesterol. Chaveco, (2009) destaca la presencia de antocianinas, indispensables en la prevención de enfermedades, entre ellas la arterosclerosis y las inflamaciones intestinales.

Normalmente en la dieta humana el mayor componente son los carbohidratos, los que representan el 43 – 76 % de las calorías consumidas .El frijol presenta valores altos de fibras dietéticas solubles .Requiere cocción antes de ser consumidos; en cuyo proceso ocurren cambios cuantitativos y microestructurales en las fibras dietéticas.

Tabla 1. Distribución del contenido promedio de nutrientes en cien gramos de frijol.

Componente	Valor
Energía	322 Kcal
Proteínas	21,8 g
Grasas	2,5 g
Carbohidratos	55,4 g
Tiamina	0,63 mg
Niacina	1,8 mg
Calcio	183 mg
Hierro	4,7 mg

Según (Obando, citado en Profiza, 1992).

Según Guzmán et al., (1997) es entre las leguminosas la especie más importante para el consumo humano debido a que es un producto que forma parte de la dieta

cotidiana del cubano y contiene un alto valor alimenticio, proteínas (22 %), aminoácidos esenciales, hierro etc.

En la actualidad el frijol, a nivel internacional, resulta ser un producto de menor significación en cuanto a volumen, su importancia trasciende como fuente de alimento y sustituto de otros nutrimentos en la sociedad, sobre todo en países donde el ingreso per cápita limita la adquisición de bienes de alto valor protéico pero de mayor valor económico (Sánchez, 2008).

En Cuba se cultiva a lo largo y ancho del país, alcanza un área de 52179 ha aproximadamente, sin incluir el área de autoabastecimiento, donde se produce el frijol de los ministerios, empresas y unidades que no están vinculados directamente al sistema del Ministerio de la Agricultura.

El aumento de la producción agrícola es un aspecto de gran importancia para la economía cubana por presentar una circunstancia especial, que nuestro país no vive de industrias sino de agricultura.

La producción nacional alcanza solo el 3% de las necesidades del consumo, según estadísticas de venta al estado, por lo que es necesario importar alrededor de 110 000 t por año (Faure, 2010).

El frijol es un producto que puede ser suministrado como alimento por largos períodos de tiempo ya que es posible almacenarlos sin dificultades. Este es un cultivo que no presenta muchas dificultades ni complicaciones en su desarrollo a excepción de las áreas donde existe alta incidencia de la mosca blanca y virus del mosaico dorado.

Eleva en cierta medida la economía de aquellos países productores ya que el mismo genera empleos y alimentos a las familias campesinas de bajos recursos de ahí es un producto estratégico para el desarrollo rural. En México forma parte de los medios de control gubernamental antiinflacionarios al emplearse en los precios de garantía y lograr reducir el valor de los salarios industriales (Rojas, 1990).

2.3 Características distintivas del frijol.

El frijol posee algunas características que conviene tener presentes: Es una planta C - 3; realiza la fotosíntesis exclusivamente mediante el ciclo de Calvin. Tiene la

capacidad, de formar nódulos en las raíces, que le permiten la fijación biológica del Nitrógeno atmosférico. Es principalmente autógama, aunque presenta cierto porcentaje de polinización cruzada. El hábito de crecimiento, el cual está controlado genéticamente, puede ser modificado por el medio, es importante, porque está relacionado con características agronómicas y fisiológicas. La floración y el desarrollo de los frutos, son secuenciado o escalonado; en el frijol, la anthesis o apertura de las flores de una planta ocurre en forma continua, en un lapso de 2 hasta 4 semanas, según el cultivar, el hábito de crecimiento y las condiciones ambientales. Este ritmo de floración continua también ocurre a nivel de inflorescencia individual. La producción de un número de botones, flores y vainas jóvenes, es mucho mayor que el de vainas normales que llegan finalmente a alcanzar la madurez, debido a la abscisión o caída controlada fisiológicamente, pero modulada por el ambiente; además por la ocurrencia de vainas “vanas” que son aquellas retenidas en la planta hasta la madurez, pero no contienen ninguna semilla normal. Aborto de óvulos y semillas.

2.3.1 Característica de la variedad de frijol empleada.

La variedad Velasco Largo presenta la floración a los 30 días después de la siembra, con una madurez fisiológica a los 66 días, madurez de cosecha a los 75 días, hábitos de crecimiento determinado arbustivo I: el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia desarrollada. Cuando esta inflorescencia está formada el crecimiento del tallo y de las ramas, generalmente se detiene. En general el tallo es fuerte, bajo número de entrenudos, de 5 a 10 comúnmente cortos. La altura puede variar entre 30 y 50 cm. La floración dura poco tiempo y la madurez ocurre casi al mismo tiempo para todas las vainas., para un rendimiento potencial de 2300 kg/ha, el grano es de color rojo, fecha de siembra recomendada del 1 de octubre al 30 de diciembre. Con una distancia entre camellón de 60-50-45, entre narigón 5.6-6.7-7.5, cantidad de semilla por metro lineal de 18-15-14, semilla por ha (m) de 300.

2.4 Ubicación Taxonómica.

Desde el punto de vista taxonómico esta especie es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. asignado por Linneo en (1753). Según Kohaschi (1991) el frijol común se clasifica de la siguiente manera.

Súper reino: Eucariota

Reino: Plantae

División: Magnoliophytas

Clase: Magnoliatae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

2.5 Fases y etapas de desarrollo en la planta de frijol.

Voysest, Fernández y Henríquez (1995) señalan que el desarrollo del cultivo del frijol tiene dos fases: la vegetativa y la reproductiva. La primera abarca desde la germinación de la semilla hasta el comienzo de la floración y la segunda se extiende desde la floración hasta la madurez de cosecha.

El ciclo biológico del frijol cambia según el genotipo y los factores del clima; durante el desarrollo de la planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de desarrollo del cultivo.

2.5.1 Fase vegetativa

La fase vegetativa se inicia cuando se le brinda a la semilla las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta.

2.5.2 Fase reproductiva

Esta fase se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha. En las plantas de hábitos de crecimiento indeterminado continúa la aparición de estructuras vegetativas

cuando termina la fase vegetativa, lo cual hace posible que una planta esté produciendo simultáneamente hojas, ramas, tallos, flores y vainas según (Fernández y Henríquez, 1995).

En el desarrollo de la planta de frijol, se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. El conjunto de estas 10 etapas forma la Escala de Desarrollo de la planta. Cada una de éstas comienza con un evento del desarrollo de la planta con cuyo nombre se le identifica y termina donde se inicia la siguiente etapa y así sucesivamente. En la fase vegetativa se encuentra la germinación, la emergencia, hojas primarias, 1ra hoja trifoliada y 3ra hoja trifoliada. En la reproductiva están la prefloración la floración, formación de vainas llenado de vainas y la maduración.

2.6 Condiciones edafoclimáticas.

El *Phaseolus vulgaris*, L. (frijol) no se adapta a los trópicos húmedos, más bien crece en áreas con lluvias regulares, desde los trópicos hasta las zonas templadas. Es muy sensible tanto a las heladas como a las altas temperaturas, en la cual se presenta abscisión excesiva de los órganos reproductores Li, (1992). Condiciones de seca durante la época crítica de florecimiento e hinchamiento de las vainas son también muy perjudiciales. De la misma manera el exceso de lluvia causa la caída de las flores y aumenta la ocurrencia de enfermedades (Zimmermann, 1988 y 1990).

2.6.1 Temperatura

Según Valera Burin et al., (1991), el cultivo del frijol se desarrolla bien en climas con temperaturas promedio de 15 a 27 °C, existiendo un rango de tolerancia entre variedades diferentes, capaz de tolerar temperaturas extremas (5 ó 40°C) por cortos períodos

Temperaturas bajas retardan el crecimiento y desarrollo del cultivo, logrando enfatizarse en las siembras tardías. Mientras que las temperaturas elevadas originan el aborto de las flores, y el incremento de la evapotranspiración, ocasionando el marchitamiento de la planta señalan Alvarez y Feijó (1990) no obstante temperaturas extremas provocan problemas irreversibles, como esterilidad

Burin et al., (1991). También sugieren como temperatura óptima para el cultivo entre los 22 y 26°C, si esta sobrepasa los 26°C afecta su sistema reproductivo, debido a escasas sustancias encargadas de retener los frutos y el polen según Hernández y Puentes (2007), encontrándose entre uno de los factores principales en la producción del mismo, restringiendo la obtención de grandes volúmenes en nuestro archipiélago.

Esta leguminosa es muy sensible a las condiciones climáticas, influyendo en ella las altas y bajas temperaturas las cuales intervienen fundamentalmente en la época de florecimiento e incremento de las vainas, originando el incremento enfermedades y la caída de sus flores.

2.6.2 Luz

La luz, una de las fuentes de energía más importantes para el ser vivo juega un rol primordial en la fotosíntesis, su insuficiencia afecta la temperatura, fenología y morfología de las plantas. Es un regulador de reacciones de fotoperíodo y elongación (etiolación) (García et al., 2008).

Según valora Marco, (2003) es una planta de días cortos, los días largos tienden a causar demoras en la floración y madurez, generalmente cada hora más de luz puede retardar la maduración de 2 a 6 días.

Estudios realizados por Ponce, Ortiz y Martínez, (2003) plantean que sus pigmentos son los controladores a las respuestas del fotoperíodo, regulando la elongación de sus tallos bajo condiciones de sombra o iluminación.

2.6.3 Humedad relativa

Este cultivo tiene una bien diferenciada sensibilidad a las condiciones de humedad y las fases más críticas respecto a las necesidades del agua son desde la siembra hasta la germinación y durante el periodo de la floración-fructificación (Germán; Prophete y Orellana, 1992).

2.6.4 Agua

El agua es tan importante para el crecimiento de cualquier planta, que no sorprende que el crecimiento y rendimiento final de un cultivo de frijol dependan mucho de la

disponibilidad de agua. Dentro de los papeles principales del agua se incluyen su uso como reactivo de fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. (Yontes et al.,1992)

La sequía es uno de los factores más limitantes en la producción y calidad de los cultivos a nivel mundial opinan Kuruvadi & Aguilera, (1992, 1994). El frijol común es considerado como un cultivo de baja tolerancia a déficit severo de agua; sin embargo, casi 60 % de la producción en América Latina está sujeta a déficit moderado a severos de agua (<biblio>). El déficit hídrico en el suelo provoca en las plantas una reducción en la absorción de agua, la cual produce respuestas diferenciales sobre los cultivos (Gliessman et al.,2007).

