

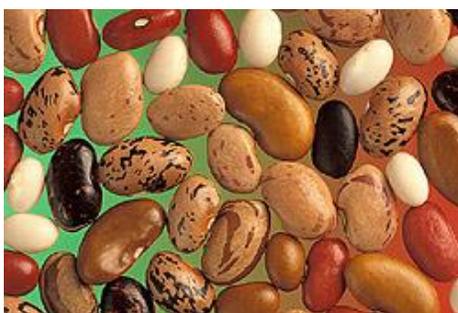


*UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS*  
*JOSÉ MARTÍ PÉREZ*  
*FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.*  
*DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA*



# *Trabajo de Diploma*

*Comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol  
(Phaseolus vulgaris L.) con diferentes frecuencia de  
aplicación del VIUSID agro.*



**Autora: Nancy Álvarez Cruz.**

**Tutora: MSc. Kolima Peña Calzada.**

**Curso 2013-2014**



*Hay que preguntarse cómo podremos proteger la naturaleza. Realmente a los habitantes de este planeta se plantean en esta época, en este minuto, dos grandes problemas: cómo salvar la naturaleza y cómo salvar la humanidad. Si no salvamos la naturaleza no podremos salvar la humanidad...*

*Fidel Castro Ruz*



*Dedicatoria*

---



*A mis padres Felicia y Francisco + por guiarme en la vida para alcanzar mis metas.*

*A mis hijos Maditsi y Yosvani por darme fuerzas para cumplir mi sueño.*

*A mi esposo por su apoyo incondicional.*

## *Agradecimientos*

---



- ❖ *A la Revolución y a la Universidad de Sancti Spíritus "José Martí" por darme la oportunidad de formarme como ingeniera agrónoma.*
  
- ❖ *A mi tutora Kolima Peña Calzada por su apoyo en la realización de este trabajo.*
  
- ❖ *A los profesores que a lo largo de la carrera me han apoyado para alcanzar este sueño.*
  
- ❖ *A mis compañeros de estudio y de trabajo por su constante preocupación y apoyo.*
  
- ❖ *A mi familia por apoyarme en todo.*

*A todos muchas Gracias.*



El experimento fue llevado a cabo en la finca Ingenio Viejo, Sancti Spíritus, Cuba. El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) con diferentes frecuencias en la aplicación del VIUSID agro. Para esto se realizó un experimento en un diseño de Cuadrado Latino con cuatro tratamientos, cuatro réplicas y parcelas de 15m<sup>2</sup>. Los tratamientos fueron: VIUSID agro a razón de 1.5mL aplicado en siembra y con frecuencia de 7, 14 y 21 días y un tratamiento control. Las variables dependientes fueron, altura de la planta, vainas por planta, granos por vaina, granos por planta, masa de 100 granos y el rendimiento agrícola. En cuanto a la altura de la planta el tratamiento semanal superó al Control en un 13,92% y cuando se aplicó cada 14 y 21 días en un 12.02% y 4.5%. Las vainas por planta el mejor comportamiento es el de los tratamientos donde se aplicó VIUSID cada 7 y 14 días con 10.5 y 9.82 vainas plantas. En los granos por vainas los tres tratamientos con VIUSID agro se diferenciaron significativamente del control. En la variable granos por planta el mejor comportamiento fue del tratamiento semanal con 63.38g\*planta. La masa de 100 granos es inferior al potencial de la variedad en Cuba y el mejor comportamiento en este sentido fue de la aplicación semanal. El rendimiento más alto es de 2.98t/ha<sup>-1</sup> igualmente en el tratamiento semanal. La aplicación de VIUSID agro en cualquier frecuencia de aplicación evaluada en el ensayo supera al control en su comportamiento agroproductivo.



This experiment was carried out in “Ingenio Viejo” farm, Sancti Spiritus, Cuba. The objective of the research was to evaluate the agro-productive behaviour of the *Phaseolus vulgaris* L crop with different frequencies in the application of VIUSID agro; to achieve this purpose; an experiment in semi-controlled conditions was carried out. A “Cuadrado Latino” design was used with four treatments, four replicas and 15m<sup>2</sup> plots of land. The treatments were: VIUSID agro applied in sowing every 7 days, VIUSID agro applied in sowing every 14 days, VIUSID agro applied in sowing every days and a control treatment. The dependant variable were: the plant height, pods per plant, grains per pods, grains per plant, mass of 100 grain and agriculture output. According to the height of the plant, the weekly treatment exceeds the control in a 13.92% and when it is applied every 14 and 21 days exceeded in a 12.02% and 4.5 %. In the case of the pods per plant the best behaviour is the treatment in which VIUSID agro is applied every 7 and 14 days with 10.5 and 9.82 pods per plant. In the case of grains per pods the three treatments with VIUSID agro are widely different from the control treatment. Nevertheless, in grain variable per plant also exceed the control but there are significant statistic differences among them and the best behaviour is the weekly one with 63.38 grams/plant. The mass of 100 grains is lower than the potential in Cuba and the best behaviour in such sense is the one which was applied every week. The higher output is 2.96 tons/ha<sup>-1</sup> the same way it was in the weekly treatment. The application of VIUSID agro in any frequency of tested application in the trial exceeds the control in it agro-productive behaviour.



---

|   |    |
|---|----|
| 1. Introducción   | 1  |
| 1.1 Problema  | 2  |
| 1.2 Hipótesis   | 2  |
| 1.3 Objetivo  | 2  |
| 2 Revisión bibliográfica.   | 3  |
| 2.1 Características Botánicas.  | 3  |
| 2.1.1 Taxonomía del cultivo del frijol común.   | 3  |
| 2.1.2 Morfología del Frijol.  | 3  |
| 2.1.3 El frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Origen, domesticación, distribución e importancia. | 5  |
| 2.1.4 Producción mundial y consumo.   | 7  |
| 2.1.5 El frijol en Cuba.  | 9  |
| 2.1.6 Método de siembra.  | 10 |
| 2.1.7 Época de siembra.   | 10 |
| 2.2 Estimulantes del crecimiento.   | 10 |
| 2.2.1 VIUSID agro.  | 10 |
| 2.2.2 Algunas Investigaciones en Cuba con el uso del VIUSID agro.                                   | 12 |
| 3 Materiales y métodos.   | 14 |
| 3.1 Ubicación y generalidades del experimento.  | 14 |
| 3.2 Diseño experimental.  | 14 |
| 3.2.1 Variables en estudio.   | 15 |
| 3.2.2 Operacionalización de las variables.  | 16 |
| 3.3 Atenciones culturales.  | 17 |
| 3.4 Manejo del agua en el experimento.  | 18 |
| 3.5 Características del producto empleado VIUSID agro.  | 18 |
| 3.6 Estadística.  | 18 |
| 4 Resultados y discusión  | 19 |
| 4.1 Influencia de los tratamientos en la altura de las plantas.                                     | 19 |
| 4.2 Influencia de los tratamientos en las vainas por plantas.                                       | 21 |

|  |    |
|--|----|
| 4.3 Influencia de los tratamientos en los granos por vainas. | 23 |
| 4.4 Influencia de los tratamientos en los granos por planta. | 24 |
| 4.5 Efecto de los tratamientos en la masa de 100 granos.     | 25 |
| 4.6 Efecto de los tratamientos en el Rendimiento agrícola.   | 26 |
| 5 Conclusiones   | 29 |
| 6 Recomendaciones  | 30 |
| 7 Bibliografía   | 31 |
| 8 Anexos   |    |



El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) entre las leguminosas de granos alimenticios, es una de las especies más importantes para el consumo humano. Su producción abarca áreas diversas. América Latina es la zona de mayor producción y consumo, se estima que más del 45% de la producción mundial proviene de esta región específicamente del sur de México, Bolivia y Perú, donde se encuentran incluso formas silvestres que se cruzan sin dificultad con especies cultivadas (Voysesst, 2000).

Según Alonso (2011) ocupa un lugar importante en la agricultura mundial en cuanto al área cultivada y consumo. Constituyendo un complemento indispensable en la dieta alimenticia principalmente en Centro y Sur América, el Lejano Oriente y África. En los últimos años es el principal cultivo generador de ingresos en las fincas de Cuba.

Ha constituido tradicionalmente un componente importante en la dieta del cubano, ya que tiene gran importancia nutricional por sus aportes en calorías, fósforo, vitaminas, hierro y otros elementos. El país dispone de más de 20 variedades mejoradas y seleccionadas así como una amplia experiencia que posibilita acometer y sistematizar elevadas cifras de tierra en este cultivo (Mosquera *et al.*, 2005).

Las actuales condiciones en que vive el planeta donde la crisis es el factor fundamental, se hace necesario la búsqueda de soluciones viables para paliar el hambre y demás problemas que afectan a la raza humana. Cuba tiene por obligación que producir el más alto por ciento de todos sus bienes de consumo pues de ello depende la alimentación del pueblo y su nivel de vida.

La esfera agroalimentaria ha pasado a jugar un papel fundamental en la economía e indispensable socialmente para el bienestar del pueblo, la búsqueda de alternativas productivas, la rotación de cultivos, la diversificación, la capacitación de la fuerza, la utilización de métodos agro ecológicos, el estudio de variedades, la obtención de semillas de calidad, entre otros, son temas fundamentales para el aumento gradual de la suficiencia agrícola.

En los Lineamiento de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en su sexto congreso y en la conferencia Nacional del Partido Comunista de

Cuba efectuado en enero del 2012 en su acápite 193 se destaca asegurar la producción de granos que garanticen el incremento de la producción y la gradual reducción de las importaciones, donde la producción de frijol constituye un gran problema a resolver (PCC, 2012).

