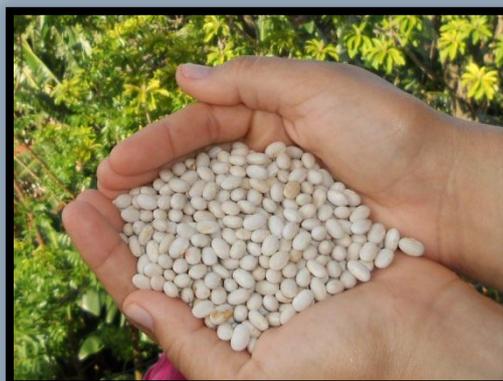


Trabajo de Diploma

*Efecto de diferentes dosis del promotor del crecimiento VIUSID agro en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).*



Autor: Ronald Prado Pérez.

Orientadora: MSc. Kolima Peña Calzada.

Curso 2013-2014



*La felicidad de los Hombres y la de los pueblos,
está en el conocimiento de la naturaleza.*

José Martí



Dedicatoria



- ❖ A todos mis compañeros los cuales me ayudaron mucho en la realización de mi trabajo.
- ❖ A mi tutora MSc. Kolima Peña Calzada por aceptarme como aspirante sin importarle la cantidad de estudiantes que ya atendía y lo difícil que sería graduarme.
- ❖ A mi familia en general, pero en especial a mis padres, hermana y mi abuela que fueron los que me apoyaron, aconsejaron y ayudaron económicamente para que pudiera llegar a la meta.

Agradecimientos



- ❖ A mis padres y en especial a mi mamá por su dedicación y constante preocupación.
- ❖ A mi hermana que me acompañó y apoyó siempre.
- ❖ A mi tutora por sus sabias y oportunas indicaciones que me permitieron realizar este trabajo.
- ❖ Y a todos los que de una forma u otra me apoyaron para hacer realidad este sueño



El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento productivo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes dosis de VIUSID agro. Para esto se realizó un experimento en un diseño de Cuadrado Latino con cuatro tratamientos y parcelas de 16 m². Los tratamientos fueron: VIUSID agro dosis (0.07 L ha⁻¹), (0.5 L ha⁻¹), (1.0 L ha⁻¹) y un tratamiento control. Las variables dependientes fueron: legumbres por planta, granos por legumbre, granos por planta, producción por planta, masa de 100 granos y rendimiento agrícola. En las legumbres por planta el mejor comportamiento fue de la variante con la dosis de 0.07 L ha⁻¹ que como promedio alcanzó 32.85 legumbres por planta con diferencias significativas ($p < 0.05$) con el resto de los tratamientos. En los granos por legumbre y granos por planta la variante mencionada fue la de mayor efecto estimulante. En la producción por planta el incremento con respecto al control que se alcanzó con la dosis de 0.07 L ha⁻¹ fue de 55.68 %. En la masa de 100 granos la dosis de mayor efecto estimulante fue la de 0.5 L ha⁻¹ con un valor promedio de 20.07 g. En el rendimiento hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las variantes con VIUSID y entre ellas y el control. El mejor comportamiento fue del tratamiento con la dosis de 0.07 L ha⁻¹ con un valor de 1.66 t ha⁻¹. La aplicación foliar del promotor del crecimiento VIUSID agro favoreció el comportamiento productivo del frijol.



The objective of this searching is to evaluate the productive behavior of Beans Crop (*Phaseolus vulgaris* L.) with different doses of VIUSID agro. For this was realized an experiment in a Latin Square design with four treatments and 16 m² (sixteen square meters). The treatments were VIUSIS agro dose (0.07 L ha⁻¹), (0.5 L ha⁻¹), (1.0 L ha⁻¹) and a control treatment. The dependent variables were pulse by plant, grains by pulse, grains by plants, production by plants, volume of 100 grains (one hundred) and agricultural output. In pulses by plants the best behavior was the variables with dose of 0.07 L ha⁻¹ that reached 32.85 average pulses by plants with high significance ($p < 0.05$) with the rest of treatments. In grains by pulse and by plants the mentioned variants were the ones with a high stimulant effects. In the production by plants the increasing in respect to the control was reached with the dose of 0.07 L ha⁻¹ and it was of 55.68 per cent. In the volume of 100 grains the higher dose with stimulant effect was of 0.5 L ha⁻¹ with an average valves of 20.07g. In the output were relevant differences ($p < 0.05$) among the variants with VIUSID and the control. The better behavior was the treatment with dose of 0.07 L ha⁻¹ with a valve of 1.66t ha⁻¹. The foliage application of treatment VIUSID agro promoted the productive behavior of beans.



| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 1 |
| 2. Introducción | 1 |
| 1.1 Problema | 2 |
| 1.2 Hipótesis | 2 |
| 1.3 Objetivo | 3 |
| 2. Revisión bibliográfica | 4 |
| 2.1 Características del VIUSID agro. | 4 |
| 2.1.2 Activación molecular. | 4 |
| 2.1.3 Constituyentes minerales. | 5 |
| 2.1.4 Vitaminas y aminoácidos. | 5 |
| 2.1.5 Reguladores de crecimiento. | 5 |
| 2.1.6 Los aminoácidos. | 7 |
| 2.1.7 Acción específica de algunos aminoácidos (que forman parte del VIUSID agro) en la planta. | 8 |
| 2.1.8 Efectos de la aplicación de aminoácidos sobre las plantas. | 9 |
| 2.1.9 Beneficios de la aplicación de productos que contenga aminoácidos. | 9 |
| 2.1.10 Mecanismos de asimilación de los nutrientes en la planta vía foliar. | 10 |
| 2.1.11 Limitaciones de la aplicación foliar. | 11 |
| 2.2 Algunas Investigaciones en Cuba con el uso del VIUSID agro. | 11 |
| 2.3 Taxonomía del Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). | 12 |
| 2.3.1 Origen | 13 |
| 2.3.2 Distribución | 14 |
| 2.3.3 Domesticación del frijol común. | 14 |
| 2.3.4 El frijol importancia. | 15 |
| 2.3.5 Rendimientos en Cuba. | 17 |
| 2.3.6 Propiedades nutritivas y usos del frijol. | 17 |
| 3 Materiales y métodos | 19 |
| 3.1 Generalidades de la investigación. | 19 |
| 3.2 Diseño experimental. | 19 |
| 3.3 Variables en estudio. | 20 |
| 3.4 Operacionalización de las variables. | 20 |
| 3.6 Atenciones culturales. | 21 |
| 3.7 Características del producto empleado VIUSID agro. | 21 |