Duarte (1990), planteó que el rendimiento del frijol se afecta notablemente desde la 24 h de inundación, con 96 h se produjo una reducción del 94 %. La inundación durante la floración afectó el desarrollo normal de la planta, el rendimiento, el # de vainas/plantas y el peso de 100 granos Thuang y Cunha, (1992). Según estudios realizados por Burin et al., (1991), precipitaciones excesivas después del estado de floración provocan un alto % (77) de abscisión floral. Cuando las raíces están en un ambiente completamente saturado en agua, el oxígeno llega a ser un factor limitante y el funcionamiento de las raíces sufre notablemente opinan Ponce, Ortiz y Martínez, (2003).

Moreira y Stone (1992) plantearon que las etapas más susceptibles a la deficiencia de agua son: floración, formación y crecimiento de las vainas.

La falta de agua en las raíces, desarrolla tensiones hídricas que alteran las funciones normales, provocando un desequilibrio fisiológico. El rendimiento de los cultivos responde de manera muy compleja según Álvarez et al., (1990). Las variedades tardías pueden volverse inútiles porque no hay suficiente agua para alcanzar su potencial de crecimiento Ponce, Ortiz y Martínez, (2003).

Un buen rendimiento se relaciona con la utilización eficiente del agua Duarte, (1990) plantea que una cantidad de agua entre 30 y 40 cm incluyendo riego y precipitaciones, produce el máximo rendimiento de frijol. Los estudios realizados por

García, (2000) sugieren el riego suplementario por surcos común en el estado de llenado de las vainas para obtener el mayor rendimiento.

2.6.5 Suelo

La topografía debe ser llana o ligeramente alomada, con drenaje natural de ser factible, drenaje artificial, con una profundidad de la capa arable no inferior de 20 cm, son preferibles los suelos con plasticidad media.

El número de labores que se le deben de dar para preparar al suelo para el cultivo de frijol estará determinado por el tipo de suelo, y el cultivo que tenía anteriormente. De forma que quede bien mullido, para que la semilla tenga un buen lecho, sobre todo las siembras de seco; el suelo debe prepararse a una profundidad no menor de 20 cm (8 pulgadas) siempre cuando la capa arable lo permita, el suelo debe quedar uniformemente liso, para que pueda drenar adecuadamente, así como eliminar todos los rastrojos y malas hierbas.

En suelos deficientes, para obtener una cosecha abundante de frijol se requieren entre 30 y 60 Kg. /ha de N, 90 y 150 Kg. / ha de P 2 O 5 -- 30 y 60 Kg. /ha de K 2 O, 250 y 500 Kg. /ha de Cal dolomítica y/o 500-1000 Kg. /ha de gallinaza. (CIAT, 2002).

El pH óptimo para el frijol se encuentra entre 6.5 a 7.5, dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos de la planta presentan su máxima disponibilidad señaló D Amico, (2008). Por otra parte, Pesanha, (1994) observó que los cultivares de frijol de semillas negras son menos sensibles a la acidez del suelo con altas concentraciones de Al que aquellos con semillas de otros colores.

2.7 Absorción foliar de sustancias en las plantas.

La absorción foliar se lleva a cabo en varias etapas; en la primera de ellas, la sustancia que se aplica en la superficie de las hojas penetra a la cutícula y la pared por difusión libre, posteriormente, la sustancia se introduce vía apoplasto y es absorbida en la membrana plasmática; finalmente las sustancias llegan al citoplasma. En el paso al interior de la hoja, la cutícula es la que opone más resistencia, la cual forma una barrera de 0,5 um de grosor, está compuesta de

pectina, cutina, ceras y celulosa; conforme avanza la diferenciación de las estructuras vegetales se engrosa la cutícula. La diferencia en la velocidad de absorción de iones que hay entre los cultivos se explica al menos parcialmente, en base a las cantidades de ceras epicuticulares, ceras embebidas y humectabilidad de la cutícula opinan (Campo y Acosta, 1991).

En la absorción nutrimental a través de las hojas no es única la participación de la cutícula. La planta cuenta con otras estructuras como los estomas, alrededor de los cuales hay espacios intercelulares por los que en forma natural y mediante agentes humectantes, es posible el paso de nutrimentos según (Trinidad y Aguilar, 2000).

Los ectodesmos son prolongaciones del citoplasma que se dirigen hacia la epidermis y a través, en parte, de la pared celular. A estas estructuras también se les atribuye la participación en la absorción de iones, se localizan en sitios estratégicos de la hoja como células basales de los tricomas, encima y debajo de las nervaduras.

2.7.1 Absorción y acumulación de nutrientes por el cultivo.

La absorción de las sustancias nutritivas no es igual en los diferentes períodos de desarrollo de los cultivos. La información acerca de la variación de las concentraciones de nutrientes en los vegetales es necesaria como criterio para el análisis de plantas con fines de diagnóstico, para el estimado de la extracción de nutrientes con las cosechas, como índices de los requerimientos de fertilizantes y como dato complementario acerca del valor potencial del vegetal en los elementos proteicos y minerales para la dieta humana según (Hernández, 2001).

Este mismo autor encontró que las plantas durante los primeros 40 días absorbían menos de un 5% del total de los nutrientes extraídos durante el ciclo del cultivo, en tanto, Ferrera y Rodríguez, (2006) calcularon para este período un consumo diario aproximado de 6,73; 1,3 y 9,66 mg/planta de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente, mientras que a los 30 y 70 días fue de 19,7; 3,5 y 28,3 mg/ planta. Estos autores señalan que, durante el período de maduración de los frutos, el consumo de nutrientes disminuye.

La absorción y acumulación de nutrientes en el caso del frijol es de N 353; P₂O₃ 65; K₂O 230; Mg 27; S 22; para una absorción óptima de 3,969 Kg/ha (Nova, 2012).

2.8 Uso de los Bioestimulantes.

La ciencia moderna en los últimos 20 años se ha proyectado a la búsqueda de soluciones y alternativas que mantengan la eficiencia de la producción agrícola. Para esto, el desarrollo de las distintas ramas de la biología vegetal ha permitido profundizar en los mecanismos que las plantas tienen y desarrollan frente a los diferentes retos que la naturaleza y el hombre les impone, como son los diferentes estreses bióticos y abióticos a que están sometidos los cultivos en la actualidad. Los resultados de estas últimas dos décadas permiten vislumbrar el desarrollo de una nueva generación de compuestos inocuos o menos agresivos al ambiente y al hombre que basan su utilidad en la manipulación de las respuestas naturales de los vegetales, contra los diferentes estreses y en maximizar las potencialidades intrínsecas de los cultivos para elevar sus rendimientos.

Los bioestimulantes son sustancias que trabajan tanto fuera como dentro de la planta, aumentando la disponibilidad de nutrientes, mejorando la estructura y fertilidad de los suelos, como también incrementando la velocidad, la eficiencia metabólica y fotosintética. Adicionalmente, mejoran la cantidad de antioxidantes (Rodríguez, 2009).

El manejo de la fertilización foliar y utilización de bioestimulantes en la agricultura es cada vez más frecuente por la demanda nutricional de los cultivos de altos rendimientos, donde el objetivo generalmente es suplir los requerimientos nutricionales en épocas críticas (caso micronutrientes esenciales); acortar o retardar ciclos en la planta e inducir etapas específicas fenológicas; aporte energético en etapas productivas o nutrición foliar con fines de sanidad vegetal. En algunos casos la oportunidad de aplicación de esta tecnología es fundamentada técnicamente y en otros es para disimular imprecisiones en la nutricional integral del cultivo o por el manejo inadecuado de prácticas agronómicas. En general la fertilización foliar reúne una serie de estrategias para el aporte de sustancias o soluciones de elementos esenciales en la planta vía aérea encaminadas a mejorar directamente los procesos

de absorción, transporte y transformación de los nutrientes en la hoja, tallos o frutos, donde se aprovecha los mecanismos de toma pasiva y activa que ocurren en estos órganos. Las concentraciones de esta técnica pueden variar entre 0,25% a 10% y dependen del nutriente, la fuente y la frecuencia (Malavolta, 1998).

2.8.1 Acción de los Bioestimulantes.

Según Núñez (2000), los bioestimulantes activan, sin alterar los procesos naturales del metabolismo de las plantas. Su forma de actuar se concreta básicamente en dos formas que son:

a) Aumenta el nivel de prolina, este aumento se produce en el interior de las plantas proporcionándole una mayor defensa frente a los estados de estrés, bien sea hídrico, térmico, por enfermedad o plaga entre otros. Proporcionando grupos tiónicos (-SH) a la planta.

b) La expresión externa de esta potenciación se traduce en un efecto benéfico sobre:

- ✓ La producción, con incrementos de la cosecha acompañados de una mejor calidad de los frutos y de otros aspectos relacionados con los mismos como coloración, tersura de la piel, uniformidad y aumento de tamaño, menor pérdida de peso pos-cosecha, entre otros.
- ✓ La vegetación, proporcionando un mejor desarrollo vegetativo y mayor vigor en las brotaciones, así como un aumento de la masa radicular.

2.9 QuitoMax. Características.

La quitina es después de la celulosa el polímero natural más abundante y sus recursos naturales se han estimado en 150.000 (t/año) Velázquez, (2008). La estructura molecular del polímero posee excelentes propiedades mecánicas que permiten la formación de fibras y películas biodegradables. Entre sus derivados se encuentra el Quitosano, la Astaxantina, las Proteínas, los Pigmentos y el Calcio. El primero de ellos es el principal y se obtiene a través de la desacetilación enzimática. Ambos polímeros, la Quitina y el Quitosano son recursos renovables, y tienen la ventaja de no ser agentes contaminantes ni para el organismo que los utiliza, ni para

el medio ambiente que los recibe. Las propiedades de la Quitina y el Quitosano, como el peso molecular y el grado de desacetilación, dependen principalmente de la fuente de obtención y de su método de producción. Asimismo, su contenido de humedad y de nitrógeno permitirá establecer sus grados de calidad.