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

Se cuenta con un bioestimulante del crecimiento de origen vegetal (VIUSID agro) producido por Catalysis una empresa española y facilitado por la misma, con el objetivo de extender su uso y contribuir al desarrollo de la agricultura en el país. Hasta el momento se han realizado varias investigaciones con el producto en diferentes cultivos (tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con el objetivo de evaluar su efecto en las condiciones del país. Se han utilizado diferentes dosis 0.5mL, 1.0mL, 1.5mL por cada 5L de agua una vez por semana, pero no se han estudiado variaciones en cuanto a la frecuencia de aplicación.

**1.1 Problema científico:** ¿Cuál será el comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol con diferentes frecuencias en la aplicación del VIUSID agro?

**1.2 Hipótesis:** La aplicación de VIUSID agro cada siete, 14 y 21 días, proporcionará un comportamiento agroproductivo favorable en el cultivo del frijol.

**1.3 Objetivo General:** Evaluar el comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol con diferentes frecuencias en la aplicación del VIUSID agro.



## **2.1 Características Botánicas.**

El frijol es una planta herbácea de carácter anual, de tamaño y hábito variables, ya que hay variedades que son de guía o trepadoras, y otras en forma de arbusto pequeño (Socorro y Martín, 1989).

### **2.1.1 Taxonomía del cultivo del frijol común.**

El frijol común pertenece al género *Phaseolus* y recibe el nombre científico de (*Phaseolus vulgaris* L), (Pupo, 2011), su ubicación taxonómica es:

Reino: *Plantae*

División: *Spermatophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Rosidae*

Orden: *Phabales*

Familia: *Phabaceae*

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

### **2.1.2 Morfología del Frijol.**

El frijol es una planta de consistencia herbácea, el ciclo biológico es relativamente corto de carácter anual, de tamaño y hábito variables, ya que hay variedades de crecimiento determinado e indeterminado (arbusto pequeño y trepadoras) según describe (Socorro et al., 1989).

**Raíz:** el sistema radical está compuesto por una raíz principal, así como por un gran número de raíces secundarias y raicillas. Al germinar, es de crecimiento rápido, su capa activa se enmarca entre los 0.20 – 0.40 m. de profundidad y de 0.15 – 0.30 m. radio. Con numerosas ramificaciones laterales. Este cultivo posee la capacidad de fijar nitrógeno

atmosférico por la simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium* a partir de la formación de nódulos en sus raíces (Quintero, 2002).

**Tallo:** El tallo está formado por nudos y entrenudos que tienen un tamaño variable, y de cada nudo emerge una hoja, su altura depende del hábito de crecimiento (determinado o indeterminado). Se les llama determinado cuando alcanzan poca altura (0.20 – 0.60 m.) y presentan en su extremo una inflorescencia mientras que los indeterminados pueden llegar a medir de dos a diez metros de longitud y no presentan inflorescencia en su yema Terminal (Quintero, 2002).

**Hojas:** A su vez son alternas, compuestas por tres folíolos (dos laterales y uno Terminal o central). Los folíolos son grandes, ovalados y con extremos acuminado o en forma de punta. Posee un nervio central y un sistema de nervaduras ramificadas en toda el área del limbo foliar (Quintero, 2002).

**Inflorescencia:** Es en racimos que pueden ser: terminales (estos solo se presentan en variedades de crecimiento determinado) y axilares, que están presentes en ambos hábitos de crecimiento. Las flores presentan cinco pétalos desiguales: un estandarte, dos fusionados que conforman la quilla y dos "alas". La flor es simétrica y puede ser de colores variados: blanco, rosa, amarillo, violeta (Quintero, 2002).

**Fruto:** Es una legumbre conocida comúnmente como vaina, de forma alargada, que puede tener diferentes colores como: crema, café, morado, crema con pigmento morado, café con pigmento morado, habano o café claro, hasta la maduración. La vaina contiene de tres a nueve semillas, aunque lo normal es de cinco a siete, de forma reniforme, aunque también pueden ser redondas, ovoides, elípticas, pequeñas casi cuadradas, alargadas ovoideas (Muñoz *et al.*, 1993).

**Semilla:** Atendiendo al color se pueden encontrar granos de color uniforme por ejemplo negro, rojos y blancos también se pueden encontrar de dos colores con diferentes variantes dentro de dicho grupo, y finalmente hasta de tres colores diferentes, el estado de madurez fisiológica, o término de crecimiento de los granos, se alcanza cuando éstos logran una humedad de 52 a 54% como promedio. El color de los granos es verde desde el comienzo de su crecimiento, hasta que alcanzan una humedad ligeramente superior o muy cercana al 60%; de ahí en adelante los granos van gradualmente adquiriendo el o

los colores característicos de cada cultivar, para lograr su coloración definitiva al estado de madurez fisiológica (Quintero, 2002).

Por su tamaño según la clasificación que reporta, se pueden encontrar las siguientes categorías: Tabla 1

Tabla 1. Categorías del tamaño de las semillas de frijol según el peso.

| TAMAÑO            | MASA DE 100 SEMILLAS |
|-------------------|----------------------|
| Semillas pequeñas | Menor de 25 g        |
| Semillas mediana  | De 25 a 40 g         |
| Semillas grandes  | Mayor de 40          |

Las semillas de este cultivo tiene la propiedad de perder rápidamente la humedad una vez maduros, pudiéndose almacenar sin mayores dificultades, ya que sus tegumentos son bastantes impermeables aunque su espesor es una característica que depende de la variedad y del tipo de frijol (Socorro y Martín, 1989).

### **2.1.3 El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Origen, domesticación, distribución e importancia.**

Las variedades de frijol común actualmente cultivadas son el resultado de un proceso de domesticación y evolución (mutación, selección, migración y diversidad genética) a partir de una forma silvestre (*Phaseolus vulgaris* var. *aborigeneus*) (Brucher, 1988) procedente del continente americano desde se extendió a todo el mundo, y en la cual se han ido produciendo cambios morfológicos, fisiológicos y genéticos (Grepts y Debouk, 1991) como respuesta a las exigencias humanas o del medio ambiente. El conocimiento de su origen, evolución y vías de disseminación constituye una información de inestimable valor que permite al mejorador un manejo más adecuado de los recursos genéticos en los programas de mejora.

Hasta finales de siglo XIX se consideró que el frijol común tenía centro de origen en Asia pero posteriormente según datos arqueológicos, botánicos, histórico y lingüísticos Gepts y Debouk (1991) concluyeron que se originó en el área comprendida entre el norte de México y el noreste de Argentina.

Existen multitudes de restos arqueológicos principalmente semillas fragmentos de vainas e incluso plantas enteras. Halladas en los Andes (Perú, Chile, Ecuador y Argentina), en Mesoamérica (México, América Central y el Sureste de Estados Unidos y Norteamérica (Nueva York) en la actualidad los restos más antiguos datan de 10000-8000 años a.C. procedentes de los Andes y de 6000 años a.C procedentes de Mesoamérica. Todos estos restos son de plantas ya domesticadas y fenotípicamente similares a los cultivares actuales de la zona (Kaplan, 1981).

Existen lagunas en cuanto a datos arqueológicos en la transición de formas silvestres a cultivadas, aunque actualmente si existen formas primitivas de transición. Esto explica por qué los hallazgos de frijol común empiezan a aparecer en épocas más recientes (1900-1300 años a.C), coincidiendo con la aplicación de los métodos de mejora en la agricultura. Además en la información obtenida por los datos arqueológicos, existen datos botánicos como son las características morfológicas, la distribución geográfica y las relaciones genéticas entre formas silvestres y cultivadas que evidencian el origen americano del frijol común (Rodiño, 2000).

Esta misma autora plantea que también hay datos históricos y lingüísticos como son las múltiples menciones en los textos españoles del siglo XVI al frijol en América, además de la existencia de un término específico para designar al frijol en muchos dialectos indígenas.

El frijol se cultiva en todos los continentes teniendo una superficie total cosechada de 26 836 860 ha y niveles de producción de 18 334 318 toneladas, con un rendimiento promedio de  $0.683 \text{ t*ha}^{-1}$  destacándose Asia (India), América Latina (Brasil, México, Argentina y Chile) y el Caribe (Nicaragua) (Peña, 2002).

Este mismo autor plantea que su producción en América tropical y subtropical asciende a más de cuatro millones de toneladas al año, con Brasil y México como mayores productores, mientras que en los países de Centroamérica se cultivan aproximadamente 500 mil hectáreas y en el Caribe, particularmente Cuba, República Dominicana y Haití, la cifra asciende a 250 mil hectáreas. Esto es especialmente evidente si se considera que el frijol común se ubica como promedio entre los cinco cultivos con mayor superficie dedicada a la agricultura en todos los países latinoamericanos.

Constituye uno de los principales alimentos, conjuntamente con el maíz, la papa y la yuca (Cabrera, 2007) y constituye la fuente más barata de proteína, por lo que es un componente indispensable en la dieta y una fuente importante de ingresos para los pequeños productores.

Cerca de 20 especies de leguminosas de grano son utilizadas para la alimentación en cantidades apreciables. En los países de África, Asia y América Latina, las leguminosas de grano se utilizan como fuente barata de proteínas, por lo que se les nombra “carne del pobre”, pues contienen de 18 a 30% de proteína. El frijol es la especie más importante del género (Baudoin, 2001).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), constituye una importante fuente de alimentación proteica; contiene alrededor de 20 por ciento de proteínas de alta digestibilidad, constituidas por aminoácidos esenciales para el metabolismo humano, como isoleucina, leucina, fenilalanina, metionina y triptófano. Además, puede considerarse también un alimento de alto valor energético, ya que contiene de un 45 a un 70 % de carbohidratos totales. Por otra parte aporta cantidades importantes de minerales (Socorro y Martín, 1989).