| | |
|---|----|
| 3.8 Estadística. | 22 |
| 4 Resultados y discusión | 23 |
| 4.1 Efecto de los tratamientos en las legumbres por planta. | 23 |
| 4.2 Efecto de los tratamientos en los granos por legumbre. | 24 |
| 4.3 Efecto de los tratamientos en los granos por planta. | 25 |
| 4.4 Efecto de los tratamientos en la producción por planta. | 26 |
| 4.5 Efecto de los tratamientos en la masa de 100 granos | 27 |
| 4.6 Efecto de los tratamientos en el rendimiento. | 28 |
| 5 Conclusiones | 31 |
| 6 Recomendaciones | 32 |
| 7 Bibliografía | 33 |
| Anexos | |



1. Introducción

El VIUSID agro está compuesto por el alga (*Ascophylum nodosum* L.), que aporta: nutrientes (magnesio, calcio, manganeso, boro y cinc), aminoácidos (ácido glutámico, alanina, fenilalanina, glicina y prolina) e inductores del crecimiento (auxinas, giberelinas, citocininas principalmente la zetaina). Además de fosfato potásico, ácido málico, sulfato de cinc, arginina, glicina, ácido ascórbico, pantotenato cálcico, piridoxina, ácido fólico, cianocobalamina, glucosamina, glicirricinatomoamónico. Como aspecto significativo todos sus componentes fueron sometidos a un proceso de activación molecular (Catalysis, 2014).

La activación molecular es un proceso creado por un investigador español, el doctor Antonio Martín González y consiste en someter una formulación previamente estudiada a una corriente eléctrica, a través de la cual se dota a la molécula de mayor número de protones y por tanto de mayor capacidad de ofrecer efectos superiores con dosis más bajas (González, 2001).

Además Sanz (2014) plantea que la activación molecular es un proceso de inyección de electrones en las capas internas de los átomos. Esto hace que alcancen más energía las moléculas sin cambiar su estructura. Cuando se termina el proceso de activación, la molécula es la misma del principio, pero con más actividad y más energía. Por tanto si la molécula está activada permite utilizar menos cantidad de principio activo y se obtiene resultados satisfactorios.

Por otra parte es conocido que entre las especies de género *Phaseolus*, el frijol (*P. vulgaris* L.) es la más importante, pues su cultivo ocupa más del 85% de la superficie sembrada de todas las especies de *Phaseolus* en el mundo. Mundialmente se siembran 25 millones de hectáreas con frijol y México es uno de los principales productores de esta leguminosa, con 2.2 millones de hectáreas sembradas anualmente, con una producción de 1.2 millones de toneladas y rendimiento promedio de 643 kg ha⁻¹ (Celiset *al.*, 2008).

El frijol ha sido consumido desde la época prehispánica hasta nuestros días. Forma parte esencial de la alimentación a nivel mundial y principalmente en el Continente Americano. Representa una tradición desde antes de la conquista, lo que se manifiesta en la amplia diversidad de las formas silvestres y cultivadas que existían en los usos culinarios

de la época prehispánica. En la actualidad es considerado uno de los granos básicos consumidos de mayor importancia para la población mundial (Solano *et al.*, 2009).

En la mayoría de las zonas productoras de frijol los rendimientos potenciales nunca son alcanzados, esto se debe a que esta leguminosa se cultiva principalmente en condiciones ambientales poco favorables, escasas precipitaciones durante la fase de crecimiento y pocos insumos (Rodríguez *et al.*, 2009)

En Cuba, la producción del frijol es baja, esta baja productividad está asociada a diversos factores como son la falta de asistencia técnica, la poca disponibilidad de insumos, el mercado, los problemas fitosanitarios y el uso de semillas inadecuada (Ortiz *et al.*, 2006). 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 producción 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 1.18 t ha⁻¹, coincidiendo ser el año 2004 el de mejor rendimiento obtenido en el país en los últimos tiempos (ONE. 2011; Companioni, 2012).

En momentos actuales en que se requiere incrementar la productividad de los cultivos para aumentar la disponibilidad de alimentos, es muy importante el empleo de variantes que cumplan con lo mencionado pero que a su vez no contribuyan al deterioro del medio ambiente. Por las características del VIUSID agro se pueden usar dosis muy bajas con resultados satisfactorios y cumplir con la condición de producir más con menos sin perder la calidad y la aceptación de los productos agrícolas. El frijol es un cultivo de gran importancia en Cuba y en Latinoamérica por lo que sería factible evaluar el efecto del producto en esta especie, en diferentes variedades y condiciones de producción y climáticas.

Se han realizado varias investigaciones en este cultivo cumpliendo con uno de los requisitos fundamentales que aseguran el éxito de la experimentación agrícola según Fuentes *et al.* (1999) asegurar la repetitividad del experimento.