Entre las propiedades biológicas que presenta el Quitosano están: i) Biocompatible, es decir, tiene la propiedad que permite sustituir o regenerar los tejidos vivos y sus funciones; ii) Acelerador de la formación de osteoblastos responsables de la formación ósea; iii) Hemostático, fungistático, espermaticida y anticolesterómico; iv) Depresor del sistema nervioso central, entre otras. Estas propiedades y sus efectos, dan lugar a posibles aplicaciones. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Propiedades y efectos de la Quitina y el Quitosano.

Propiedades	Efectos
Floculación	Purifica las aguas residuales
Adsorción de metales pesados	Adsorbe y precipita los metales pesados
Biodegradación	Siendo materia orgánica es degradada por microorganismos
Actividad antimicrobiana	Inhibe el crecimiento bacteriano
Inmunización	Mejora la inmunidad del cuerpo
Activación de las células	Promueve la secreción de lisozima
Activación del cuerpo	Acelera la curación de heridas
Aceleración de la regeneración de tejido de la piel	Tela delgada con alto éxito en las quemaduras
Adsorción de sal	Reduce la presión arterial alta
Inhibición de la absorción de aceite	Ayuda al cuerpo a deshacer el exceso de grasa
Reducción del colesterol	Captura el colesterol y reduce su nivel
Acción hemostática	El sangrado es fácilmente de detener
Acción de liberación lenta	Permite la liberación la constante y a menor velocidad de medicamentos para maximizar su eficacia

Fuente: TEC SERVICE

Se halla en muchas especies de animales y plantas inferiores en los que actúa como refuerzo de las células. Se localiza sobre todo en la pared celular de los hongos o mohos, levaduras y es el principal constituyente de exoesqueletos de invertebrados como cangrejos, gambas, insectos y arácnidos. Son elementos orgánicos producidos por invertebrados de agua dulce. En el medio salado son producidos fundamentalmente por crustáceos.

El quitosano se encuentra en ciertos hongos, pero se lo obtiene, por lo general, desacetilando la quitina. Es el único biopolímero natural catiónico (con cargas positivas) señala Capriles, (2005), la quitina comercial se obtiene principalmente de las cáscaras de los crustáceos, disponibles en grandes cantidades como desperdicios en las factorías de procesado de mariscos. Japón produce 700 t/año de quitina y U.S.A. 300 t/año. También Francia y China preparan quitina de sus cada vez más importantes industrias marisqueras.

Las propiedades curativas de la quitina y del quitosano son de la mayor importancia para su empleo en el campo médico en aplicaciones como aceleración del curado de las heridas, curación de las quemaduras, dermatología, agentes antiparásitos, soportes farmacéuticos biodegradables, agentes bacteriológicos, anticoagulantes de la sangre, etc.

Las suturas de quitina se mantienen en la bilis, urina y juego pancreático, al contrario de lo que sucede con otras suturas absorbibles. Con fibras de estos polímeros se fabrican telas no tejidas y tejidos de punto con las que se elaboran vendajes que son cada vez más apreciados en la industria de los vendajes de alta tecnología como material potencial para una nueva generación de vendajes de altas prestaciones. Por otra parte, su gran capacidad de quelatación permite la posibilidad de incorporar iones metálicos beneficiosos para la curación de las heridas, con lo que se puede mejorar todavía más las prestaciones de estos vendajes.

En el apartado de aplicaciones varias se pueden citar las relacionadas con la clasificación y purificación del agua y bebidas, fabricación de papel, medicina y farmacia, biotecnología, agricultura, industria de la alimentación, cuidado de la piel y del cabello e industria textil.

La presencia de un grupo amino en casi todas las unidades de anhidridoglucosa del quitosano le comunica una gran capacidad para coagular sustancias coloidales tales como los materiales proteínicos. Su empleo permite aumentar la acción de los coagulantes inorgánicos convencionales (alumbres), permitiendo rebajar la proporción de éstos habitualmente necesarios. El quitosano puede ser también

utilizado, por su excelente capacidad quelatante, para detoxificar restos o desperdicios peligrosos.

La utilización del quitosano en la industria papelera permite fabricar papel con mayor resistencia en seco y en húmedo y una superficie más suave que facilita la impresión.

Las aplicaciones en medicina y farmacia están relacionadas con las citadas en el caso de fibras de quitina y de quitosano. Cuando se utiliza como soporte liberador de medicamentos, el quitosano se caracteriza por su gran biocompatibilidad y por poder ser absorbido totalmente in vivo. Por su capacidad de intercambio iónico, el quitosano disminuye apreciablemente el nivel de colesterol de la sangre, de modo similar a como lo hace la colestiramina. Por otra parte, se ha estudiado el empleo de membranas de quitosano en el transporte de iones, diálisis de la sangre y liberación controlada de medicamentos.

En el campo de la biotecnología, el quitosano ha sido utilizado para inmovilizar células microbianas que contienen enzimas útiles y para inmovilizar enzimas directamente. También se han empleado en la preparación de columnas de cromatografía de gran afinidad para la separación y purificación de proteínas.

El quitosano ha sido utilizado o estudiado como recubrimiento de los granos de trigo y como regulador del crecimiento de la planta de arroz, coja y cebollas, con rendimientos superiores en un 20-40 % y a veces doblados.

Se ha empleado en la industria de la alimentación para prevenir la turbidez y como conservante de los jugos de frutas. Sus aplicaciones en el cuidado de la piel y del cabello son consecuencia de que es un excelente humectante y de su carácter catiónico. En la industria textil se ha aplicado para aumentar la solidez de las tinturas, para aumentar la resistencia de las fibras y para comunicar propiedades antiestáticas a las fibras sintéticas (Gacdnel y Gacén, 1996.)

La quitosana es, entre las oligosacarinas, la más estudiada y de mayores aplicaciones en el campo de la agricultura de pre y pos-cosecha. 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., (2010), es reconocido que su actividad biológica está relacionada con las cargas positivas libres, presentes en el grupo amino en condiciones de acidez, que interactúan con cargas contrarias de componentes de la pared celular y las membranas de microorganismos y plantas.

Por su parte, tanto el polímero de quitosana como sus derivados de menor tamaño se consideran reguladores del crecimiento y del desarrollo de las plantas, al estimular el crecimiento radical y vegetativo de varias especies, acortar el período de floración y mejorar la floración y fructificación. Incluso se han demostrado incrementos de los rendimientos y en la calidad en varios cultivos con estos derivados, lo que ha permitido que sean patentados para estos fines. En general, en dependencia del órgano de la planta que se trate, se han obtenido los resultados benéficos antes mencionados cuando se hacen tratamientos a las semillas, a las raíces de las plantas o por aspersión foliar en los momentos adecuados para cada cultivo (Hadwiger, 2014).

De acuerdo a un estudio realizado, la reducción del riego de plantas de pimiento aplicadas con quitosana permitió una mejor adaptación y consumo del agua por la planta, ya que la aplicación foliar del polímero redujo el uso del agua por las plantas entre un 26 y un 46 %, mientras que la producción de biomasa y el rendimiento se mantuvo similar al de las plantas controles no sometidas al déficit hídrico. Esto ocurrió por disminución de la pérdida de agua a través de los estomas, debido a un cierre estomático provocado por la quitosana. Este cierre estomático fue estudiado posteriormente, demostrándose un incremento del ácido abscísico en las células de las hojas aplicadas con quitosana, lo que provocó la reducción de la conductancia estomática. Lo anterior justifica el empleo de la quitosana como antitranspirante para conservar el uso del agua en la agricultura (Bittelli et al., 2001).

2.9.1 Actividad antimicrobiana de las quitosanas.

La actividad antimicrobiana de la quitosana ha sido documentada tanto en experimentos *in vitro* como *in situ*. El estudio del efecto de la quitosana en el grupo de los oomycetes es más reciente. Algunos autores han demostrado que polímeros de quitosana afectan el desarrollo vegetativo de aislados del género *Phytophthora*. El aumento de la concentración en dependencia de la especie causa una disminución significativa del crecimiento de las colonias, lo cual se ha podido observar en especies como *P. nicotianae*, *P. capsici* y *P. palmivora*, todos ellos patógenos importantes de numerosas especies de plantas (Cabrera et al.,2007).

De igual manera se ha demostrado que la quitosana inhibe el crecimiento de una gran variedad de bacterias como a *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, algunas especies *Bacillus*, y varias bacterias infectando a peces (Falcón ,2012).

2.9.2 Efecto de la quitosana en la calidad de la postcosecha de diversos artículos de comercio hortícolas.

Un efecto positivo adicional de recubrimientos de la quitosana está relacionado por su habilidad para prolongar la vida de almacenamiento de frutas y las verduras. La quitosana forma una película semipermeable eso regula el cambio del gas y reduce la transpiración y el madurar de las frutas es retardado. Este efecto ha sido incorporado a los numerosos artículos de comercio hortícolas tanto en tomates, las fresas, manzanas, mango, los bananos, los pimientos dulces, etc. (Bautista et al.,2006).

2.9.3 Resultados y perspectivas de productos cubanos a base de oligosacarinas.

El GPB ha desarrollado metodologías para la preparación de compuestos de quitosana con diferentes características químico-físicas. Estos compuestos han sido investigados como inductores de resistencia contra patógenos en cultivos como tabaco, tomate, soya y arroz y, además, como inhibidores de los patógenos fundamentales de estos cultivos. Igualmente fueron demostradas sus potencialidades para aumentar el crecimiento y los rendimientos en cultivos de

interés como tabaco, tomate, maíz y pepino. (González et al., 2012). A partir de los resultados en los cultivos mencionados, el GPB desarrolló un formulado de quitosana conocido como QuitoMax que se encuentra en fase de registro como bioestimulante en presentación líquida y se continúan sus validaciones en campo mediante extensiones y campos controles en diferentes provincias de Cuba. En este sentido, durante tres campañas agrícolas (2012-2015) el QuitoMax se ha extendido de cientos a miles de hectáreas en el país fundamentalmente en los cultivos de papa, frijol y maíz. En la campaña 2014-2015 se generalizó en las 1700 ha de papa plantadas en la provincia de Mayabeque y se extendió en cientos de hectáreas de Matanzas y Ciego de Ávila obteniéndose incrementos de más de tres toneladas por hectárea como promedio. En frijol se generalizó en más de 2000 ha en la misma provincia y en más de 1000 ha a nivel nacional en el cultivo del maíz. Adicionalmente, se ha extendido en decenas de hectáreas en el cultivo del tomate y el tabaco en la provincia de Granma. (Falcón,2014)

Los estudios realizados en las pruebas de validación del QuitoMax[®] sustentan la preparación de polímeros de quitina y quitosana a partir del exoesqueleto de la langosta cubana, que constituye actualmente un desecho contaminante de la industria pesquera, con el fin de ser aplicados en la agricultura a mayor escala. Entre las ventajas de su utilización para este fin se puede agregar que son compuestos no tóxicos y biodegradables una vez liberados al ambiente y se pueden obtener, a través de metodologías no contaminantes, de materias primas nacionales que constituyen desechos. A lo anterior debe añadirse su acción antimicrobiana contra patógenos y su compatibilidad, e incluso, acción sinérgica con varios controles biológicos; la activación de resistencia inducida contra posteriores ataques de patógenos, cuando se aplican previamente en los cultivos y el demostrado efecto de promover el crecimiento, desarrollo vegetativo y el rendimiento.