Se le atribuyen además efectos muy positivos en la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares, la diabetes y el cáncer, tanto por su aporte de micronutrientes (particularmente ácido fólico y magnesio) como por su alto contenido de fibra, aminoácidos azufrados, taninos, fitoestrógenos y aminoácidos no esenciales (Rodríguez y Fernández, 2004).

Los frijoles comunes son una buena fuente de proteína y son una excelente fuente de carbohidratos complejos. También la fibra dietética del frijol ha sido foco de atención por ser efectiva en bajar el colesterol en la sangre y aumentar la tolerancia a la glucosa. El frijol es bajo en sodio, pero es buena fuente de ciertos minerales (Ca, Fe, Cu, Zn, P, K y Mg) y vitaminas (tiamina, riboflavina y niacina). Es considerado como fuente de ácidos grasos poliinsaturados libres (linoleico y linolénico). Sin embargo, es deficiente en los aminoácidos azufrados metionina y cistina (Torres, 2001).

#### **2.1.4 Producción mundial y consumo.**

La producción mundial de frijol durante el 2002 fue de 17,89 millones de toneladas. Los principales productores fueron Brasil, la India, Myanmar, China, México, Estados Unidos e Indonesia. Los Estados Unidos de América fueron el séptimo mayor productor y cabe destacar a dos países centroamericanos dentro de los 29 países con mayor producción mundial: Nicaragua (No. 20) y Guatemala (No. 29). Aunque, el primero dedica su producción principalmente a frijol rojo, mientras que el otro, a frijol negro (FAO, 2003).

Broughton *et al.* (2003) indicaron que una buena parte de la producción de las leguminosas de grano en América Latina, tiene lugar en sistemas de producción que van de 1 a 10 hectáreas, ubicadas en tierras de baja fertilidad, de manera que cerca del 80 por ciento está sembrado en pendientes de montañas.

Las legumbres en general y el frijol en particular, son escasamente consumidas en Argentina, sólo 0.3kg\*hab\*año, mientras que en otros países como Brasil el consumo es de 20.1kg/hab/año, México 12.6kg/hab/año, Paraguay 24.3kg/hab/año y Uruguay 2.3kg/hab/año. El promedio de consumo "per cápita" en América latina es de 13.3kg por habitante por año (Barembaum y Di Paola, 2007).

Gutiérrez *et al.* (2007) destacaron el uso, para consumo seco, de los tipos pequeños, negros, opacos, de testa lisa y de formas truncadas y ovaladas en la zona oriental de Venezuela.

Baudoin *et al.* (2001) señalaron que bajo condiciones favorables y con el empleo de variedades de alto rendimiento, se pueden alcanzar potencialmente en el cultivo, desde 4 hasta 5.0 t\*ha aproximadamente; sin embargo la realidad queda muy distante sobre todo para los pequeños productores, cuyos rendimientos usualmente son mucho más bajos, reportando para EUA 2.8t\*ha; África (Continente) 0.8t\*ha; Sudamérica (promedio) 1.8 t/ha; Oceanía, 1.3t\*ha y Asia 1.2t\*ha.

Lorca (2003) plantean que el potencial de rendimiento del fríjol es superior a las 3t\*ha, pero los promedios en América Latina son bajos, alrededor de 600kg\*ha. Esto es influenciado por diversos factores, entre los cuales debe mencionarse: las condiciones variables del tiempo, problemas nutricionales, condiciones socioculturales y económicas de los agricultores, poco uso de tecnologías y plagas y enfermedades entre otros.

Resulta significativa la diferencia del rendimiento que se obtiene en los sistemas de cultivo tradicionales con los obtenidos en las Estaciones de Investigación cuando se propician los mejores cultivares y condiciones óptimas de cultivo (Baudoin *et al.*, 2001).

### **2.1.5 El frijol en Cuba.**

En Cuba, la producción del frijol es baja. Esta baja productividad está asociada a diversos factores como son la falta de asistencia técnica, el bajo uso de insumos, el mercado y los problemas fitosanitarios, el uso de semillas inadecuada (Ortiz *et al.*, 2006).

En Cuba, se cultivan aproximadamente 52 000 hectáreas, sin incluir las áreas dedicadas al autoabastecimiento. La producción estatal solo cubre el 5% de la demanda, lo que exige la importación de 120 000 toneladas anuales de este grano, equivalente a 40 millones de dólares (ONE, 2010; Hernández, 2011)

La panorámica agrícola actual en Cuba se caracteriza además de un déficit de semilla de calidad en los cultivos alimenticios, que en el presente deben estar adaptadas a las diversas condiciones de sostenibilidad existentes en toda la nación y esto no será posible sin la activa participación de los campesinos, no solo en la producción de semilla, sino en la creación de genotipos que cumplan realmente la adaptación específica a las disímiles condiciones existentes en los campos cubanos. Esa acción participativa activa de los campesinos se conoce como fitomejoramiento participativo (Ortiz *et al.*, 2006).

La producción de frijol en los años del 2000 al 2010 estuvo en un rango entre 70 600 a 132 900t. La cantidad de área cosechada en dichos años estuvo entre las 76 740 a 150 584ha siendo el año 2009 el de mayor área empleada para la siembra de este cultivo. Los rendimientos resultaron estar entre los 0.71 a 1.2t\*ha<sup>-1</sup>, coincidiendo ser el año 2004 el de mejor rendimiento obtenido en el país en los últimos tiempos (Companioni, 2012).

Según datos estadísticos nacionales de la ONE (2010) relacionados con el sector agropecuario, más del 90% de la producción de frijol provenía del sector no estatal (UBPC, CPA, CCS, campesinos dispersos y otros privados).

Desde el 2006 Sancti Spíritus y en especial el municipio de la Sierpe, en estrecha relación de trabajo con la Universidad de Sancti-Spíritus y el INCA en una primera fase como proyecto de Fitomejoramiento Participativo y después en una segunda fase ha entregado nuevas líneas y variedades del cultivo del frijol hacia los diferentes ecosistemas,

acercando más a los agricultores a esta fuente de biodiversidad, de forma que se fortalezca la experimentación campesina y la participación de los agricultores en la selección y adopción de los nuevos genotipos (Hernández, 2011).

#### **2.1.6 Método de siembra.**

La siembra de frijol se puede realizar de forma manual o mecanizada con el desarrollo de la agricultura en Cuba se ha extendido la siembra mecanizada facilitando con ello el ahorro de la fuerza de trabajo, así como una mayor calidad en la uniformidad y distribución de semilla según Socorro y Martín (1989). La siembra de frijol se logra realizar en suelos lisos o en camellones para facilitar la eliminación del exceso de agua que se pueda acumular en la zona de las raíces.

#### **2.1.7 Época de siembra.**

En Cuba especialistas del MINAGRI (2003) establecieron el período de siembra entre la primera quincena de septiembre y de enero donde se cuente con regadío y establecen algunas regulaciones con el uso de variedades en relación a la fecha de siembra. No obstante está demostrado que puede sembrarse hasta febrero, pero en este caso aumenta el riesgo de pérdidas en cosecha por la aparición de las lluvias en el mes de mayo (Quintero, 1996).

### **2.2 Estimulantes del crecimiento.**

Las fitohormonas ocupan un lugar relevante entre las sustancias con acción estimulante del crecimiento. Sirven a las plantas de mensajeros químicos para la comunicación entre órganos, siendo las más importantes las auxinas, citoquininas, etileno, ácido abscísico y giberelinas, de estas últimas, actualmente, hay más de 90 giberelinas aisladas de tejidos vegetales que han sido identificadas químicamente, siendo la mejor conocida del grupo GA3 (ácido giberélico), extraída del hongo *Giberrella fujikuroi* Saw (Botín, 2004)

En la actualidad es importante el conocimiento de la regulación bioquímica de los fotorreguladores ya que estos inciden en los diferentes componentes del rendimiento. Además es importante tener en cuenta cómo influyen los factores ambientales en la regulación de estos procesos, para hacer una aplicación adecuada de las sustancias de naturaleza hormonal. Actualmente se han dado importantes pasos en este sentido. (Bental y Wodner, 2010).

### 2.2.1 VIUSID agro.

Catalysis (2013), plantea que VIUSID agro es distribuido por Catalysis, S.L, y fabricado en la Unión Europea por la casa matriz en España con las tecnologías más modernas y avanzadas, bajo los estándares de las Buenas Prácticas de Fabricación ("Good Manufacturing Practices, GMP") internacionales. Este actúa como un biorregulador natural y está compuesto por:

- ❖ *Ascophylum nodosum* (un alga) la que aporta
  - Nutrientes (magnesio, calcio, manganeso, boro y Cinc).
  - Bioestimulantes vegetales (ácido glutámico, alanina, fenilalanina, glicina y prolina).
  - Inductores del crecimiento (Auxinas, Giberelinas, Citocininas principalmente la Zetaina).
- ❖ Fosfato potásico.
- ❖ Ácido málico.
- ❖ Sulfato de cinc.
- ❖ Arginina
- ❖ Glicina
- ❖ Ácido ascórbico (Vitamina C).
- ❖ Pantotenato cálcico.
- ❖ Piridoxina (B<sub>6</sub>)
- ❖ Ácido fólico
- ❖ Cianocobalamina (B<sub>12</sub>)
- ❖ Glucosamina
- ❖ Glicirricinato monoamónico.

Todos estos compuestos son sometidos a un proceso de activación molecular.