Problema científico.

¿Cuál será el comportamiento productivo del cultivo de frijol con la aplicación de diferentes dosis del promotor de crecimiento VIUSID agro?

1.2 Hipótesis.

La aplicación de diferentes dosis de VIUSID agro permitirá determinar la más efectiva en el comportamiento agroproductivo en el cultivo del frijol.

1.3 Objetivo general.

Evaluar el efecto de diferentes dosis de VIUSID agro en el comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

2. Revisión bibliográfica



2.1 Características del VIUSID agro.

Según Catalysis (2013) el VIUSID agro es fabricado por Catalysis, S.L, que pertenece a la Unión Europea y usa las tecnologías más modernas y avanzadas, bajo los estándares de las Buenas Prácticas de Fabricación ("GoodManufacturingPractices, GMP") internacionales. Este actúa como un biorregulador natural y está compuesto por:

- ❖ *Ascophyllum 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: el fósforo es necesario para la transferencia y almacenamiento de energía en las plantas. Influye en el desarrollo y fomenta el crecimiento de las raíces, el desarrollo de la flor y la semilla. Favorece además la formación de carbohidratos.
- ❖ Ácido málico: favorece la función de la fotosíntesis y es fácilmente metabolizado por los microorganismos.
- ❖ Sulfato de zinc: favorece la formación y desarrollo de tejidos nuevos. Es muy importante para los procesos productivos de las plantas, como la germinación, floración y producción de frutos.
- ❖ Arginina: es la principal fuente de almacenamiento nitrogenado en las plantas y constituye el 40% del nitrógeno en proteínas y semillas.
- ❖ Glicina: es vital para el proceso de crecimiento y es un aminoácido importante en la fotorespiración.
- ❖ Ácido ascórbico (Vitamina C): es el antioxidante natural por excelencia, reduce los taninos oxidados en la superficie del fruto recién cortado. Aumenta la resistencia contra los cambios ambientales.

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

2.1.2 Activación molecular.

Según Sanz (2014) la activación molecular es un proceso de inyección de electrones en las capas internas de los átomos. Si tocas los electrones de valencia de los átomos,

altera la molécula. Pero si se inyectan los electrones en las capas internas de los átomos alcanzan más energía las moléculas sin cambiar su estructura. Cuando se termina el proceso de activación, la molécula es la misma del principio, pero con más actividad y más energía. Por tanto si la molécula está activada permite utilizar menos cantidad de principio activo y se obtiene resultados satisfactorios.

2.1.3 Constituyentes minerales.

Las sales minerales son necesarias para el desarrollo de toda planta, para el crecimiento y desarrollo de tejidos y órganos vegetales. Se suministran en forma de sales que varían dependiendo del medio (Morales, 2014). Estas sales son clasificadas en macro y microelementos.

Macroelementos: Son minerales que los organismos vegetales necesitan en cantidades relativamente grandes y son esenciales de los tejidos vegetales e intervienen en la conservación del equilibrio iónico en las plantas. Son de este grupo elementos como el nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio y azufre (Pérez, 2006).

Microelementos: Son minerales que necesita la planta en cantidades muy pequeñas, un incremento de 10 veces en la concentración de muchos microelementos podría producir toxicidad en el medio, estos microelementos son el hierro, cobalto, cinc, boro, aluminio, manganeso, molibdeno, cobre y yodo (Pérez, 2006).

2.1.4 Vitaminas y aminoácidos.

En su mayoría las plantas sintetizan vitaminas, sin embargo, también se utilizan vitaminas exógenas tales como ácido nicotínico, piridoxina, glicina y tiamina. La función que desempeñan las vitaminas son las de catalizadores en procesos metabólicos, favorecen el crecimiento de las células y la diferenciación de los callos. Los aminoácidos por su parte son empleados como fuente de nitrógeno orgánico que es de mayor asimilación para los tejidos, los más utilizados son la tirosina, serina y glutamina (Smith, 2000).

2.1.5 Reguladores de crecimiento.

Los reguladores de crecimiento u hormonas vegetales son mensajeros químicos que permiten la coordinación y desarrollo celular, se puede decir que las hormonas vegetales son las responsables de la expresión genética, cambios osmóticos y metabólicos. Se obtienen diferentes respuestas con la variación de la concentración y el tipo de regulador (Pérez, 2006).

Actualmente, existen nueve grupos de hormonas vegetales los cuales son: auxinas, citoquininas, giberelinas, etileno, ácido abscísico, poliaminas, brasinosteroides,

jasmonatos y salicilatos. Sin embargo, los reguladores de crecimiento hasta ahora más utilizados en la micropropagación *in vitro* de anturio son auxinas y citoquininas (Salgado, 2007).

Auxinas

Fueron las primeras hormonas vegetales descubiertas, pueden ser de tipo natural o sintético. Entre las auxinas naturales tenemos el ácido indol acético (AIA), ácido indol butírico (AIB), ácido 4-cloro indol acético. Mientras que entre las auxinas sintéticas están el ácido nafatalen acético (ANA) y ácido 2,4-dicloro-fenoxiacético (2,4-D) (Pérez, 2006).

En la inducción y cultivo de callos, las auxinas sintéticas son las más importantes, por otro lado, un balance de auxinas y citoquininas podría controlar la organogénesis según experimentos realizados por Skoog y Miller (1962). Otra función de las auxinas es que pueden inducir la formación de embriones somáticos, en especial en presencia de 2,4-D (Pérez, 2006).