Según el Doctor Ramón Rivera Espinosa, director de investigaciones del INCA en Cuba, el Quitomax, un bioestimulante activador de la fisiología de las plantas, se

destina al tubérculo de la papa y al maíz, pero principalmente a la campaña de frijol. Se utiliza junto a bioinsumos en paquetes tecnológicos de cultivos varios (maíz transgénico, frijoles, yuca, así como pastos) (Cristian, 2015).

El GPB del INCA estudió la aplicación de quitosanas en experimentos in vitro de soya en combinación con el microsimbionte *Bradyrhizobium elkanii*. Se demostró que la inclusión de quitosanas de diferente masa molecular en el medio de crecimiento de la planta, causó el aumento del número y de la masa seca de los nódulos que se forman en la raíz, en dependencia de las concentraciones utilizadas. (Nápoles et al., 2007).

2.9.4 Modo de Acción.

Bioestimulante líquido a base de polímeros de quitosano. Funciona como activador de la fisiología y el crecimiento vegetal que conlleva al incremento de los rendimientos. Mediante aplicaciones preventivas, protege los cultivos contra la incidencia de plagas y contra la acción perjudicial causada por estreses abióticos.

Procedimiento para la aplicación.

- ✓ Imbibición de semillas previo a la siembra entre 1 y 24 horas, en dependencia del tipo de semilla y a concentraciones entre 0,1 y 1,0 g L favorece el crecimiento y rendimiento en arroz, maíz, pimiento y tomate.
- ✓ La Mezcla con la semilla y su combinación con microorganismos benéficos previo a la siembra, favorece el rendimiento en frijol, soya, maíz y sorgo.
- ✓ La Inmersión de raíces de las plantas en el trasplante protege y fortalece el cultivo en la plantación.

- ✓ La Aspersión Foliar de dosis bajas (150-200 mg ha) en el período de crecimiento y prefloración de la plantación favorece el rendimiento del cultivo.

Atributos

- ✓ Permite la reducción de las aplicaciones de pesticidas químicos a los cultivos mediante aplicaciones preventivas.

- ✓ Ejerce su acción protectora de dos formas: por actividad antimicrobiana directa y por activación de la resistencia innata de la planta contra sus patógenos potenciales.
- ✓ Es un producto no tóxico a plantas y animales, biodegradable y biocompatible con la aplicación de otros agroquímicos o controles biológicos, causando en algunos casos un efecto sinérgico en la protección y el crecimiento del vegetal.
- ✓ Se han demostrado efectos de incremento del rendimiento de algunos cultivos que están entre el 10 y el 30%, dependiendo de las condiciones de cultivo, ocurriendo los mayores incrementos cuando las condiciones de producción son adversas al desarrollo del cultivo.

Composición

Quitosano..... 4 g/L

Ácido acético..... 0.4%

Potasio.....0.07%

Benzoato de Sodio...0.05%

Impacto Ambiental: No dañino en pruebas ecotoxicológicas realizadas en peces, abejas y lombrices.

Almacenamiento: Consérvese a temperaturas entre 4 y 15 °C, no congelar. Bajo estas condiciones es estable por 3 meses.

Plazo de validez: El producto conserva sus atributos biológicos no menos de 6 meses cuando se almacena en refrigeración (4-5°C) antes o después de su uso.

Presentación: Solución acuosa ligeramente ácida con alta concentración del compuesto activo que debe ser diluida en agua para su uso.

Precauciones de uso: Es un producto no tóxico a plantas y animales y biodegradable, pero no debe ser ingerido en la forma de su presentación debido a la alta concentración de compuesto activo y a la condición ácida de la solución que lo contiene.

Fabricante y país: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Carretera Tapaste Km 3½. San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba.

2.9.5 Resultados obtenidos en diferentes cultivos con la aplicación del QuitoMax.

Papa: El trabajo se realizó durante tres ciclos del cultivo (2009-2010; 2010-2011 y 2011-2012). En el primer ciclo se contó con cuatro tratamientos en los que, además del control en el que no se aplicó el producto, se utilizaron dos en los que se empleó una dosis de 300 mg ha⁻¹ a los 30 o a los 50 días posteriores a la plantación y otro en el que se aplicaron dos dosis de 150 mg ha⁻¹ una a los 30 días y la otra a los 50 días posteriores a la plantación. En los dos ciclos siguientes se contó además del control, con nueve tratamientos en los que se aplicaron dosis de 100, 300 y 500 mg ha⁻¹, tanto a los 30 como a los 50 días posteriores a la plantación y otros tres en los que se aplicaron 50, 150 y 250 mg ha⁻¹ en los dos momentos antes señalados. El análisis de los resultados mostró una mejor respuesta de las plantas cuando recibieron dos aplicaciones de QuitoMax, destacándose el tratamiento en el que las plantas recibieron 150 mg ha⁻¹, el que provocó un aumento del rendimiento superior a un 15 % en relación al control no aplicado. (Morales et al.,2015).

Frijol: Se utilizaron semillas de la variedad de frijol negro cuba-cueto-25 sembradas en hileras separadas a 70 cm, en las que las plantas se distribuyeron a una distancia de entre 6 y 7 cm. Las aplicaciones de QuitoMax se realizaron en dos momentos del ciclo del cultivo al control y a nueve tratamientos en dosis de 200, 400 y 600 mg ha⁻¹, tanto a los 20-25 días posteriores a la siembra como al inicio de la floración y en otros tres tratamientos en dosis de 100, 200 y 300 mg ha⁻¹ en los dos momentos antes señalados. El análisis de los resultados mostró una mejor respuesta de las

plantas cuando recibieron dos aplicaciones de QuitoMax®, destacándose el tratamiento en el que se realizaron dos aplicaciones de 200 mg ha⁻¹, el cual provocó un aumento del rendimiento superior a un 20 % en relación al control. (Martín et al., 2016).

Tabaco: Plantas de tabaco, variedad Criollo 98 fueron asperjadas a los 30 días de sembradas (dds) con diferentes concentraciones (0, 0.1, 0.5, 1 y 2.5 g L) de un polímero de quitosana. Los tratamientos de quitosana causaron estimulación e inhibición de las variables determinadas en dependencia de la concentración de quitosana aplicada. Los tratamientos con el polímero provocaron, también, variaciones en el contenido proteico y de carbohidratos reductores, fundamentalmente incrementos sobre el control a los 37 dds en dependencia de las concentraciones empleadas. (Menéndez et al., 2012).

Pimienta: en este estudio, investigamos la potencialidad de la quitosana, el enlace natural del polímero glucosamina beta-1-4 para reducir la transpiración de las plantas. La quitosana fue foliarmente aplicado a las plantas de pimienta y monitoreando el uso de agua. Las pimientas fueron cultivadas en cazuelas en cámaras de crecimiento, dónde la transpiración fue medida pesando las cazuelas. En una investigación de acompañamiento de campo, el uso de agua estuvo determinado por el monitoreo de la reducción drástica de la humedad del terreno con un reflectómetro. Un sistema regador automatizado de dominio de tiempo reabasteció el agua usada cada día. La biomasa y el rendimiento de las plantas se determinaron calculando las proporciones de biomasa para el agua. Las diferencias en la resistencia de la canopia entre el control y las plantas tratadas con quitosana fueron analizados con la ayuda de la ecuación del Calígrafo – Monteith. Escaneando la microscopia del electrón (SEM) y analizando el historial del producto demostraron que la quitosana indujo cierre de los estomas de la planta, dando como resultado una disminución de la transpiración. La aplicación foliar de la quitosana redujo el uso del agua en plantas de la pimienta entre un 26–43% mientras mantuvo la producción de la biomasa y el rendimiento. Sugerimos que la quitosana podría ser

un antitranspirante efectivo para conservar uso de agua en la agricultura (Nichols et al., 2001).

2.9.6 Otros resultados obtenidos en diferentes cultivos.

- ✓ Hortalizas como pimiento y tomate: Inmersión de las semillas 1-2 horas en 0,1 g L antes de tirar el semillero. Asperjar o embeber vía raíz las plántulas por media hora con 1 g L antes de sembrarlas en plantación. Realizar una Aspersión prefloración de 300 mg ha.
- ✓ La Aspersión foliar de 300 mg ha después del trasplante y previo a la floración, mejora el crecimiento y rendimiento en el tabaco.
- ✓ Frijol y otras leguminosas: Mezclar una dosis de QuitoMax (0,5 g L) con una de Azofert y mojar bien las semillas. Recubrirlas entonces con Ecomic antes de sembrar. Incluir una aspersión foliar de 200 mg ha prefloración o de otro bioestimulante utilizado en el cultivo. Se favorecen el crecimiento y el rendimiento.
- ✓ Proteger y elevar rendimientos en Maíz: Embeber las semillas por 12 horas en la solución de QuitoMax (0,1 g L). Realizar aspersiones foliares (250 mg/ha) a los 30 y 50 días de sembrada la plantación. Reduce la incidencia de la palomilla del maíz y eleva 20% los rendimientos.

La utilización de la quitosana en el girasol y en el gladiolo, ha dado buenos resultados mediante la inmersión de la semilla, ha aumentado el número de hojas y flores, la duración de vida y calidad de las plantas (H.K et al., 2008).