VIUSID agro según Catalysis (2012), puede ser empleado en el agua de riego una vez por semana o en aplicaciones foliares, puede utilizarse conjuntamente con un fertilizante foliar y preferentemente en horas de la tarde para obtener mayor eficiencia del producto. Recomienda almacenar el producto en un lugar fresco y seco a temperatura inferior a 25°C, alcanzando bajo estas condiciones una vida útil en envase sin abrir de tres años desde la fecha de fabricación. Este producto puede contribuir en la activación del

desarrollo vegetativo de los brotes, puesto que produce agrandamiento y multiplicación de las células, actúa a concentraciones extremadamente bajas, es traslocado en el interior de la planta y generalmente, sólo incide en las partes aéreas por lo que provoca efectos como:

- ❖ Inducir la floración.
- ❖ Provoca alargamiento del tallo.
- ❖ Provoca ruptura de la latencia en semillas que necesitan período de reposo.
- ❖ Inhibe la caída de flores.
- ❖ Aumenta el número de frutos.
- ❖ Retarda o acelera (dependiendo de las dosis usadas) la maduración de frutos sin cambiar la calidad de éstos, en especial lo relacionado con contenido de carbohidratos y azúcares.
- ❖ incrementando los rendimientos de los cultivos.

Catalysis (2012) recomienda la utilización de 1mL por cada 5 litros de agua sin embargo Meléndrez (2013) en estudios realizados en Cuba en cultivos como el frijol, la cebolla (*Allium cepa* L.), el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) utilizó también 0.5mL por cada 5 litros de agua y 1.5mL por cada 5 litros de agua e igualmente alcanzó buenos resultados.

### **2.2.2 Algunas Investigaciones en Cuba con el uso del VIUSID agro.**

Meléndrez y Lorenzo (2013) Utilizaron tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia de Sancti Spiritus obtuvieron resultados positivos en cuanto a la altura de las plantas, el número de hojas, así como la cantidad de frutos por planta el número de frutos por legumbre.

Meléndrez y Expósito (2013) utilizaron tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en el municipio de Taguasco. Teniendo como resultado que los tratamientos que contemplaron las tres dosis de VIUSID agro tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el testigo y que el tratamiento que consistió en la utilización de VIUSID agro a 1.5 mL\*5L, tuvo la mayor influencia se manifestó un adelanto considerable en el ciclo del cultivo.

Meléndrez y Cabrera (2013) evaluaron tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) después del corte del principal en el municipio Taguasco. Obtuvieron como resultado que los tratamientos que contemplaron las tres dosis de VIUSID agro, tuvieron efecto estimulante en el cultivo mostrando diferencias significativas con el tratamiento testigo y que el tratamiento que consistió en la utilización de la dosis menor, 0.5mL\*5L, manifestó el mejor efecto sobre los parámetros evaluados con diferencias estadísticas significativas con el resto de los tratamientos.

Meléndrez y Hernández (2013) utilizando de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en el municipio Taguasco. Obtuvieron como resultado que los tratamientos que contemplaron las tres dosis de VIUSID agro, tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el Control y que el tratamiento que consistió en la utilización de la dosis mayor, tuvo el mejor comportamiento con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos

Meléndrez, y Maceda (2013) utilizando VIUSID agro, Bayfolán forte y FitoMas-E en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en el municipio de Taguasco. Concluyeron que los tres tratamientos tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el testigo y que el tratamiento que consistió en la utilización de VIUSID manifiesta su mayor efecto a partir de la cuarta aplicación.

Meléndrez y Pérez (2013) evaluaron tres dosis de VIUSID agro en semillero de cebolla (*Allium cepa* L.) en el municipio Taguasco. Donde obtuvieron como resultado que los tratamientos que contemplaron las tres dosis de VIUSID agro, tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el testigo y que el tratamiento que consistió en la utilización de la dosis de 1.5mL\*L, tuvo la mayor influencia sobre los parámetros evaluados con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos.

Peña *et al.* (2014a) determinaron el efecto del VIUSID agro en la germinación del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y el crecimiento de las plántulas en condiciones *in vitro*. Concluyendo que La inmersión de la semilla de frijol durante tres horas en una solución de Viusid agro al 0.02 por ciento favorece la velocidad de germinación y el crecimiento de las plántulas.



### **3.1 Ubicación y generalidades del experimento.**

La investigación se realizó en la finca Ingenio Viejo con un área total de 23.49ha. Esta se encuentra ubicada geográficamente en el camino El Jorobado (final) al sur del río Yayabo y al norte UBPC Las Tosas. Perteneciente a la CSS Joe Westbrook del municipio Sancti Spíritus y tiene como objeto social la producción de cultivos varios y la ganadería. La fecha de siembra fue el 25/10/1013 y el suelo Fluvisol diferenciado (FAO, 1998).

### **3.2 Diseño experimental**

El diseño experimental que se utilizó fue el cuadrado latino con cuatro tratamientos y cuatro réplicas (Esquema 1). Se evaluaron 10 plantas por parcelas (escogidas al azar y marcadas) para un total de 40 observaciones por tratamientos. En la siembra se empleó el marco de plantación de 0.30m de camellón y a chorrillo, para un área experimental de 0.024ha y las parcelas de 15m<sup>2</sup> (0.0015ha). Las evaluaciones se realizaron en los surcos centrales de cada parcela para evitar el efecto borde y de variante vecina (anexo, 1). Se utilizó VIUSID agro a razón de 1.5mL por cada 5 litros de agua concentración de 0.03%. Se aplicó con mochila Mataby capacidad 16 litros.

#### Tratamientos

- A: Aplicación del VIUSID agro en siembra y cada 7 días.
- B: Aplicación del VIUSID agro en siembra y cada 14 días.
- C: Aplicación del VIUSID agro en siembra y cada 21 días.
- D: Control.

Esquema 1. Diseño experimental.

|             |    |    |    |
|-------------|----|----|----|
| 5m B4<br>3m | C4 | A4 | D4 |
| A3          | B3 | D3 | C3 |
| D2          | A2 | C2 | B2 |
| C1          | D1 | B1 | A1 |

### 3.2.1 Variables en estudio

Se utilizaron algunos descriptores recomendados por Quintero *et al.* (2004).

#### Independientes

- ❖ Aplicación del VIUSID agro con diferente frecuencia.

#### Dependientes

- ❖ Altura de la planta.
- ❖ Vainas por planta.
- ❖ Granos por vaina.
- ❖ Granos por planta.
- ❖ Masa de 100 granos.
- ❖ Rendimiento agrícola.

### 3.2.2 Operacionalización de las variables

**Altura de la planta (cm):** Se midió en las plantas seleccionadas por tratamiento a los 40 días después de la siembra (desde la base del tallo hasta el ápice). Se empleó para esto una cinta métrica.

**Vainas por planta:** Las plantas seleccionadas y marcadas con anterioridad se arrancaron y se sacaron al borde del campo un día antes de la cosecha para realizar las

evaluaciones. Se utilizaron 10 envases para ir vaciando los granos y jabsas de nylon identificados con la letra del tratamiento.

**Granos por vainas:** Una vez cosechadas las vainas se realizó el conteo de los granos siempre teniendo en cuenta las plantas seleccionadas por tratamiento.

**Granos por planta:** Luego de contar los granos por vaina se sumó el valor para tener la producción por planta.

**Masa de 100 granos:** Se tomaron cuatro muestras de 100 granos por parcela y se masaron en el laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Sancti Spíritus, con una balanza digital Sartorius, con una precisión de  $\pm 0.01\text{g}$ . El objetivo de incrementar el número de la muestra fue aumentar los grados libertad para ganar en precisión a la hora del análisis estadístico.

**Rendimiento agrícola ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ):** Se obtuvo pesando la producción de las parcelas por tratamiento y se convirtió el valor en  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

### **3.3 Atenciones culturales**

Tanto para la selección del área como para la preparación de suelo, la siembra y las labores agrotécnicas se siguieron las normas técnicas del cultivo del frijol (MINAG, 2010). Para la fertilización se aplicó una dosis en función de  $0.1\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N,  $0.04\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $0.093\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Además se aplicó estiércol de carnero bien descompuesto a razón de  $7.0\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Se inoculó la semilla con *Trichoderma harzianum* cepa 34 a razón de 2kg por cada 46kg de semillas y *Rhizobium* 1kg\*46kg de semillas (para todos los tratamientos).

### **3.4 Manejo del agua en el experimento.**

El riego fue por aniego y se tuvo en cuenta las orientaciones para la variedad y la época que aparecen en el manual del cultivo del frijol común (MINAG, 2010).

### **3.5 Características del producto empleado VIUSID agro.**

VIUSID agro es distribuido por Catalysis, S. L, y fabricado en la Unión Europea por la casa matriz en España con las tecnologías más modernas y avanzadas, bajo los estándares de las Buenas Prácticas de Fabricación ("Good Manufacturing Practices, GMP") internacionales. Este actúa como un biorregulador natural y está compuesto por:

- ❖ *Ascophylum nodosum* (un alga) la que aporta
  - Nutrientes (magnesio, calcio, manganeso, boro y Cinc).
  - Bioestimulantes vegetales (ácido glutámico, alanina, fenilalanina, glicina y prolina).
  - Inductores del crecimiento (Auxinas, Giberelinas, Citocininas principalmente la Zetaina).
- ❖ Fosfato potásico, Ácido málico, Sulfato de zinc, Arginina, Glicina, Ácido ascórbico (Vitamina C), Pantotenato cálcico, Piridoxina (B<sub>6</sub>), Ácido fólico, Cianocobalamina (B<sub>12</sub>), Glucosamina, Glicirricinato monoamónico.

Todos estos compuestos fueron sometidos a un proceso de activación molecular (Catalysis, 2013).

### **3.6 Estadística.**

Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 11.5 para Windows. Las variables en estudio fueron procesadas mediante un análisis de varianza de clasificación simple, previa comprobación de la distribución normal de los datos (Prueba de Kolmogorov-Smirnov) y de la homogeneidad de varianza (Test de Levene). Cuando existió diferencia significativa se realizó la prueba múltiple de comparación de medias Duncan.