A pesar de todo, resulta impreciso establecer una concentración particular de auxina para cualquier tipo de explante, esto está en función del tejido, edad y otros factores. Teniendo en cuenta que tanto AIA y ANA se emplean en concentraciones entre 1 y 10 mg L; mientras que el 2,4-D se lo utiliza en concentraciones de 0.05 a 3 mg L que a concentraciones elevadas podrían provocar variación somaclonal o toxicidad (Morales, 2014).

b) Citoquininas

Las citoquininas *in vivo* estimulan la división celular en presencia de auxinas, además producen otros efectos diferentes en el desarrollo vegetal como organogénesis, dominancia apical, retraso de senescencia foliar (Pérez, 2006). A nivel *in vitro*, las citoquininas solas o en presencia de auxinas favorece la iniciación y crecimiento de yemas adventicias y axilares; inhibe la formación de raíces e induce el crecimiento de callos (López, 2009).

La primera sustancia descubierta en este grupo fue la quinentina (6-furfurilaminopurina) en 1956 seguido de la zeatina en 1963. Actualmente se conocen muchos compuestos naturales y sintéticos con actividad citoquinina tales como: bencilaminopurina (BAP), tidiazuron (TDZ), isopenteniladenina (2 iP). Todas las citoquininas son derivadas de la base púrica adenina (6-aminopurina), con excepción del tidiazuron que no pertenece a las purinas (Pérez, 2006).

De todas las citoquininas, el BAP es el más utilizado por su alta actividad y costo razonable actualmente se conoce que esta sustancia es origen sintético y natural, usualmente su concentración está entre 0,5 a 10mg/L, dependiendo del tejido (Roca W., Mroginski L., 1993). Según Raadet *al.*, (2012) la proporción de citoquinina y auxina es importante durante el proceso de organogénesis.

c) Giberelinas

La función de las giberelinas (AG_3) in vivo es controlar el crecimiento y elongación del tallo y entrenudos, estimular la germinación de semillas y procesos de inducción floral. Dentro del cultivo in vitro su presencia no es frecuentemente utilizada debido a que es un compuesto termolábil por lo que no se aconseja su esterilización en autoclave (Pérez, 2006).

Estas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en puntas de las raíces y en semillas en desarrollo, la concentración de varía entre 0.01 a 1 mg L con un punto óptimo alrededor de 0.1 mg L (Morales, 2014).

d) Brasinoesteroides

Se caracterizan por tener una estructura de naturaleza esteroide, son reguladores de crecimiento que promueven la elongación celular, incrementan la división celular y germinación de la planta (Castillo, 2004).

Los brasinoesteroides conjuntamente con citoquininas y auxinas estimulan el crecimiento de callo así como también acelera la actividad fotosintética y biosíntesis de proteínas. Se recomienda utilizarlo en concentraciones bajas debido a su amplio efecto en tejidos vegetales, entre rangos de 0.001 y 0.1 mg L (Pérez, 2006).

e) Otros compuestos

El ácido abscísico (ABA) interviene de forma esencial en las plantas, se sintetiza en la planta en casos de estrés tales como estrés hídrico, estrés salino, aumento de calor o salinidad. A nivel in vitro inhibe el crecimiento vegetativo e induce al reposo en embriones (Morales, 2014).

2.1.6 Los aminoácidos.

Los aminoácidos son algunos elementos básicos para la vida de todo ser vivo, ya que contienen C, H, O, S y N enlazados, de forma que su unión da lugar a estructuras básicas en la célula de todo ser vivo, las proteínas. Las transformaciones de aminoácidos en nuevos aminoácidos, así como otras reacciones bioquímicas son reguladas por hormonas

y principalmente por las enzimas que juegan el papel fundamental de catalizadores biológicos (Carbó, 2009).

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 e incrementan la resistencia ante la deficiencia de humedad y las heladas (Espasa, 2007).

Según Argenbio (2007) los aminoácidos son compuestos que poseen un grupo carboxilo (-COOH) y un grupo amino (-NH₂), unido al carbono α. Blanco (2007) plantea que el radical R de un aminoácido corresponde a su cadena lateral que es diferente para cada uno de los veinte que se obtienen en la hidrólisis de las proteínas. Presentan varias propiedades entre las que se destacan: la isomería óptica y la actividad óptica.

El uso de los aminoácidos en la fertilización foliar es relativamente reciente se inició a partir del desarrollo de la tecnología para la fabricación de aminoácidos libres mediante diferentes procedimientos en los que se destacan la hidrólisis ácida y la hidrólisis enzimática (Molina *et al.*, 2003).

2.1.7 Acción específica de algunos aminoácidos (que forman parte del VIUSID agro) en la planta. (Mendoza *et al.*, 2004).

Alanina

- Potencia en la planta la síntesis de clorofila.
- Se incrementa el potencial de actividad osmótica.

Glicina

- Primer aminoácido en la ruta biosintética de la clorofila.
- Aminoácido de acción quelante.
- Metabolito fundamental en la formación del tejido foliar.

Argirina

- Contribuye a la síntesis de clorofila.
- Es precursor de las poliaminas al igual que la lisina.
- El crecimiento de las raíces se estimula.

Prolina e Hidroxiprolina

- La prolina juega un papel fundamental en el equilibrio hídrico en la planta.
- La actividad fotosintética se mantiene en condiciones adversas.
- Las paredes celulares de la planta se fortalecen y aumentan la resistencia a las heladas.
- La germinación del polen se incrementa sobre todo a bajas temperaturas.

2.1.8 Efectos de la aplicación de aminoácidos sobre las plantas.

Los efectos sobre la planta que pueden producirse al aplicar bioestimulantes con aminoácidos son de tres tipos (Simbaña, 2011).