III.MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Ubicación de la zona objeto de estudio.

Este trabajo se realizó en la Granja Hortícola “Brisas” perteneciente a la Empresa Agropecuaria del MININT del Municipio Holguín, Provincia Holguín, el mismo se desarrolló en el periodo de diciembre de 2016 a marzo del 2017. Utilizándose la especie *Phaseolus vulgaris* L. (frijol), variedad Velasco Largo.

Esta entidad se dedica a la producción de hortalizas, viandas y vegetales en conserva. Cuenta con un área de 30,73 ha de ellas 25,75 se dedica a la agricultura con diferentes tecnologías de producción, las cuales son: cultivos protegidos 0,13 ha, área de lombricultura 0,02 ha, Huerto intensivo 2,01 ha. La fuente de abasto de agua para el riego de los cultivos hortícolas procede de posos. La semilla empleada es certificada, con la calidad requerida obtenida de la empresa de producción de semilla provincial. Se realizó una adecuada preparación de suelo.

La siembra se realizó sobre un suelo Pardo Sialítico Ócrico sin carbonatos según la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández et al., 1999). Al cual se le determinó el análisis físico químico, empleándose las siguientes técnicas: PH (H₂O y KCL) por Potenciometría, Materia Orgánica (%) Walkley y Black; P₂O₅ (Machiguin u Oníani); K₂O (Machiguin u Oníani); Na¹⁺, Ca²⁺, K¹⁺ y Mg²⁺ (iones intercambiables) por Fotometría de llama. Obteniendo como resultado que el mismo presenta buen drenaje tanto superficial como interno, presenta poca erosión y en cuanto la actitud para los cultivos es reportado apto para las hortalizas. A continuación, se muestran las características físico - químicas del suelo presente en la investigación.

Tabla 3. Características físico - químicas del suelo donde se realizó la investigación. (MINAGRI, 2012).

Cationes intercambiables					
Hg	Ca	Mg	K	Na	Valor (T)
A ₁	33,91	9,34	1,82	0,21	48,69
A ₃	40,58	15,38	1,02	0,16	59,02

Análisis físico				
Horizonte genético	Profundidad (cm)	Materia .Org (%)	N. Total (%)	N. (asimilable) (%)
A ₁	0-29	5,05	0,2525	0,0076
A ₃	29-45	2,93	0,196	0,0043
B	45-62	2,33	0,116	0,0031

Análisis Agroquímico (mg/100g)		
Profundidad (cm)	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-29	3,73	15,44
29-45	-	13,1

Evaluación de los horizontes

A₁-0-29

A₃ -29-45

B-20-40

pH. Neutro

pH .Neutro

pH .Neutro

M.O. Alto

M.O. Bajo

M.O. Bajo

N. Total. Alto

N. Total. Medio

N. Total. Medio

N. Asimilable .Alto

N. Asimilable .Alto

N. Asimilable .Alto

Cationes

Análisis agroquímico

Potasio (K).Medio

Fosforo (P₂O₅).Alto

Sodio (Na).Bajo

Potasio (K₂O). Alto

Calcio (Ca).Medio

Intercambio catiónico (T).Alto

Magnesio (Mg). Medio

3.2 Secuencia de la realización del experimento.

El cultivo se sembró el 23 de diciembre del 2016, utilizando semillas certificadas, al cultivo se le dieron todas las atenciones necesarias según León y Ravelo, (2007). La siembra se desarrolló mecanizadamente a una distancia de plantación de (0.90 cm x 0.15 cm) como el ancho de la surcadora era de 0.90 cm esa fue la regulación que se utilizó para el ancho de los surcos; efectuando las labores agrotécnicas

según las normas técnicas establecidas para este cultivo según MINAG, (2010). Al cultivo solo se le realizaron riegos mínimos de subsistencia. Es importante resaltar que no se le aplicó fertilización alguna, solo el producto objeto de estudio para obtener así el resultado de su efecto en las diferentes variables evaluadas.

3.3 Diseño del experimento.

Para la investigación se utilizó un diseño de bloques al azar según Fuentes, (2007), con 4 tratamientos, incluyendo al tratamiento control y 3 repeticiones, formándose 12 parcelas, cada una cuenta con 6,0 m de largo y 5,0 m de ancho para un área experimental de 30 m² Rodríguez et al., (2007). Existiendo una separación de 1m entre ellas para evitar el efecto de borde de un tratamiento sobre otro. Para un total de 222 plantas por parcelas y un cómputo de 2664 plantas en el experimento. Se seleccionaron 20 plantas por parcela para la muestra. El área de producción utilizada para la investigación fue de 551 m².

Los tratamientos consistieron en la aplicación del QuitoMax a razón de:

Tratamientos

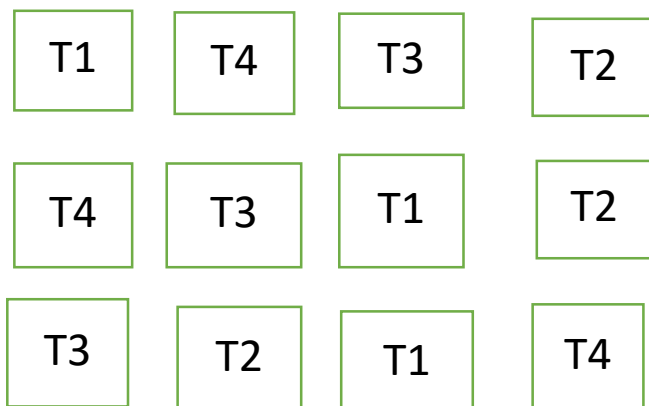
T1-Control sin aplicación.

T2-100 mg ha⁻¹ a los 30 días (inicio floración) y 100 mg ha⁻¹ a los 50 días (formación de vainas) (0.9 mg 90 m²).

T3-200 mg ha⁻¹ a los 30 días (inicio floración) (1.8 mg 90 m²).

T4- 200 mg ha⁻¹ a los 50 días (formación de vainas).

Diseño de las parcelas experimentales



Se realizaron dos aplicaciones, a los 30 y 50 días de sembrado el cultivo. La aspersión se realizó a la parte aérea hasta que el tejido foliar estuviera completamente humedecido. Utilizándose una mochila de fumigación Matabi de 16 litros de capacidad, la cual fue previamente calibrada. Cada dosis se fraccionó teniendo en cuenta el momento de aplicación en un 50%.

3.4 Variables evaluadas.

Las evaluaciones se realizaron cada siete días y se evaluaron las siguientes variables:

- Altura de la planta (cm.): Se midió con una cinta métrica desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta.
- Número de hojas por planta: Se determinó por conteo directo en cada una de las plantas seleccionadas.
- Número de flores por planta: Se determinó por conteo directo en cada una de las plantas seleccionadas.
- Número de vainas por plantas: Se determinó por conteo directo en cada una de las plantas seleccionadas.
- Número de granos por vainas: Se determinó por conteo directo en cada una de las plantas seleccionadas.
- Peso de 100 semillas (g): de cada tratamiento y réplica se tomaron 100 granos y se le determinó el peso con una balanza analítica.
- Rendimientos agrícolas ($t\ ha^{-1}$): se determinó la producción agrícola del cultivo, realizando una pesada directa en el área de cálculo de cada parcela.

3.5 Materiales empleados en la investigación.

- Cinta métrica de 1 m.
- Mochila de aspersión Matabi de 16 L.
- Pipeta de 1 ml de capacidad.
- Balanza Analítica Sartorius ($E=0,001\ g$), ($Max=150\ g$)
- Estacas de madera de 70 cm, con carteles para delimitar las diferentes parcelas entre los tratamientos.

El comportamiento de las variables climáticas durante el desarrollo del experimento se tomó de la estación meteorológica más cercana al área experimental (El Pedagógico), perteneciente a la provincia de Holguín. La misma se muestra en la tabla 4: donde se aprecia el comportamiento de las variables climáticas en el periodo experimental de diciembre a marzo. Con valores de temperatura media entre los 23,3°C – 26,0°C, valores óptimos para el crecimiento y desarrollo del cultivo. Según Zimmermann, (1990) la temperatura óptima para este cultivo, está comprendida entre los 22°C y 26°C, cuando la temperatura sobrepasa los 26°C, se afecta el sistema reproductivo debido al bajo poder germinativo del polén y de la escasa formación de sustancia encargada de retener los frutos, en Cuba se considera esta causa como una limitante de la producción en verano.

En cuanto al promedio de la humedad relativa durante el periodo evaluado se comportó entre el 67% y 78%, rango permisible para un adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo, teniendo en consideración que la misma es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 70-80% (MINAG ,2000). Los niveles de las precipitaciones durante todo el experimento, mostraron valores muy bajos y mal distribuidos, en el cual durante el mes de marzo no se registraron precipitaciones, coincidiendo con la fase reproductiva y de formación y desarrollo del grano. Según Kuruvadi y Aguilera (1992, 1994), la sequía es uno de los factores más limitantes en la producción y calidad de los cultivos a nivel mundial. El frijol común es considerado un cultivo de baja tolerancia a déficit severo de agua; sin embargo, casi 60 % de la producción en América Latina está sujeta a déficit moderado a severos de agua.

Tabla 4. Comportamiento de las variables climáticas en el periodo experimental.

Mes	Temperatura media (°c)	Humedad relativa (%)	Precipitaciones (mm)
Diciembre	25,0	78	22,8
Enero	23,3	72	31,7
Febrero	24,5	70	11,3
Marzo	26,0	67	0

Los datos se procesaron a través del Paquete Estadístico INFOSTAT, (2012) empleando un análisis de varianza de clasificación doble. En los casos en que los indicadores mostraron diferencias estadísticas significativas, se utilizó la prueba de comparación múltiples de medias de TUKEY (Lerch, 1977); (Ruesga *et al.*, 2005). Estos análisis se realizaron en el periodo experimental de diciembre a marzo.

3.6 Valoración económica de los resultados alcanzados.

Para el cálculo de este indicador solo se tomó en cuenta los valores del periodo comprendido. Los datos se procesaron a través del paquete estadístico INFOSTAT, (2012) a los cuales se les realizó un análisis de varianza a través de la prueba de Duncan con una significación de $P \leq 0.05$.