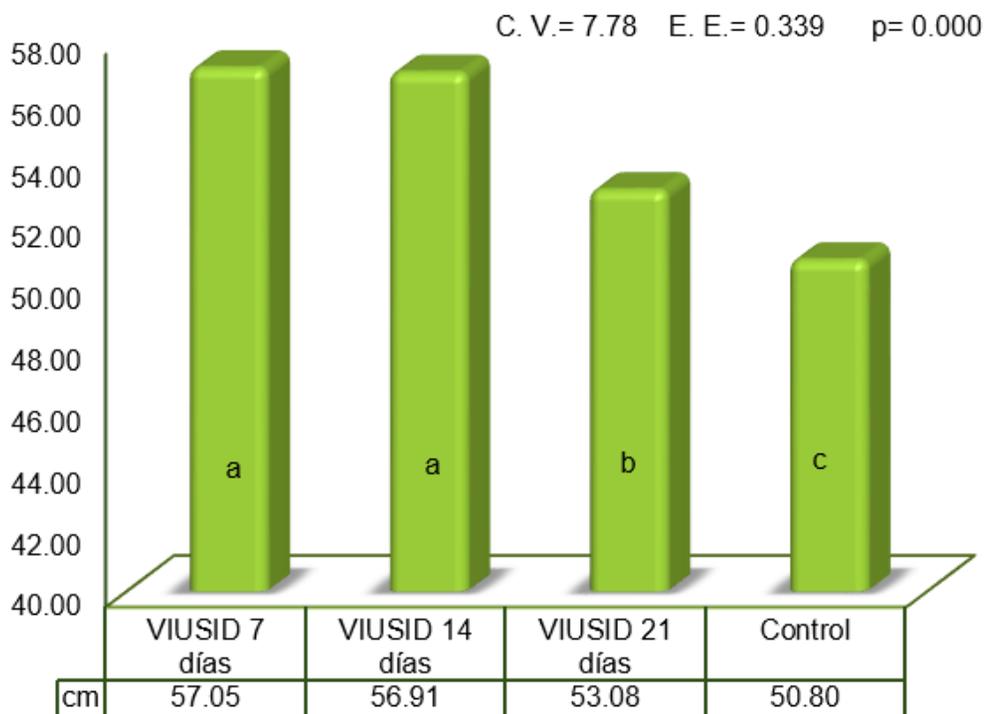


#### 4.1 Influencia de los tratamientos en la Altura de las plantas.

En la figura 4.1 se observa la altura de las plantas ante diferentes frecuencias de aplicación del VIUSID agro, donde a los 50 días después de la siembra, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con la frecuencia semanal y de 14 días. Sin embargo si se encontraron diferencias entre estos tratamientos y en el que se le aplicó VIUSID agro en siembra y cada 21 días. Además los tratados con VIUSID independientemente de la frecuencia tuvieron diferencias estadísticas significativas con respecto al control.

El tratamiento donde se aplicó VIUSID cada 7 días (1.5mL\*5L de agua) superó al control en 6.25cm que representó un incremento de un 13.92%. Un comportamiento similar lo presentaron los tratamientos donde se aplicó VIUSID cada 14 y 21 días, pues superaron al control en un 12.02% y 4.5% respectivamente.

Figura 4.1. Altura de las plantas a los 40 días después de la siembra.



Leyenda: Letras desiguales indican diferencias estadísticas para  $p \leq 0.05$ .

Aunque no fue una variable que se tuvo en cuenta en la investigación se observó una germinación precoz en los tratamientos donde se aplicó VIUSID en siembra por lo que las plantas emergen primero y toman la delantera en cuanto al crecimiento.

Vázquez y Torres (2007) plantean que si se sigue el crecimiento de una planta a lo largo de su ciclo vital y se mide repetidas veces su altura o se pesa su masa sólida, por lo general se encuentra que estos indicadores tienden a disminuir ligeramente durante la germinación, en la medida que se agotan las reservas de la semilla. A continuación, a la vez que se realiza la fotosíntesis en las nuevas hojas, tiene lugar a un rápido incremento del tamaño y el peso; pero en la primera etapa, el crecimiento es lento.

Este comportamiento del crecimiento de las plantas sucede por los componentes del VIUSID agro sobre todo los aminoácidos y las fitohormonas aportadas por el alga *Ascophylum nodosum* Catalysis (2014). Estos intervienen de forma positiva en el alargamiento de los tallos, específicamente la giberelina aplicada por aspersión, favorece el alargamiento del tallo (Vázquez y Torres, 2007).

Además Muralles (2011) plantea que de las auxinas, citoquininas y giberelinas solo hacen falta pequeñas cantidades para estimular las funciones fisiológicas de plantas. Estas participan en la división celular, la elongación y el crecimiento de las plantas, así como posibilitan la germinación de semillas, el crecimiento de tallos y el desarrollo de raíces.

Por otra parte la síntesis de aminoácidos es costosa para las plantas, en relación con el requerimiento energético que se necesita. Este gasto de energía es especialmente importante en momentos en los que la fisiología de la planta no es óptima. En estos casos se ha demostrado que las plantas necesitan incrementar el contenido total de  $\alpha$ -L-aminoácidos libres, para soportar dicha situación (Simbaña, 2011).

Este mismo autor plantea que los efectos sobre la planta que pueden producirse al aplicar bioestimulantes con aminoácidos son de tres tipos uno de ellos es el efecto trópico donde los aminoácidos al ser metabolizados rápidamente, originan sustancias biológicamente útiles. Estas vigorizan y estimulan el crecimiento vegetativo por lo que resultan de gran interés en los periodos críticos del cultivo (crecimiento inicial) o en caso de altas exigencias.

Una de esas fases sin duda es la germinación e inicio de la síntesis de sustancias nutritivas a partir de la fotosíntesis en las primeras hojas verdaderas pues la planta deja de emplear las reservas de la semilla para crecer y comienza la primera fase de crecimiento la que parece favorecer este producto.

Estos resultados coinciden con Meléndrez y Lorenzo (2013) que obtuvieron diferencia estadísticas significativas en cuanto a la altura de la planta, entre los tratamientos donde se aplicaron diferentes dosis de VIUSID agro y el tratamiento control en el cultivo del frijol. Los mejores resultados fueron alcanzados cuando usó 1.5mL \* 5L de agua.

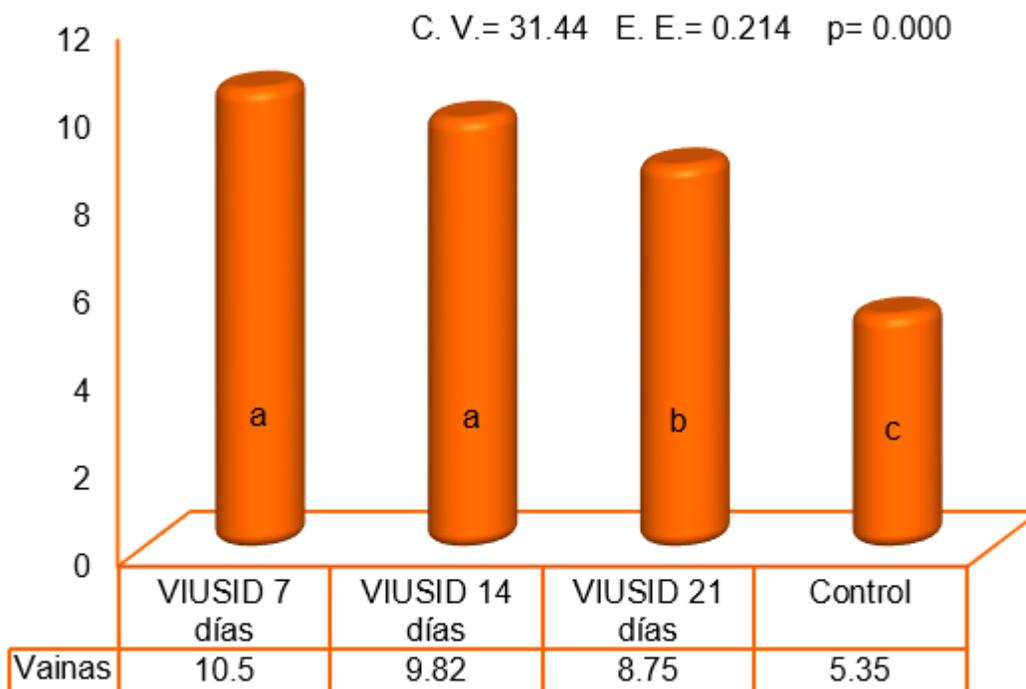
Peña *et al.* (2014b) evaluaron el efecto del VIUSID agro en la germinación y el comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol variedad BAT 304. La mayor altura de las plantas se alcanzó con los tratamientos donde se aplicó VIUSID agro en inmersión de las semillas y aplicado cada 7 días a razón de 1.5mL \* 5L de agua.

#### **4.2 Efecto de los tratamientos en las vainas por plantas.**

La producción de vainas por planta cuando se aplicó la misma dosis de VIUSID agro con frecuencias diferentes se observa en la figura 4.2. Los mejores comportamientos lo presentaron los tratamientos donde se hizo una aplicación semanal y cada 14 días. En el primero de ellos superó al control como promedio en 5.15 vainas\*planta y el segundo en 4.47respectivamente. El tratamiento con VIUSID agro cada 21 y el Control difirieron estadísticamente entre sí, aunque el comportamiento es menos favorable comparado con los dos variantes anteriores.

La segunda aplicación para el tercer tratamiento coincidió con la etapa fisiológica R5 (floración), que según MINAG (2010) para esta variedad es alrededor de los 38 días después de la siembra. Por lo que las diferencias con respecto al Control se le atribuyen igual que en las dos primeras variantes a la acción del VIUSID agro que según Catalalysis (2014) induce la floración, inhibe la caída de las flores y aumenta el número de frutos por planta. Además Meléndrez y Lorenzo (2013) plantearon que este producto actúa como estimulador de la formación de vainas por plantas en el cultivo del frijol.