- Efecto trópico: los aminoácidos al ser metabolizados rápidamente originan biológicamente sustancias útiles. Estas vigorizan y estimulan el crecimiento vegetativo por lo que resultan de gran interés en los periodos críticos del cultivo o en caso de altas exigencias.
- Efecto hormonal: al ingresar los aminoácidos a las plantas estimulan la formación de clorofila de ácido indolacético (IAA) y a la vez la producción de vitaminas y la síntesis de numerosos sistemas enzimáticos. La acción combinada de los efectos tróficos y hormonales, suelen traducirse en estímulos sobre la floración, cuajado de los frutos, adelanto de la maduración y mejora del tamaño, coloración, riqueza en azúcar y vitaminas de los frutos.
- Reguladores de metabolismo de los microelementos: los aminoácidos forman quelatos con microelementos (hierro, cobre, cinc y manganeso, especialmente) favorecen su transporte y penetración a través de las células vegetales.

Las plantas únicamente puede utilizar los α - L-aminoácidos libres, por tanto, los aminoácidos procedentes de la hidrólisis enzimática de proteínas de origen vegetal constituyen una fuente más adecuada para las plantas al contener todos los α -aminoácidos necesarios y en las proporciones adecuadas. Las proteínas de origen vegetal, tomadas en conjunto, son más pequeñas que las de origen animal (Tecsol, 2003).

2.1.9 Beneficios de la aplicación de productos que contenga aminoácidos.

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 de estrés, en los cuales la fisiología de la planta no es óptima (excesos de

calor, frío y enfermedades). En estos casos se ha demostrado que las plantas necesitan incrementar el contenido total de α -L-aminoácidos libres, para soportar dicha situación (Simbaña, 2011).

Además los α -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).

Este mismo autor plantea que las plantas pueden absorber los α -L-aminoácidos tanto por la vía radicular, como por vía foliar; por vía radicular es repartido a toda la planta a través del tejido conductor. La vía foliar es la más utilizada ya que puede aplicarse con otros insumos como abonos foliares, fungicidas, insecticidas y herbicidas, que ingresan por las hojas de la planta.

2.1.10 Mecanismos de asimilación de los nutrientes en la planta vía foliar.

La nutrición foliar ha probado ser la forma más rápida para suprimir las deficiencias de nutrientes y acelerar el rendimiento de las plantas en determinadas etapas fisiológicas (Simbaña, 2011). La estructura interna de la hoja se encuentra formada por diversas capas celulares que proporcionan protección contra la desecación, la radiación ultravioleta y ciertos tipos de agentes físicos, químicos y microbiológicos. Estas capas están caracterizadas por la carga eléctrica negativa que incluye en la forma y la tasa de penetración de los iones. Algunas capas son hidrófobas y por tanto rechazan el rocío que esté basado en agua (anexo 1).

La penetración/absorción puede ser realizada a través de los elementos que existen en el tejido. La penetración principal se realiza directamente a través de los estomas que tienen su apertura controlada para realizar intercambio gaseoso y el proceso de transpiración. Los estomas difieren entre cada especie vegetal, en su distribución, tamaño y forma (Mendoza *et al.*, 2004).

Según Agrares (2008) los estomas están regulados por factores externos (luz, humedad, temperatura y otros) e internos (concentración de aminoácidos, ácidos abscísico y otros) y el cierre de los estomas, provoca la ralentización metabólica y consecuentemente la disminución del crecimiento. A través de los estomas que se encuentran por el haz y el envés de las hojas las plantas toman vía foliar los macronutrientes y gases como se observa en la (Anexo 2).

2.1.11 Limitaciones de la aplicación foliar.

A pesar de que la nutrición foliar se describe como un método de aplicación que podría sortear una serie de problemas, que se encuentran en las aplicaciones edáficas, tiene las siguientes limitaciones (Mendoza *et al.*, 2004).

- Tasas de penetración bajas, particularmente en hojas con cutícula gruesa y cerosa.
- Se seca en superficies hidrofóbicas.
- Se lava con la lluvia.
- Rápido secado de las soluciones del rociado lo que no permite la penetración de los solutos.
- Tasas limitadas de traslado de nutrientes minerales.
- Pérdida de rociados en sitios no seleccionados como objetivo.
- Cantidades limitadas de macronutrientes pueden ser suministradas en un rociado foliar.
- Limitada superficie efectiva disponible en la hoja.

2.2 Algunas Investigaciones en Cuba con el uso del VIUSID agro.

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 1.5mL/5L, tuvo la mayor influencia se manifestó un adelanto considerable en el ciclo del cultivo.

Meléndrez y Cabrera (2013) evaluaron tres soluciones de VIUSID agro en el cultivo del tabaco (*Nicotianatabacum* L.), después del corte del principal en el municipio Taguasco. Obtuvieron como resultado que los tratamientos que contemplaron las tres soluciones de VIUSID agro, tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el tratamiento control. Además que el tratamiento que consistió en la utilización de la solución menor, 0.5 mL por cada 5L, manifestó el mejor efecto sobre los parámetros evaluados con diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

Meléndrez y Hernández. (2013) utilizando de tres soluciones de VIUSID agro en el cultivo del tabaco (*Nicotianatabacum* L.) en el municipio Taguasco. Obtuvieron como resultado que los tratamientos con VIUSID agro, tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el Control. El tratamiento que consistió en la utilización de la

dosis mayor (1.5 ml por cada 5 litros de agua), tuvo el mejor comportamiento con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos.

Meléndrez, y Maceda (2013) utilizando VIUSID agro, Bayfolánforte y FitoMas-E en el cultivo del tabaco (*Nicotianatabacum* L.) en el municipio de Taguasco. Concluyeron que los tres tratamientos tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el control. El tratamiento con VIUSID manifestó 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. Obtuvieron como resultado que los tratamientos que contemplaron las tres soluciones de VIUSID agro (0.5 ml, 1.0 mL y 1.5 mL por cada 5 L de agua, tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con respecto al control. El tratamiento con la solución de 1.5 mL por 5 L de agua, tuvo la mayor influencia sobre los parámetros evaluados con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos.