Para la evaluación de los resultados tuvimos en cuenta los indicadores económicos relacionados a continuación:

- Valor de la producción (CUP/ha): Rendimientos del cultivo en cada una de las variantes multiplicado por el costo de una tonelada de frijol, según los precios vigentes.
- Costo de producción (CUP/ha): Suma de gastos incurridos en el proceso productivo, según cada uno de los tratamientos, calculados para una hectárea.
- Ganancia (CUP/ha): Valor de la producción en cada uno de los tratamientos menos sus correspondientes costos de producción, calculados para una hectárea.
- Costo por peso: Costos de producción divididos entre el valor de la producción para cada tratamiento.

IV- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Evaluación del comportamiento de las variables fisiológicas y productivas evaluadas por tratamientos.

La tabla 5 muestra el efecto del Quitomax en las variables altura y número de hojas por planta. Donde se observa que en el indicador altura de la planta existen diferencias significativas entre los tratamientos donde se le aplicó el producto a los 30;30 + 50 y 50 días después de la siembra con respecto al control, no así entre los momentos 30 y 50 días donde las plantas alcanzaron los mismos valores. Siendo el tratamiento donde las plantas recibieron la aplicación del producto a los 30 + 50 días la de mayor altura. En cuanto a la variable número de hojas por planta se aprecia que existe diferencias significativas entre los momentos 30;30 + 50 y 30 días con respecto al testigo, no entre los momentos 30 + 50 y 50 días. Mostrando los mejores resultados el tratamiento donde se le aplicó a los 30 + 50 días de sembrado.

El efecto que ejerce este producto en los diferentes momentos de aplicación en las variables altura y número de hojas está motivado por las propiedades del quitosano el cual interviene en la estabilidad de la membrana celular y en la activación de las enzimas antioxidantes de plantas expuestas a condiciones de estrés.

El quitosano influye en la reducción de la transpiración al incrementar los niveles de ácidos abscísico (ABA) en las hojas tratadas, el cual activa el cierre parcial de los estomas. Contribuyendo al desarrollo vegetativo de la planta.

Resultados similares fueron obtenidos por Donaldo et al., (2015) los cuales reportaron un incremento en el desarrollo vegetativo de plantas de papa al aplicar este producto a los 30 días posteriores a la plantación.

De igual manera Lizárraga et al., (2013) evaluaron este producto en diferentes momentos en el cultivo de (*Solanum lycopersicum L.*) tomate, obteniendo como resultado un mayor vigor y crecimiento. También Miranda et al., (2013) informaron resultados concordantes al estudiar el efecto de aplicaciones de quitosana en plantas jóvenes de (*Zea mays L.*) maíz expuestas a diferentes tipos de estrés. También Sheikha y Malki , (2011) obtuvieron resultados favorables en el crecimiento, expresado mediante la longitud de los tallos

y las raíces, sus masas frescas y secas, la superficie foliar y los contenidos de clorofila en el cultivo del (*Phaseolus vulgaris Super Stryke*), frijol, destacándose en sus resultados que las mejores respuestas se manifestaron en el momento de aplicación a los 30 días de plantada.

Tabla 5. Efecto del QuitoMax en las variables altura y número de hojas de las plantas por tratamientos.

Tratamientos	Momentos de aplicación(días)	Altura de las plantas(cm)	Número de hojas
1	Control	17,97 ^c	46,03 ^c
2	30 y 50 (después de la siembra)	25,15 ^a	64,40 ^a
3	30(después de la siembra)	22,04 ^b	55,51 ^b
4	50(después de la siembra)	21,77 ^b	62,92 ^a
ES±		0,16	0,99

Letras diferentes (a, b, c,) demuestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos para $P \leq 0,05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Como se puede apreciar la tabla 6 muestra el efecto de la aplicación del producto con diferentes momentos de aplicación en las variables número de flores y de vainas por tratamientos. Donde se aprecia que en la variable número de flores por planta existen diferencias significativas entre los tratamientos donde se aplicó el producto en diferentes momentos con respecto a las plantas no tratadas. No así entre las aplicaciones a los 30;30 + 50 días. Mostrando el mayor número de flores en el tratamiento 2 correspondiente a la aplicación a los 30 + 50 días después de la siembra. Cuando analizamos la variable número de vainas por planta se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos donde se aplicó el producto en diferentes momentos con respecto a las parcelas no tratadas. No así entre las aplicaciones a los 30 y 50 días. Mostrando el mayor número de vainas en el tratamiento 2 correspondiente al momento de aplicación a los 30 + 50 días superando significativamente a los demás tratamientos.

La acción de este bioestimulante en dosis bajas y aplicado en dos momentos al cultivo posibilita acortar y mejorar el periodo de floración y fructificación.

Respuestas similares en cuanto al incremento del número de vainas por planta fueron encontradas al evaluar el efecto de la aplicación de Biobras-16 en el cultivo del (*Phaseolus vulgaris L.*) frijol, por Rosabal et al., (2013), así como al evaluar el efecto de la 24 epibrasinólida según Rady, (2011) en el crecimiento, el rendimiento, los sistemas antioxidantes y los contenidos de cadmio en plantas de frijol en condiciones salinas y de estrés por cadmio.

Campos, (2007) señala que obtuvo resultados satisfactorios en el cultivo del (*Cucumis sativus L.*), pepino viéndose un incremento en el número de las flores mediante aplicaciones de quitosana.

También se han reportado resultados similares por Nápoles et al., (2007) en el incremento del número de vainas en la aplicación de quitosanas en experimentos in vitro en soya.

Tabla 6. Efecto del QuitoMax en las variables número de flores y número de vainas de las plantas por tratamientos.

Tratamientos	Momentos de aplicación(días)	Número de flores	Número de vainas
1	Control	4,39 ^c	8,12 ^c
2	30 y 50(después de la siembra)	5,97 ^a	15,12 ^a
3	30(después de la siembra)	5,79 ^a	12,00 ^b
4	50(después de la siembra)	5,36 ^b	11,91 ^b
ES±		0,06	0,14

Letras diferentes (a, b, c,) demuestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos para $P \leq 0,05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Los efectos de los diferentes momentos de aplicación del bioestimulante QuitoMax sobre el número de granos por vaina y peso 100 semillas por tratamiento se muestran en la tabla 7. Del análisis de la misma se observa que en la variable número de granos por vaina no existen diferencias significativas entre los diferentes momentos de aplicación, si de estos con respecto al tratamiento control, mostrando

el mayor número de granos por vaina las plantas donde se le aplicó el producto a los 30 + 50 días después de la siembra. En cuanto a la variable el peso de 100 granos por tratamiento se aprecia que no existen diferencias significativas entre los momentos de aplicación a los 30; 30 + 50 días; ni entre los tratamientos con los momentos de 30 y 50 días, de igual manera no existen diferencias significativas entre la aplicación que se realizó del producto a los 50 días y las plantas donde no se realizó ninguna aplicación. Si entre los tratamientos con los momentos de aplicación a los 30;30 + 50 días con respecto a la planta control. Siendo el tratamiento donde se aplicó el producto a los 30 + 50 días después de la siembra donde se obtuvo el mayor peso de los granos.

Los resultados mostrados por esta variable, pudieran explicarse por el hecho de que el quitosano en aplicaciones foliares incrementa los niveles de hormonas como giberelinas y ácido abscísico (ABA).

Jiao., et al (2012) obtuvieron similares resultados y señalan además señalan que estos productos que están muy relacionados con la tuberización y la distribución de la materia seca en el cultivo (*Solanum tuberosum L.*), papa.

Según Terry et al, (2014) se puede apreciar cómo las menores dosis estimularon la masa fresca de los granos, con independencia del momento en que se haya aplicado el producto, resultados que concuerdan con los encontrados al estudiar la respuesta del (*Raphanus sativus L.*), rábano al ser tratadas sus semillas con diferentes concentraciones del bioestimulante.

Tabla 7. Efecto del QuitoMax en las variables número de granos por vaina y peso de 100 semillas por tratamientos.

Tratamientos	Momentos de aplicación(días)	Número de granos por vaina	Peso de 100 semillas
1	Control	5,28 ^b	18,57 ^c
2	30 y 50(después de la siembra)	5,70 ^a	25,32 ^a
3	30(después de la siembra)	5,60 ^a	23,33 ^{a b}

4	50(después de la siembra)	5,53 ^a	21,39 ^{bc}
ES±		0,03	0,87

Letras diferentes (a, b, c,) demuestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos para $P \leq 0,05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

En la tabla 8 referente al efecto del QuitoMax en el rendimiento agrícola por tratamiento, se aprecia que existen diferencias significativas entre los diferentes momentos evaluados, y de estos con respecto al tratamiento control. Mostrando mejor rendimiento el tratamiento donde se aplica el producto a los 30 + 50 días después de la siembra.

Lo que demuestra que con la aplicación de este bioestimulante se logra activar la acumulación de sustancias importantes para el desarrollo productivo de la planta, lo que repercute directamente en el rendimiento de las mismas.

Resultados similares en el rendimiento fueron obtenidos por Farouk y Amany, (2012) cuando se evaluó el efecto de aplicaciones foliares de quitosanas en (*Vigna unguiculata*), cowpea. De igual manera (Borkowski, 2007) aplicando la quitosana obtuvo resultados similares en el cultivo (*Solanum lycopersicum L.*), tomate, así como en el rendimiento y sus componentes en el cultivo (*Oryza sativa, L.*), arroz.

En estudios en los que se utilizaron quitosanas, para la producción de flores en plantas de (*Dendrobium orchid*) orquídeas, (Limpanavech, P et al.,2008) obtuvo altos rendimientos.

De igual manera (Sonia et al.,2013) obtuvieron resultados similares con la utilización de este polímero en el tabaco, variedad Corojo 2006 en la provincia de Granma.

Tabla 8. Efecto del QuitoMax en el rendimiento agrícola por tratamiento.

Tratamientos	Momentos de aplicación(días)	Rendimiento t ha ⁻¹
1	Control	0,48 ^d
2	30-50(después de la siembra)	1,42 ^a

3	30(después de la siembra)	1,00 ^b
4	50(después de la siembra)	0,48 ^c
ES±		0,10

Letras diferentes (a, b, c, d) demuestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos para $P \leq 0,05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

4.2 Valoración económica.

Tabla 9. Gastos incurridos en una hectárea.