Figura 4.2. Efecto de los tratamientos en las vainas por planta.



*Leyenda: Letras desiguales indican diferencias estadísticas para  $p \leq 0.05$ .*

Esto sucede porque el VIUSID agro contiene en su composición varias sustancias entre ellas, el sulfato de Cinc que es conocido por su efecto favorecedor de los procesos productivos de las plantas, sobre todo en la germinación, floración y producción de frutos. Además otro componente es el Ácido Fólico que actúa como transportador y es importante en el metabolismo de aminoácidos y en la síntesis de bases nitrogenadas requerida para la formación de nuevos tejidos (Catalysis, 2014).

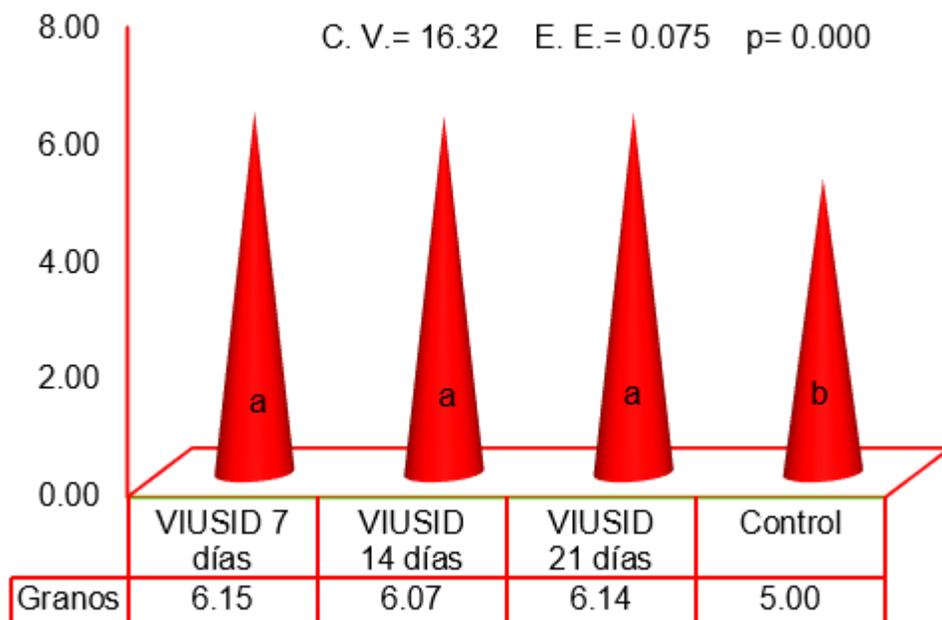
Además Simbaña (2011) plantea que uno de los efectos sobre la planta que pueden producirse al aplicar bioestimulantes con aminoácidos, es el efecto hormonal ya que al ingresar los aminoácidos a las plantas estimulan la formación de clorofila, de ácido indolacético (IAA) y a la vez la producción de vitaminas, así como la síntesis de numerosos sistemas enzimáticos. La acción combinada de los efectos tróficos y hormonales, suelen traducirse en estímulos sobre la floración y el cuajado de los frutos entre otros.

Por otra parte los  $\alpha$ -L-aminoácidos están relacionados con los mecanismos de regulación del crecimiento y desarrollo vegetal, lo que indica el importante papel que tiene la aplicación de ellos (Tecsol, 2003).

#### 4.3 Influencia de los tratamientos en los granos por vainas.

En cuanto a la cantidad de granos por planta no existieron diferencias significativas con cualquier variante de aplicación de VIUSID agro (figura 3). Sin embargo si se encontraron diferencia entre ellos y el tratamiento Control. Cuando se aplicó el producto cada siete días los granos por vaina superaron al Control en un 23%, con la aplicación cada 14, en un 21.4% y cada 21 días en un 22.8%.

Figura 4.3. Influencia de los tratamientos en los granos por vaina.



*Leyenda: Letras desiguales indican diferencias estadísticas para  $p \leq 0.05$ .*

El aporte de aminoácidos del VIUSID agro es una de las causa de estos resultados beneficiosos de la variable en cuestión, ya que según Espasa (2007) los aminoácidos libres no solo constituyen un nutriente, sino que son un factor regulador del crecimiento debido a su rápida absorción, traslación por las partes aéreas y metabolización en la célula. Tienen poder catalizador pues actúan en los mecanismos enzimáticos fundamentales, son transportadores de los microelementos y mejoran la formación de los frutos.

Uno de los aminoácidos que aporta este bioestimulante es la Prolina e Hidroxiprolina que según Mendoza *et al.* (2004) juega un papel fundamental en el equilibrio hídrico en la planta. Además hace posible que la actividad fotosintética se mantenga en condiciones adversas, así como que las paredes celulares de la planta se fortalezcan y la germinación del polen se incremente.

Este último efecto interviene directamente en la formación de semillas por fruto ya que cuando el grano de polen germina, favorece el proceso de doble fecundación y con esto la formación de las semillas.

Estos resultados coinciden con Meléndrez y Lorenzo (2013) que obtuvieron diferencia estadísticas significativas en cuanto a los granos por vainas entre los tratamientos donde se aplicaron diferentes dosis de VIUSID agro y el tratamiento Control en el cultivo del frijol. Los mejores resultados los alcanzaron cuando usaron 1.5mL\*cada 5 litros de agua.

Peña *et al.* (2014b) evaluaron el efecto del VIUSID agro en la germinación y el comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol variedad BAT 304. La mayor cantidad de granos por vaina se alcanza con los tratamientos donde se aplicó VIUSID agro en inmersión de las semillas y aplicado cada 7 días 1.5mL\*cada 5 litros de agua.

#### **4.4 Influencia de los tratamientos en los granos por planta.**

En el comportamiento de los granos por planta, los tratamientos donde se aplicó VIUSID agro en diferentes variantes, superaron al tratamiento Control con diferencias estadísticas significativas en los tres casos. Además existieron diferencias estadísticas significativas entre las tres variantes de aplicación del producto (figura 4.4). El primer tratamiento que se observa en la figura superó al segundo en un 7.41% y al tercero en un 19.84%.

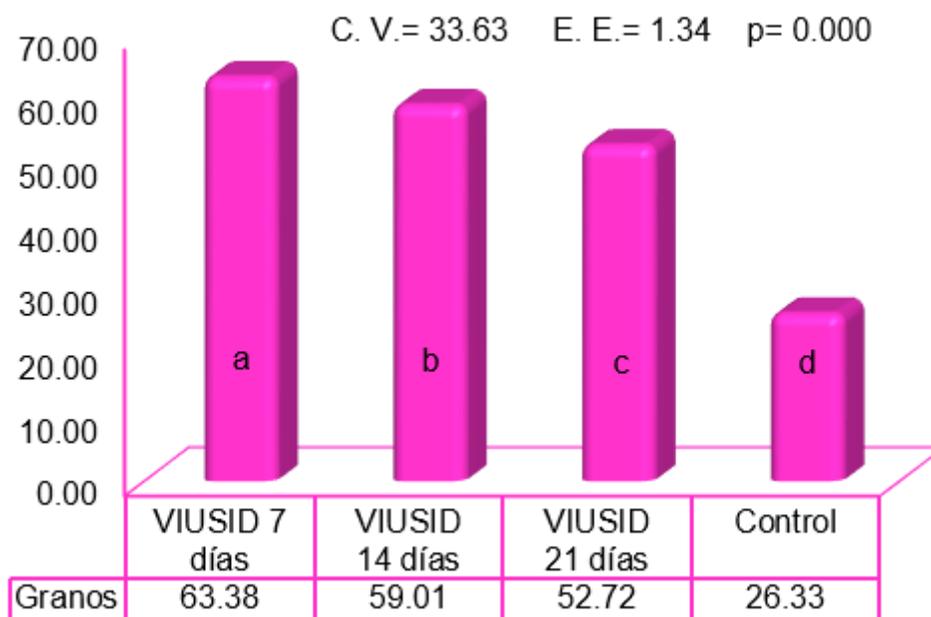
El VIUSID agro aplicado cada 21 días superó al tratamiento control en 26.39 granos como promedio, lo que representó un incremento de un 100%, llamativo cuando solamente se hicieron 3 aplicaciones del producto. En este caso y teniendo en cuenta el ciclo de la variedad, las aplicaciones cada 21 días coincidieron con etapas fisiológicas muy importantes en el cultivo, la segunda aplicación, con la floración y la tercera con el llenado de las vainas.

Por otra parte los granos por planta son el resultado de los granos por vainas y de la cantidad de vainas por planta que fueron estimulados por el efecto del VIUSID agro y la

activación molecular de sus componentes. Uno de ellos muy importante en este sentido fue el Sulfato de Cinc que favorece los procesos productivos de las plantas sobre todo en la germinación, floración y la producción de frutos por planta (Catalysis, 2014).

Además Simbaña (2011) plantea que uno de los efectos sobre la planta que pueden producirse al aplicar bioestimulantes con aminoácidos es el incremento de la acción combinada de los efectos tróficos y hormonales que suelen traducirse en estímulos sobre la floración y el cuajado de los frutos entre otros.

Figura 4.4 Influencia de los tratamientos en los granos por planta.