Peña *et al.* (2013 f) determinaron el efecto del VIUSID agro en la germinación del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y el crecimiento de las plántulas en condiciones *in vitro*. Concluyeron que la inmersión de la semilla de frijol durante tres horas en una solución de VIUSID agro al 0.02 por ciento favoreció la velocidad de germinación y el crecimiento de las plántulas.

2.3 Taxonomía del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

El nombre científico de la planta es *Phaseolus vulgaris* L. y se clasifica de la siguiente forma (Soriano, 2006):

Super reino: Eucariota

Reino: *Plantae*

División: Spermatophytas

Subdivisión: Magnoliophytina

Clase: Magnoliales

Subclase: Rósidas

Orden: Phabales

Familia: *Phabaceae*

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

2.3.1 Origen.

No cabe duda que las plantas que producen las semillas de frijol común, tuvieron su origen en el Continente Americano. Ya sea que se trate de frijoles Bayos, Pintos, Café Cacahuate, Amarillo Canario, Rosado, Flor de mayo, Flor de junio, etc., todos tienen una madre en común en su pasado. Estas plantas leguminosas que se caracterizan por tener las semillas dentro de legumbres, aparecieron en tierras americanas hace miles de años. Los restos más antiguos (9000 años) se encontraron en un lugar llamado Huachichocana en el norte de Argentina; asimismo, en Perú hay rastros arqueológicos de los frijoles, de hace 8,000 años (Soriano, 2006).

Según Reyes (2008) los estudios arqueológicos revelan que el frijol, del género *Phaseolus*, se origina en el continente americano donde se encuentran ubicados los primeros hallazgos (anexo 3). Al respecto se han encontrado evidencias con antigüedad de 500 a 8 mil años en algunas regiones de México, Estados Unidos y Perú. No obstante, existe un relativo acuerdo respecto a su origen: México, que es también el lugar donde se diseminaron las primeras semillas hacia el sur del continente americano, sitio en el que llega a cultivarse (Voysset, 1983; Voysset, 2000; Paredes *et al.*, 2006). En particular Paredes *et al.* (2006) destacan que es posible identificar a este país como lugar de origen por encontrar prototipos de especies silvestres de los cinco grupos más cultivados: *P. vulgaris*, «frijol común»; *P. acutifolius*, «frijoltépari»; *P. lunatus*, «frijol lima»; *P. coccineus*, «frijol escarlata»; y *P. polyanthus*, «frijol anual».

Engleman (1991), señala que en toda Mesoamérica se dieron cultivos de frijol, maíz, calabaza y chile que constituyeron la fuente alimenticia principal de las culturas que habitaban esta región, cuyos antecedentes se remontan a más de 8 mil años. Sin embargo existen evidencias arqueológicas de distintas especies de frijol, que van desde los mil 200 hasta los 9 mil años de antigüedad (Reyes *et al.*, 2008).

Se argumenta que al principio del siglo XVI, durante la Conquista española, fueron los españoles quienes llevaron a Europa las primeras semillas de frijol. Once años después el producto es distribuido por comerciantes portugueses en la región de África Oriental, a partir de donde los árabes, que mercadeaban con esclavos, se encargaron de diseminarlo a todo el territorio africano (Voysset, 2000).

2.3.2 Distribución.

El frijol (*P. vulgaris* L.) se cultiva en todo el mundo. En Cuba tiene una amplia dispersión territorial, practicándose su cultivo desde oriente a occidente y de norte a sur, así como desde el llano hasta alturas considerables sobre el nivel del mar. Por tales razones su cultivo trascurre en ambientes muy contrastantes (Quintero *et al.*, 2006).

2.3.3 Domesticación del frijol común.

La diversidad genética en los tipos de frijol ha aumentado considerablemente con la domesticación, ya que las formas cultivadas exhiben caracteres no presentes en las formas silvestres. Entre las modificaciones de algunos caracteres en domesticación se pueden mencionar: el aumento en el tamaño y la permeabilidad de la semilla, la pérdida de raíces tuberosas, el incremento del tamaño de las estructuras fundamentales de interés antropocéntrico como las semillas, y de la precocidad que da seguridad en la cosecha al permitir a la planta escapar al efecto de factores ambientales adversos. Las legumbres del frijol silvestre al secar se abren violentamente a lo largo de la sutura y nervadura del carpelo para liberar las semillas, como resultado de una torsión de las dos valvas del fruto en sentidos opuestos, ocasionadas por la contracción de las células esclerenquimatosas de las paredes del fruto. En contraste, en las formas domesticadas se ha ido perdiendo esta facultad y los frutos (legumbres) generalmente permanecen cerrados o se abren ligeramente (Herrera *et al.*, 2005).

Aunque el cultivo del frijol estaba ampliamente distribuido en la zona andina, tuvo más influencia cultural en tierras mesoamericanas. En estos pueblos, la economía descansaba en el aprovechamiento del entorno biológico, buscando la domesticación de plantas que crecían de manera silvestre, pero que tenían un alto valor nutritivo. Alrededor de los asentamientos indígenas, la superficie estaba cubierta por las milpas cultivadas con frijol, maíz y calabaza. Esto se deduce de los hallazgos de restos de frijol asociado a otras plantas de subsistencia en Ixtapaluca y Zacatenco que datan de 1700-875 A.C.; asimismo, en Terremote-Tlatengo los restos de frijol negro y ayocote se encontraron junto con maíz, calabaza india, capulín, alegría, nopal, tomate, chile, verdolaga, aguacate y maguey, todo un banquete de comida indígena (Soriano, 2006).