Recursos	U/M	Cantidad	Costo Unitario \$	Gasto Total \$
Salario	Hombre	2	299,00	2528,95
Semillas	Lb	48	9.50	456
QuitoMax	L	1	15	15
Otros gastos	\$	-	-	2000,00
Total				4999,95

El precio de comercialización de una tonelada frijol en la Granja es de \$ 20652,17.

Para determinar el efecto económico producido por los tratamientos en el periodo experimental de diciembre a marzo, se realizó un análisis económico el cual se muestra en la tabla 10, teniendo como base el rendimiento obtenido. Logrando como resultado que los mejores rendimientos se obtienen cuando se aplica el producto en dos momentos a los 30 + 50 días después de la siembra reportando una ganancia de 24316,1314 pesos por hectárea respectivamente. Es válido destacar que el resto de los tratamientos donde se aplicó este producto mostraron ganancias superiores al testigo. Es importante resaltar que para obtener en condiciones de producción elevadas ganancias en este cultivo, sería necesario invertir grandes sumas de dinero en fertilizantes químicos y en tecnologías que favorezcan la obtención de altos rendimientos, lo que traería consigo el encarecimiento de los costos de producción. Por lo que es necesaria la utilización de productos de fabricación nacional que presenten bajo costos de producción facilitando su uso en múltiples estudios y eleven los rendimientos de los cultivos de importancia económica. Según

(Velázquez ,2008) la aplicación del QuitoMax ha demostrado su efecto de promover el crecimiento, el desarrollo vegetativo y el rendimiento de varios cultivos.

Tabla 10. Resultados económicos de la investigación en el periodo experimental.

Tratamientos	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Gastos de Producción (\$)	Valor de la Producción (\$)	Ganancia (\$)
T1. Control	0,48	4984,95	9913,0416	4928,0916
T2. 30 y 50 días (0.9 mg 90 m ²)	1,42	4999,95	29326,0814	24316,1314
T3. 30 días (1.8 mg 90 m ²)	1,00	4999,95	20652,17	15642,22
T4. 50 días (1.8 mg 90 m ²)	0,99	4999,95	20445,6483	15435,6983

Ganancia = Ingreso –Gasto

V CONCLUSIONES

- En las variables altura de la planta y número de hojas por planta, el momento de aplicación de mejores resultados fue a los 30 días (inicio floración) + 50 días (formación de vainas) después de la siembra.
- El momento de aplicación a los 30 días (inicio floración) + 50 días (formación de vainas) después de la siembra, fue el de mejores resultados en las variables número de vainas por planta, números de granos por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento agrícola en el periodo experimental evaluado.
- Con el momento de aplicación a los 30 días (inicio floración) + 50 días (formación de vainas), en el cultivo del frijol se obtuvo una ganancia de \$ 24316,1314 por hectárea.

VI RECOMENDACIONES

- Continuar los estudios de momentos de aplicación del QuitoMax en el cultivo del frijol y en otros cultivos de interés económico.
- La evaluación del QuitoMax en las diferentes fases del cultivo con el momento de aplicación de mejores resultados entre 30 días (inicio floración) + 50 días (formación de vainas) en otras variedades y épocas del año.
- La motivación a los productores para la utilización de bioestimulantes como el QuitoMax en la producción de granos, siendo esta una vía para obtener mejores rendimientos, ganancias y producciones ecológicas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Campos, A. & Acosta, L. (1991). Mecanismos fenológicos de escape en frijol en Publicación Especial 4: 52 – 56. En: CIAT. Resúmenes sobre Frijol. 16(2).
2. Alvarez, G. & Feijó, F. (1990). La humedad aprovechable residual del suelo y el rendimiento del frijol. *Agrociencia* ,1(4), 145 -160.
3. Álvarez C., Zaya M., Adalberto R. & Méndez, D (1990). La humedad aprovechable residual del suelo y el rendimiento del frijol. *Agrociencia* ,1(4), 145 -160.
4. Aguilera C., D. M.; J. A. & Acosta G. (1991). Estudio variedades de frijol bajo condiciones de invernadero. *Publicación Especial. 4: 67 – 76. 1990. En: CIAT Resúmenes sobre Frijol. 16(2)*
5. “ECONOMÍA Y GERENCIA EN CUBA: AVANCES DE INVESTIGACIÓN”. (2012). La agricultura cubana y el actual proceso de transformaciones económicas. *Boletín Cuatrimestral. La Habana: Armando Nova.*
6. Burin M., González T., Richards Y., (1991). Floración y patrón de floración en 2 cultivares de frijol en relación con la temperatura y la precipitación. *Agronomía Sulriograndense. 24(2): 165 ± 182. En: CIAT. Resúmenes sobre Frijol. 16(2) p.10.*
7. Bittelli, M.; Flury, M.; Campbell, G. S. & Nichols, E. (2001). Reduction of transpiration through foliar application of chitosan. *Agricultural and Forest Meteorology, 3, vol. 107, 2001, pp. 167-175.*
8. Bautista, S; Lauzardo, A N; Velázquez, M.G; López, M; Barka, E. Ait; Molina, E & Wilson, C.L. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection ,25, 2006, pp.108–118.*

9. Borkowski, J. (2007). Effect of BIOCHIKOL 020 PC (chitosan) on the plant growth, fruit yield and healthiness of tomato plant roots and stems. *Progress on Chemistry and Application of Chitin and Its Derivatives*, 3, vol. 12, pp. 217–223, ISSN 1896-5644.
10. Cartay, R. (1991). Evaluación agronómica de la coinoculación de hongos micorrizogenos Arbusculares y *Rhizobium tropici* A. en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre un suelo Pardo con diferenciación de carbonato. Tesis en opción al grado de Maestro en Ciencias Agrícolas Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez". San José Habana. Cuba.
11. Castiñeira, H., Leonor, R., & Zapata, O. (1992). Origen, diversidad y utilización del germoplasma cubano de frijol. En: CIAT. Resúmenes sobre frijol. Cali. Colombia. 15 (2).
12. Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT] (2002). Programa Fitonutrición Frijol. Resultados de análisis de suelo. Muestra NS 49.
13. Caprile MD., (2005). Obtención y Utilización de Quitina y Quitosano a partir de desechos de crustáceos. España.
14. Nápoles, M., Costales, D. & Falcón, A. (2007). Influencia de oligosacáridos de quitosana y pectina en la interacción simbiótica Soya-*Bradyrhizobium*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 2, vol. 41, 2007, pp. 175–181, ISSN 0034-7485, 2079-3472.
15. Campos, Y. (2007). Evaluación de tres dosis de quitosana en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) en Granma. Trabajo de Diploma, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma.
16. Chaveco, P & Evelio, G. (2008). El frijol Biofortificado: Un paradigma nuevo. La agricultura como un instrumento para mejorar la nutrición humana. Unidad de Extensión Investigación y Capacitación Agropecuaria de Holguín (UEICA-H). MINAGRI. Holguín. Cuba. 25 p.

- 17.Chaveco, P. (2009). Análisis del contenido de micronutrientes de las líneas mejoradas nutricionalmente existente en Cuba y de variedades del germoplasma cubano. UEICA-H. Cuba. Sin publicar.
- 18.Duarte, H. (1990). Resistencia del Frijol a las condiciones de sobre - humedecimiento en un suelo Hidromórfico Gley Amarillo. Ciencia y Técnica de la Agricultura. Riego y Drenaje. 13 (2) 19 ±25.
- 19.D Amico,J. (2008). Propiedades físicas y químicas de los suelos de los suelos de Urbano Noris, Holguín. Análisis de Laboratorio INCA.
- 20.Donald M., Falcón; Díaz & Martin, (2015). Efecto del QuitoMax en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Cultivos Tropicales, 3, vol. 36, 2015, pp. 133-143.
- 21.Dr.C Donald Morales, Dr.C. José Dell'Amico, Dr.C. Eduardo Jerez, Yusnier D Hernández & M.Cs. Roberqui (2006). Efecto del QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del (*Phaseolus vulgaris* L.), frijol. Cultivos tropicales, 1, vol.37, Versión on-line issn 1819-4087.cultrop la habana ene.-mar. 2016, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).
- 22.Fernández, G. & Henríquez, R. (1995). Etapas de desarrollo en la planta de frijol. En: frijol: Investigación y producción. Cali. CIAT. P. 61-78.
- 23.Fuentes, (2007). Experimentación Agrícola. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
- 24.Ferrera, A. & Rodríguez, D. (2006). Producción de frijol en Cuba. Situación actual y perspectiva inmediata. Agronomía Mesoamericana, 2, vol.7, p.98-107.
- 25.Faure, B. (2010). Situación de la producción de frijol en Cuba. Conferencia: taller nacional sobre la producción de frijol.
- 26.Falcón, R.; Rodríguez, A.; Ramírez, M. & Rivero, D., (2010). Chitosans as bioactive macromolecules to protect economically relevant crops from their main pathogens. Biotecnología Aplicada, 4, vol. 27 diciembre de 2010, pp. 305-309.