*Leyenda: Letras desiguales indican diferencias estadísticas para  $p \leq 0.05$ .*

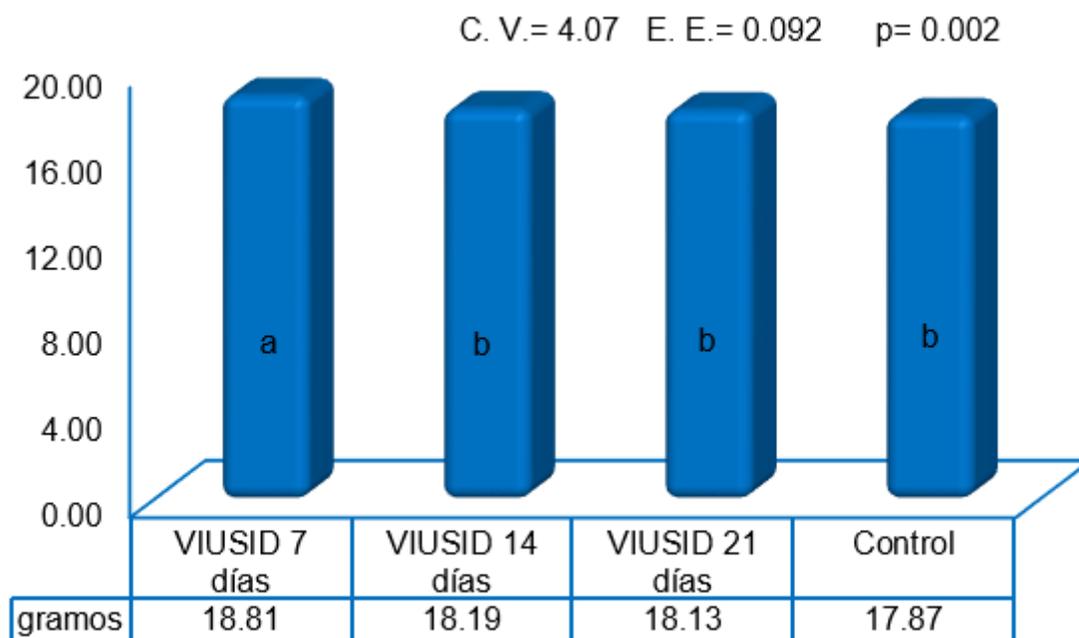
En el cultivo del frijol en Cuba y particularmente en Sancti Spíritus se han alcanzado buenos resultados con el uso del VIUSID agro en el cultivo del frijol como se mencionó anteriormente (vainas por planta y granos por vainas) e igualmente la variable granos por planta se vio favorecida. En el tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) también se reportaron beneficios sobre todo en la producción de frutos por planta (Meléndrez y Espósito, 2013).

#### 4.5 Influencia de los tratamientos en la masa de 100 granos.

En la figura 4.5 se observa que en cuanto a la masa de 100 granos no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos donde se aplicó el producto cada 14, 21 días y el Control y si de estos con la variante semanal. El tratamiento con resultados más

favorables fue este último, pues superó al Control en un 4% y fue el que más se acercó al potencial de la variedad en Cuba, 21g para 100 semillas (MINAG, 2010).

Figura 4.5. Influencia de los tratamientos en la masa de 100 granos.



*Leyenda: Letras desiguales indican diferencias estadísticas para  $p \leq 0.05$ .*

La masa de 100 granos se encontró por debajo del potencial para la variedad, pudo influir en el comportamiento de esta variable el marco de plantación, porque según Vázquez y Torres (2007) el sombreado de las plantas de una población puede ser una causa limitante del desarrollo normal de estas. Además cuando hay una mayor población, se alcanza mayor rendimiento por área pero menor por planta. Estos autores planteas que de acuerdo a la densidad de población en que se encuentran las plantas se podrá obtener mayor o menor distribución de la materia seca entre las partes aprovechables y no aprovechables. Además la asimilación neta aumenta en la medida que la densidad de población disminuye.

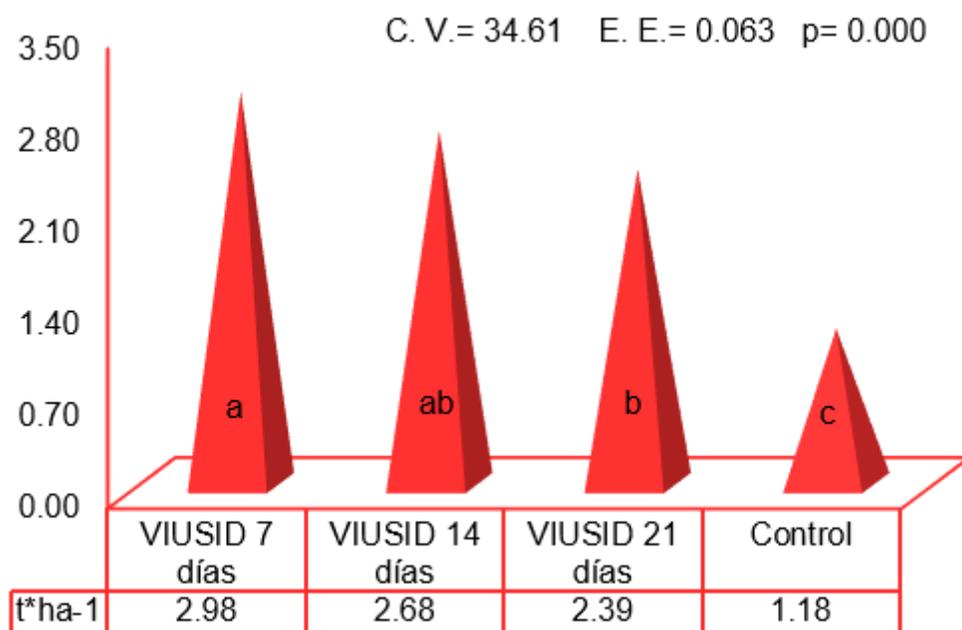
Meléndrez y Lorenzo (2013) obtuvieron una masa de 100 granos de 19.05g cuando aplicaron VIUSID agro en diferentes dosis con la variedad BAT 304. Peña *et al.* (2014b) con el mismo producto y variedad alcanzaron un promedio de 18.29g.

#### 4.6 Rendimientos

Los rendimientos de la variedad ante diferentes frecuencias de aplicación del VIUSID agro se observan en la (figura 6). El mejor comportamiento se obtuvo donde se aplicó

VIUSID agro a razón de 1.5mL\*cada 5 litros de agua semanalmente y cada 14 días ya que no difirieron estadísticamente entre sí. El tratamiento donde se aplicó VIUSID agro cada 21 días también tuvo un buen comportamiento (anteriormente se menciona la fase fisiológica del cultivo con la cual coinciden estas aplicaciones) y difirió estadísticamente con significación del tratamiento Control.

Figura 6. Influencia de los tratamientos en el rendimiento agrícola ( $t \cdot ha^{-1}$ ).



*Leyenda: Letras desiguales indican diferencias estadísticas para  $p \leq 0.05$ .*

Si se analizan las vainas por planta los tratamientos con mejores resultados son los tratados con VIUSID agro cada 7 y 14 días además ambos tuvieron como promedio 6.15 y 6.07 granos por vaina y 63.38 y 63.07 granos planta, por lo que el producto influyó positivamente en la formación del gametofito femenino y masculino, en la receptividad del estigma, en el alargamiento del tubo polínico del polen y de esta forma en la fecundación y consecuentemente en la formación de frutos y de semillas frutos

Una de las causas de estos resultados se le atribuyeron a los reguladores de crecimiento u hormonas vegetales que forman parte del producto aplicado, ya que según (Pérez, 2006) estos son mensajeros químicos que permiten la coordinación y desarrollo celular. Además son las responsables de la expresión genética y los cambios osmóticos y metabólicos en la célula.

Guerrero (2006) plantea que los bioestimulantes inhiben la germinación de las esporas de los hongos, reducen la penetración del patógeno en el interior del tejido vegetal, mejorando así el estado nutricional de la planta y el equilibrio hormonal. Además debido a que en su formulación contienen aminoácidos libres los cuales tienen un bajo peso molecular son transportados y absorbidos rápidamente por la planta, por lo que se ahorra gran cantidad de energía que se concentra luego en el incremento de la producción.

## *Conclusiones*

---



- ❖ El VIUSID agro a razón de 1.5mL cada 5 litros de agua aplicado en siembra y cada siete, 14 y 21 día favoreció el comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol variedad BAT 304. El mejor comportamiento se obtuvo con el tratamiento semanal.

## *Recomendaciones*

---



- ❖ Usar VIUSID agro 1.5mL cada 5 litros de agua en siembra y semanalmente.
- ❖ Replicar el experimento para corroborar los resultados.

## *Bibliografía*

---



- Alonso, E. A. 2011. Caracterización bioquímica y fisiológica germinativa de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis en opción al título de ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spiritus José Martí. Departamento de agronomía Cuba.
- Barembaum, D. P. 2012. Importancia económica de la producción de hortalizas en Argentina [en línea]. Argentina, 28 abril. [Consulta: 15 diciembre 2011]. Disponible en: [http://www.agro.uba.ar/apuntes/no\\_2/hortalizas.htm](http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_2/hortalizas.htm).
- Baudoin, J. P.; Vanderboght, T. 2001. Colecta, caracterización y utilización de la variabilidad genética en el germoplasma Chileno de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Production in Africa: Edited by Romain H. Raenoekers. DGIC. pp. p: 317-334.
- Bental, Y.; Wooner, M. 2010. Absorption of plant growth regulators by fruit trees. Acta Hort, 329:62-69.
- Botín, R. 2004. Algunos aspectos de la química, metabolismo, fisiología y posibilidades de aplicación práctica de reguladores del crecimiento vegetal. Revista UNRC 14 (2), 163-176.
- Broughton, J.; Hernández, G.; Blair, M.; Beebe, S.; Gepts, P. y Vanderleyden, J. Beans 2003. (*Phaseolus spp.*) model food legumes. Canada: Plant and Soil.
- Brucher, H. 1988. The wild ancestor of (*Phaseolus vulgaris* L). En gepts, P. (ed). Genetics resources of Phaseolus Beans: their maintenance, domestication, evolution and utilization. Klumer. Dordrecht, Holanda. pp 185-214.
- Cabrera, C. 2007. Frijoles. Se puede vivir en Ecopolis. 20 ed. Ecuador: Fundación Antonio Núñez Jiménez de la naturaleza y el hombre, pp. 8-11.
- Catálisis. 2013. Datos técnicos de VIUSID agro. Ficha técnica.
- Catalysis. 2014. VIUSID agro, promotor del crecimiento vegetal. (Consultado 20 de marzo 2013). Disponible en: <http://www.catalysisagrovete.com>
- Companioni, G. E. R. 2012. Fertilización orgánica y mineral para el frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) variedad Velasco Largo en un suelo Pardo sin carbonatos en la CCSF

Emilio Obregón. Tesis en opción al título de ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí. Departamento de agronomía. Cuba.