Araya (2003), indica la presencia de dos centros de domesticación del frijol cultivado, América del Sur y Central, a partir de un ancestro que había pasado por una evolución divergente. Los acervos genéticos fueron denominados Andino y Mesoamericano, respectivamente. Con base en sus características morfológicas y tipo de faseolina las variedades silvestres y cultivadas de la región mesoamericana se dividieron en tres razas: Mesoamérica, Jalisco y Durango. Recientemente se determinó por medio de análisis RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) un cuarto grupo conteniendo frijoles de origen mayoritariamente guatemalteco, trepadores, algunos de hábito de crecimiento tipo III, designada raza Guatemala (Beebe *et al.*, 2000). Análogamente, las variedades de frijol provenientes de la zona Andina fueron clasificadas como razas Nueva Granada, Perú y

Chile. Posteriormente (Araya, 2003), sugirió que el Caribe puede ser considerado un acervo genético secundario para los frijoles andinos.

Este mismo autor plantea que por ejemplo, en Guatemala, Cuba y Costa Rica se prefiere el grano negro pequeño (opaco o brillante), en México existe una gran variabilidad y el consumo varía desde frijoles tipo canarios hasta los negros opacos mesoamericanos, y cultivares tipo andinos como los pintos; para Panamá y República Dominicana la preferencia es hacia los rojos andinos, en Nicaragua y Honduras la mayor producción es de grano rojo, pequeño, brillante.

2.3.4 El frijol importancia.

El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*L.), es originario de América. Se cultiva en todos los continentes teniendo una superficie total cosechada de 26 836 860 ha y niveles de producción de 18 334 318 t, con un rendimiento promedio de 0.683 t ha⁻¹ destacándose Asia (India), América Latina (Brasil, México, Argentina y Chile) y el Caribe (Nicaragua). 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 (Peña, 2002).

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 proteico pero de mayor valor económico (Reyes *et al.*, 2008). Según la FAO (2008), la producción de frijol en el mundo se concentra en 129 países de los cinco continentes. Entre 1961–2007 se produjo en promedio poco menos de 15 millones de toneladas al año, lo que constituye una tasa media de crecimiento anual de 1.16% durante dicho lapso.

Entre los países productores de la leguminosa destacan por orden de importancia India con 18.49 %, Brasil con 16.55 %, China con 11.47 %, Estados Unidos con 6.84%, y México en quinto lugar con un 6.80%. Estas naciones, junto con Myanmar, contribuyeron con el 63.86% del total producido. Sin embargo, la variación que se presenta en los niveles de producción entre un año y otro se corresponde con la presencia de lluvias, ya que una proporción significativa se obtiene bajo condiciones de temporal. Asimismo se cree que el

mayor consumo de frijol en el mundo se manifiesta en regiones con estándares de vida bajos, principalmente en naciones en vías de desarrollo, dado los niveles de aceptación y uso que de este producto se hace en América Latina, Asia y África. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM, 2004).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es de la legumbres comestibles la de mayor consumo a nivel mundial. Estos frijoles proporcionan una fuente importante de proteína (22%), vitaminas, y minerales (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Zn) a las dietas humanas, sobre todo en los países en vías de desarrollo. En los países del primer mundo los beneficios nutritivos y contribución de frijoles a la dieta humanas saludable son reconocidas Su consumo disminuye el riesgo de desarrollar cáncer, diabetes, y enfermedades del corazón. .La producción anual, excede 21 millones de toneladas métricas que representa más que la mitad de la producción total de legumbres para consumo del mundo (Miklas *et al.*, 2006).

En los países subdesarrollados esta leguminosa es fuente de proteínas, hierro vegetal, fibra, ácido fólico, tiamina, potasio, magnesio, y cinc. La mayoría de la producción del frijol ocurre en la agricultura de bajos insumos, en las granjas, en pequeña escala, en los países en desarrollo. En estos sistemas de cultivos, el estrés biótico y el abiótico continúan siendo las mayores limitantes en la producción de subsistencia y rendimiento económico de frijol común, (Miklas *et al.*, 2006).

Constituye uno de los principales alimentos, conjuntamente con el maíz, la papa y layuca (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.

Según la FAO (2008) de los trece países de mayor consumo de la leguminosa en el mundo, nueve de ellos se encuentran en América Latina; Nicaragua, Brasil, México, Paraguay, Belice, Costa Rica, Guatemala y Honduras, lo que confirma la relación entre los niveles de consumo y los ingresos *per cápita* de países menos y más desarrollados.

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 *et al.*, 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).

2.3.5 Rendimientos en Cuba.

En Cuba se cultivan aproximadamente 52 mil hectáreas de frijol, sin incluir las áreas dedicadas al autoabastecimiento. La producción estatal solamente cubre el 5 % de la demanda, lo que exige la importación de 120 mil toneladas anuales de este grano, equivalente a 40 millones de dólares. La producción en los años del 2000 al 2010 estuvo en un rango entre 70 600 a 132 900 t. La cantidad de área cosechada en dichos años estuvo entre las 76 740 a 150 584 ha siendo el año 2009 el de mayor área empleada para la siembra de este cultivo. Los rendimientos resultaron estar entre los 0,71 a 1,2 t ha⁻¹, coincidiendo ser el año 2004 el de mejor rendimiento obtenido en el país en los últimos tiempos. 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.