27. Farouk, S. & Amany, F. (2012). Improving growth and yield of cowpea by foliar application of chitosan under water stress. *Egyptian Journal of Biology*, 1, vol. 14, 2012, pp. 14-16, ISSN 1110-6859, DOI 10.4314/ejb. v14i1.2.
28. Falcón, R. (2012). Actividad enraizadora de una mezcla de oligogalacturónidos en pecíolos de violeta africana. *Cultivos Tropicales*, 2, vol. 28, 2012, pp. 87–90.
29. Falcón, R. (2014) Plegable sobre uso del Quitomax. Dpto. de Fisiología y Bioquímica Vegetal del INCA. Mayabeque. Cuba.
30. Germán; Prophete & Orellana, (1992). Manejo agronómico del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Bid - Profrijol. (1 9 9 2). 4 5 p. 2 9.
31. Guzmán Maldonado, S. H; J. Zaragoza C.& E. González M. (1997). Propiedades físicas, químicas y sensoriales del frijol. *Agro ciencia*. ,4, Vol 31 ,405-410.
32. García, E. (2000). Agrotécnica alternativa para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) C. del Recreo No. 21 Velasco, Holguín Cuba. Ministerio de la Agricultura Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín. Grupo de Granos Holguín, Cuba, 2000.
33. García, S.; López, A. Téllez. & M, Díaz. (2008). Recomendaciones para la producción del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Proyecto TCP/CUB/2902(A). (Apoyo a la producción de granos básicos), Resultados del Proyecto piloto en el marco del programa especial de seguridad alimentaria –PESA. 30p
34. González, L.; Falcan, A.; Jiménez, M. C.; Jiménez, L.; Silvente, J. & Terrero, J. C. Evaluación de tres dosis de quitosana en el cultivo de pepino en un periodo tardío. *Revista amazónica: Ciencia y tecnología*, 2, vol.1, ,2012, pp.134-139,).
35. Gliessman, S.R, Rosado-May F.J., Guadarrama-Zugasti C., Jedlicka J., Cohn A., Méndez V.E., Cohen R., Trujillo L., Bacon C. & Jaffe R. (2007)

- Agroecología promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Ecosistemas, pp.425.
- 36.Hernández, A., Pérez, J., Bosch. & Rivero, L. D. (1999). Nueva versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana: AGRINFOR, MINAGRI. Instituto de Suelos, pp. 64.
 - 37.Hernández, A. (2001). Evaluación de la respuesta de líneas y variedades de frijol a Rhizobium, abonos y/o fertilizantes. En informe Técnico Anual (2000) -(2001). Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centro América México y el Caribe. Ciudad de Guatemala. Guatemala.
 - 38.Hernández, A.& Puentes, P. (2007). Manejo Postcosecha de Granos a nivel de Pequeño Agricultor. Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico. CINDEC. Universidad Nacional de Colombia. 49p.
 - 39.Hadwiger, L. A. (2014). Method for treating cereal crop seed with chitosan to enhance yield, root growth and stem strength, [en línea]. no. US 4886541 A, Inst. Washington State University Research Foundation.)
 - 40.Cristian, D. (2015). Un pilar con resultados apreciables - Cuba - Juventud Rebelde - Diario de la juventud cubana. Extraído el 20 de enero del ,2016 del sitio web <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2015-01-14/un-pilar-con-resultados-preciables>.
 - 41.Sánchez, G. (2008). Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol History, nature and bean's nutritious quality. Investigación Científica, 3, Vol. 4, Nueva época,septiembre–diciembre 2008, ISSN 1870–8196.
 - 42.Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, [INCA] 2015. Uso del bioestimulante QuitoMax.
 - 43.Gacdnel, J & Gacén, H. (1996). Quitina y Quitosano. Nuevos Materiales Textiles. Boletín Intexter (U.P.C) 1996. N 110.)
 - 44.Jiao, Z.; Li, Y.; Li, J.; Xu, X.; Li, H.; Lu, D. & Wang, J. Effects of Exogenous Chitosan on Physiological Characteristics of Potato Seedlings Under Drought Stress and Rehydration, Potato Research, 3-4, vol. 55, 19 de

octubre de 2012, pp. 293-301, ISSN 0014-3065, 1871-4528, DOI 10.1007/s11540-012-9223-8. (2012).

45. Kohaschi -shibata, J. (1991). Aspectos de la morfología y fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris*) y su relación con el rendimiento. Centro de Botánica Colegio de posgraduados. Chapingo. Montecillo. México.
46. Kuruvadi, R. & Aguilera, W. (1992, 1994). Patrones del sistema radical en frijol común (*P. vulgaris*). Turrialba, 4, vol. 40, 491-498. 1994.
47. Li, Y. (1992). Uso del potencial de adaptación del Frijol a la temperatura como criterio de selección en ambientes cálidos. En: CIAT. Resúmenes sobre frijol. 17 (1).
48. León, J. & Ravelo, E. (2007). Fitotecnia General aplicada a las condiciones tropicales. Editorial Félix Varela. p 201.
49. Limpanavech, P.; Chaiyasuta, S.; Vongpromek, R.; Pichyangkura, R.; Khunwasi, C.; Chadchawan, S.; Lotrakul, P.; Bunjongrat, R.; Chaidee, A. & Bangyeekhun, T. (2007). Chitosan effects on floral production, gene expression, and anatomical changes in the *Dendrobium* orchid. *Scientia Horticulturae*, 1, vol. 116, 10 de marzo de 2008, pp. 65-72, ISSN 0304-4238, DOI 10.1016/j.scienta.2007.10.034.
50. Moreira, A. & Stone, G. (1992). Rasgos de la planta y estabilidad de rendimiento de cultivares de frijol en condiciones de estrés por sequía. En: CIAT. Resúmenes sobre frijol. 27 (1): 12.
51. Malavolta, E. (1998). Aspectos de la aplicación foliar con micronutrientes. En Actualidad y futuro de los micronutrientes en la agricultura. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá. P. 67 - 87.
52. MINAG, (2000). Instructivo técnico del cultivo del frijol. Cuba
53. Marco, A. (2003). Investigador. FONAIAP-Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Táchira. Bramón, estado Táchira. ISSN 1680 – 7685.
54. Cabrera, G.; M. A.; Toledo, V. & Martinez, T. The effect of size and acetylation degree of chitosan derivatives on tobacco plant protection against

- Phytophthora parasitica nicotianae. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 1, vol. 24,2007 pp. 103-112.
- 55.H.K.; N. O.; M.H.; C HO, & W. P RINYAWIWATKUL. Chitosan Treatments Affect Growth and Selected Quality of Sunflower Sprouts. JOURNAL OF FOOD SCIENCE, 1, Vol. 73, 2008.
- 56.MINAG, (2010). Algunas recomendaciones para la producción del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), UEICAH, 2010. Holguín.
- 57.MINAGRI, (2012). Análisis de suelo realizado por el Departamento de Suelo de Holguín.
- 58.Miranda, C. S. P.; P. E. G.; Torres, P. I.& Moreno, M. E. (2013). Chitosan application in maize (*Zea mays*) to counteract the effects of abiotic stress at seedling level. African Journal of Biotechnology, 34, vol. 10, 2013, pp. 6439-6446, ISSN 1684-5315, DOI 10.4314/ajb.v10i34.
- 59.Morales G, Hernández, Lliddrey; Mompié J & Rodríguez F. Efecto del QuitoMax en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Cultivos Tropicales, 3, vol. 36, 2015, pp. 133-143.
- 60.Núñez, G. (2000). Efecto de Bioestimuladores cubano en la producción de las variedades de tomate, UNAH; INICA, 2000 P.32.
- 61.Pesanha, H. (1994). Selecao de cultivares de Feijao com alta capacidade de nodulacao e tolerantes a solo ácidos. Turrialba, 1, vol 44,31- 38.
- 62.Ponce, M., Ortiz, R. & Martínez, M. (2003). Caracterización de una amplia colección de frijoles y resultado de la selección campesina. Cultivos.
- 63.Rojas, B. (1990). Validación de un modelo de predicción para rendimiento de grano de frijol. Agrocienca. México. 1 (4): 8 -24.
- 64.Rodríguez, A., Companioni, N., Peña, E., Cañet, F., Fresneda, J., Estrada, J.& Rey, R. (2007). Manual Técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. sexta edición. ACTAF, INIFAT. Cuba, pp. 42-43, 68-69.

- 65.Rodríguez, H., (2009). Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Murraya paniculata* L. *Revista Cultivos Tropicales*, 1, vol. 30, p. 83-86.
- 66.Rady, M. M., (2011). Effect of 24-epibrassinolide on growth, yield, antioxidant system and cadmium content of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants under salinity and cadmium stress. *Scientia Horticulturae*, 2, vol. 129, 10 de junio de 2011, pp. 232-237, ISSN 0304-4238, DOI 10.1016/j.scienta.2011.03.035.
- 67.Menédez, E., Rodríguez, H., Gordon, R. & Martínez T., (2012). Respuesta enzimática y de crecimiento en una variedad comercial de tabaco (*Nicotiana tabacum*, L.) Tratada por aspersión foliar de un polímero de quitosana. *Cultivos Tropicales*, 1, vol. 33, 2012, p. 65-70, INCA.
- 68.Rosabal, A. L.; Martínez, G. L.; Reyes, G. Y. & Núñez, V. M., (2013). Resultados preliminares del efecto de la aplicación de Biobras-16 en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, 3, vol. 34, septiembre de 2013, pp. 71-75, ISSN 0258-5936.
- 69.Schoonhoven, Van. Aart. (1990). Problemas de producción. CIAT. Cali. 224 p.
- 70.Sheikha, M. & Malki, E. (2011). Growth and chlorophyll responses of bean plants to the chitosan applications. *European Journal of Scientific Research*, 1, vol. 50, 2011, pp. 124–134, ISSN 1450-216X.
- 71.Sonia, A., Alejandro, F. & María, C. (2013). EVALUACIÓN DEL QUITOMAX EN EL CULTIVO DEL TABACO (*Nicotiana tabacum*, L.). Universidad de Granma. 2013.
- 72.Thuang, W. & Cunha, R. (1992). Efecto de la inundación temporal en el frijol. En: CIAT: Resúmenes sobre frijol. Vol 17(2) 4.
- 73.Trinidad, A. & Aguilar, D. (2000). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latino Americana* 17(1), pp 247–255.

74. Terry, A. E.; Ruiz, P. J.; Tejeda, P. T. & Reynaldo, E. I. Efectividad agrobiológica del producto bioactivo Pectimorf® en el cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). *Cultivos Tropicales*, 2, vol. 35, junio de 2014, pp. 105-111, ISSN 0258-5936.
75. Universidad Autónoma Metropolitana (2011). Producción de Quitina y Quitosano a partir de una nueva tecnología. Unidad Iztapalapa.
76. Voysest, O., Fernández, H. & Henríquez, G. (1995). Mejoramiento del frijol por introducción y selección. En: frijol: Investigación y producción. Cali. CIAT: p. 82 - 106.
77. Voysest, O., (2000). Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): legado de variedades de América Latina 1930-1999. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 195 p.
78. Velásquez, C.L. (2008). Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica. *Revista UDO Agrícola*, 1, vol. 8, 2008, pp. 1–22, ISSN 1317-9152.
79. Yontes C. D; Gallardo; Paredes & Khade, (1992). Respuesta del frijol al estrés hídrico. En: CIAT. Resúmenes sobre frijol. Cali. 16 (1): 15.
80. Zimmermann, M. (1988 y 1990). Cultivo do Feijoeiro. Fatores que afetam a produtividade. *Agrociencia*, 4, vol II. Montecillo.