Debouk, D. G. 1991. Systematics and morphology. En Shoonhoven, A. van., O. Voysest (eds). Common beans: research for crop improvement. C. A. B. Int. Wallingford, Reino unido y CIAT, Cali, COLOMBIA. PP 55-117.

Espasa, R. 2007. La fertilización foliar con aminoácidos. (Consultado 22 de marzo 2014). Disponible en:  
<http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revista/pdfhort/hort1983123335.pdf>

FAO. 2003. Agricultura. National Agricultural Statistics Service/USDA [en línea]. USA, 24 junio 2003. Consultado 21 febrero 2012. Disponible en:  
<http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture&language=ES>.

FAO. 1998. World Reference Base for Soil Resources. Roma: FAO.

Gepts, P. P.; Debouck G. 1991. Domestication and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L). pp 7-53. En: A van Schoonhoven and O. Voysest (eds). Common beans: research for crop improvement. C.A.B.Int., Wallingford, Reino Unido y CIAT, Cali, Colombia.

Guerrero. CH. A. H. 2006. Efecto de tres bioestimulantes comerciales en el crecimiento de los tallos de proteas, (*leucadendron sp* cv. Safari Sunset). Tesis en Opción al Título de Ingeniero Agropecuario. Facultad de Ciencia Agropecuarias y Ambientales. Ecuador. (Consultada el 5 de febrero de 2014) Disponible en:

Gutiérrez, M.; Pérez, M.; Márquez, A. y Segovia, V. 2007. El valor del fitomejoramiento participativo [en línea]. Venezuela, 10 enero. Consultada: 14 diciembre 2011. Disponible en: <http://www.inca.edu.cu>.

Hernández, C. Y. 2011. Comportamiento agronómico de 13 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a partir de la selección participativa en dos fincas del municipio de La Sierpe. Tesis en opción al título de ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí. Departamento de agronomía. Cuba.

Kaplan, L. 1981. What is the origin of common bean? Econ. Bot. 35: 240-2254.

- Lorca, S. 2003. Obtención de variedades de caraota de alto rendimiento y resistentes a problemas fitosanitarios [en línea]. Venezuela, 03 enero [Consulta: 21 febrero 2012]. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol15\\_3\\_99/hih07399.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol15_3_99/hih07399.htm).
- Meléndrez, J. F.; Cabrera, L. O. 2013. Utilización de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), después del corte del principal en el municipio Taguasco. Manuscrito no publicado.
- Meléndrez, J. F.; Expósito, P. O. 2013. Utilización de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en el municipio de Taguasco. Manuscrito no publicado.
- Meléndrez, J. F.; Hernández, A. 2013. Utilización de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en el municipio Taguasco. Manuscrito no publicado.
- Meléndrez, J. F.; Lorenzo, B. Odalis. 2013. Utilización de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia Sancti Spíritus. Manuscrito no publicado.
- Meléndrez, J. F.; Maceda, O. L. M. 2013. Utilización de VIUSID agro, Bayfolán forte y FitoMas-E en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en el municipio de Taguasco. Manuscrito no publicado.
- Meléndrez, J. F.; Pérez, N. 2013. Utilización de tres dosis de VIUSID agro en semillero de cebolla (*Allium cepa* L.) en el municipio Taguasco. Manuscrito no publicado.
- Mendoza H., Ljubetic, D. y Sosa, J. 2004. Aminoácidos. (Consultado 28 de marzo 2014). Disponible en: <http://www.uvademesa.cl/ARCHIVOS%20pdf/aminoacidosHMDJJASAAbril04.pdf>
- MINAG. 2003. Estadísticas MINAGRI. Cuba: Habana.
- MINAG. 2010. Ministerio de la agricultura, Instituto de investigaciones de granos, Instituto de investigaciones del tabaco. Guía técnica del cultivo del frijol común. 12p.
- Mosquera, Y.; Marín L. R.; Parets E., y Díaz, M. R. 2005. Caracterización de variedades de frijol común de grano rojo para el desarrollo de una agricultura sostenible. Agroecología. Centro Agrícola, año 32, no. 2, abr.-jun. Universidad “Carlos Rafael

Rodríguez” de Cienfuegos. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Muñoz, G.; Giraldo, G. y Fernández de Soto, J. 1993. Descriptores varietales: Arroz, frijol, maíz, sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), ISBN 958-9183-27-1. Cali, 169p.

Muralles, LL. A. de J. 2011. Evaluación del efecto bioestimulante y nutricional de global organic® con diferentes frecuencias de aplicación sobre el rendimiento del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) y servicios prestados en finca Sejú, el Estor, Izabal. Tesis en opción al título de ingeniero agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Agronomía Área Integrada.

ONE. 2010. Producción agrícola por cultivos seleccionados de la agricultura no cañera. Sector no estatal. Anuario estadístico de Cuba, diciembre nº 3.

Ortiz, R. Ríos; H. Ponce, M. Verde Gladis. 2006. El mejoramiento participativo. Centro Agrícola, año 33, no. 3, jul.-sept., para la introducción de variedades para la producción alimenticia en fincas y cooperativas agrícolas.

PCC Partido Comunista de Cuba. 2012. Documentos del Partido. Primera conferencia Nacional del Partido. 29 de enero del 2012. La Habana.

Peña, C. Kolima; Meléndrez, J. F.; Rodríguez, F. J. C. 2014a. Efecto del VIUSID agro en la germinación del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) y el crecimiento de las plántulas en condiciones *in vitro*. Manuscrito no publicado.

Peña, C. Kolima; Meléndrez, J. F.; Rodríguez, F. J.C. 2014b y Paz, G. A. J. 2014. Efecto del VIUSID agro en la germinación y el comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol variedad BAT 304. Manuscrito no publicado.

Peña, E. 2002. Producción de abonos orgánicos para la agricultura urbana. Compost. Lombricultura. Plegable. La Habana, cuba: ACTAF.

Pérez, J. 2006. Cultivo in vitro de plantas y sus aplicaciones en agricultura. Santa Cruz de Tenerife: ARTE Comunicación Visual S. L.

Pupo, R. A. 2011. Lista oficial de plantas para Ingenieros Agrónomos. Material complementario para la botánica. Cuba: Universidad Central. Centros de Estudios Jardín Botánico.

- Quintero F. E.; Gil D.; Guzmán P. y Saucedo C. 2004. Banco de germoplasma de frijol del CIAP: fuente de resistencia a la roya. Workshop Cuba-Bélgica, Facultad. Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas Santa Clara.
- Quintero, E. 1996. Manejo de algunos factores fitotécnicos en frijol común en condiciones de una agricultura sostenible. *Tesis de Maestría*. UCLV, Santa Clara: Facultad de Ciencias Agropecuarias, h. 52.
- Quintero, F. E. León H. Sc., 2002. Monografía manejo agrotécnico del frijol en Cuba. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Central de las Villas.
- Rodiño, M. Ana Paula. 2000. Caracterización Morfoagronómica y bioquímica de germoplasma de Judía común (*Phaseolus vulgaris* L) de España. Tesis en Opción al título de Doctora en Ciencias. Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Biología. España.
- Rodríguez, L. y Fernández, X. 2004. Los frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.): una contribución a la dieta en Costa Rica. Costa Rica: agronomía mesoamericana, pp. 3-10.
- Simbaña, C. Carla, L. 2011. Estudio de las propiedades físicas y funcionales de un hidrolizado enzimático de proteína a escala piloto y su aplicación como fertilizante. Tesis en opción al título de ingeniería agroindustrial. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial. Quito, Ecuador.
- Socorro, M, A. y Martín D. 1989. Granos. Editorial Talleres gráficos de la dirección de publicaciones y materiales educativos. Instituto Politécnico Nacional. México, cap.2 pp. 1-53.
- Socorro, Q.; Miguel. A.; Martín F. y David C. 1989. Granos. Editorial Pueblo y Educación Ciudad de La Habana,
- Tecsol. 2003. Aminoácidos Tecsol, Bogotá, Colombia. (Consultada el 5 de febrero de 2014) Disponible en: <http://www.tecsol@007mundo.com>
- Torres, C. T. E. 2001. Estudio químico anatómico de dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) cambio postcosecha. Tesis para obtener el grado de doctor en ciencias con especialidad en alimentos. Universidad de Nuevo León. Facultad de ciencias Biológicas.

Vázquez, Edith; Torres, S. 2007. Fisiología vegetal. Parte 2. Editorial Félix Varela. La Habana, Cuba. 173 pp.

Voysest, O. 2000. Mejoramiento Genético del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Legado de Variedades de América Latina 1930- (1999)/ Osvaldo Voysest Cali, Valle, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.



Anexo 1. Montaje del experimento.



Fuente: La autora.