2.3.6 Propiedades nutritivas y usos del frijol.

Diversos autores (Jacinto, *et al.*, 2002; Pérez, *et al.* 2002; Serrano y Goñi, 2004; Salinas *et al.*, 2005; Herrera *et al.*, 2005), han destacado las propiedades nutritivas que posee el frijol, de manera fundamental por su alto contenido en proteínas y en menor medida en carbohidratos. Los resultados de dichos estudios evidencian, de cierta forma, las razones del por qué las culturas mesoamericanas, desde tiempos inmemoriales basaron su alimentación en el frijol y el maíz, al igual que la razón del por qué en la actualidad continúan siendo complementos básicos entre la población de Mesoamérica.

Mientras las gramíneas de grano comestible, como el maíz, carecen de aminoácidos (lisina y triptófano) indispensables en la actividad orgánica del ser humano, el frijol los tiene en altas proporciones. Por ejemplo, en 100 g de harina de frijol canario, es posible obtener la cantidad de aminoácidos que una persona adulta requiere para su dieta diaria. Además el frijol aporta en su mayor parte proteínas y una parte de carbohidratos, el maíz proporciona en su mayoría carbohidratos (Reyes *et al.*, 2008)

Se ha determinado que el frijol no sólo suministra proteínas y carbohidratos, también tiene cantidades importantes de vitaminas y minerales. Serrano y Goñi (2004) descubrieron que con la ingesta diaria de 70,5 g de frijol negro se puede obtener un 134 % (0,447 mg) de ácido fólico; 19,1% (4,82 mg) de hierro; 35,5 % (195,6 mg) de magnesio y 15,9 % (3,96 mg) de cinc. En el mismo sentido, Jacinto *et al.* (2002), al evaluar los componentes nutrimentales de dos genotipos y diecisiete líneas endogámicas de frijol, encontraron además otras propiedades de esta leguminosa. Salinas *et al.* (2005) destacan la presencia de antocianinas, indispensables en la prevención de enfermedades, entre ellas el cáncer de colon, la arterosclerosis y las inflamaciones intestinales.

3. Materiales y métodos



3.1 Generalidades de la investigación.

Experimento 1.

El experimento uno se ubicó en la Finca Municipal de alimento animal” perteneciente a la empresa de Flora y Fauna ubicada en el poblado de Meneses municipio Yaguajay al norte de la provincia de Sancti. En un suelo Fluvisol diferenciado FAO (1998), con la variedad Quivicán (blanco). La fecha de siembra fue el 1^{ro} de marzo de 2015. El marco de plantación que se usó fue 0,50 m entre surcos y 0,50 m entre plantas.

3.3Diseño experimental.

El diseño experimental que se utilizó fue el cuadrado latino con cuatro tratamientos (Esquema 1).Fueron evaluadas 10 plantas por parcelas (escogidas al azar) para un total de 40 observaciones por tratamiento. Las parcelas fueron de 16 m² con una defensa interna de 0,5 m por cada lado y un área de cálculo de 9 m². Las aplicaciones se realizaron con un aspersor de espaldade 16 litros en horas de la mañana una vez evaporado el rocío.

Tratamientos

A: Control

B: Aplicación del VIUSID agro (0,07 L ha⁻¹).

C: Aplicación del VIUSID agro (0,5 L ha⁻¹).

D: Aplicación del VIUSID agro (1,0 L ha⁻¹).

- 1ra aplicación con la planta de 4 a 6 hojas.
- 2da aplicación al inicio de floración.
- 3ra aplicación en la formación de las legumbres.

Esquema 1. Diseño experimental.

| | | | |
|-------------------------|----|----|----|
| B4 16 m ² | C4 | A4 | D4 |
| A3 | B3 | D3 | C3 |
| D2 | A2 | C2 | B2 |
| C1 | D1 | B1 | A1 |

3.4 Variables en estudio.

Independientes

- ❖ Aplicación foliar de diferentes dosis de VIUSID agro.

Dependientes

- ❖ Legumbres por planta.
- ❖ Granos por Legumbre.
- ❖ Granos por planta.
- ❖ Producción por planta (g).
- ❖ Masa de 100 granos (g).
- ❖ Rendimiento agrícola (t ha⁻¹).

3.5 Operacionalización de las variables.

Legumbres por planta: Se determinó en la cosecha, contando el total de legumbres existentes en las 10 plantas por parcelas tomadas al azar. Las plantas seleccionadas se arrancaron y se sacaron al borde del campo para medir las variables.

Granos por legumbre: Una vez cosechadas las legumbres en las plantas seleccionadas se realizó el conteo de los granos. Se utilizaron 10 envases para almacenar los granos por plantas.

Granos por planta: Una vez cosechados y contados los granos por legumbre se sumaron para obtener los granos por planta y se almacenaron en envases señalizadas para determinar la masa.

Producción por planta (g): Se almacenaron en bolsas de papel señalizadas la producción de las 10 plantas por parcelas y se procedió a determinar la masa de los granos por planta. Se utilizó para esto balanza digital Sartorius, con una precisión de $\pm 0,01g$.

Masa de 100 granos: Se tomaron cuatro muestras de 100 granos por parcela y se determinó su masa 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 (t ha^{-1}): Se obtuvo por el método indirecto según Fuentes *et al.* (1999).

3.6 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 según MINAG (2010).
- ❖ El riego fue por aspersión, cada cuatro días.

3.7 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 ("GoodManufacturingPractices, GMP") internacionales. Este actúa como un biorregulador natural y está compuesto por:

- ❖ *Ascophylumnodosum* (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_6), Ácido fólico, Cianocobalamina (B_{12}), Glucosamina, Glicirricinatomoamónico.

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

3.8 Estadística.

Para el análisis de los resultados se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows y la prueba de hipótesis para proporciones se realizó con el uso del software MINITAB14.12.0. (Tabla 1).

Tabla 1: Descripción del análisis estadístico.

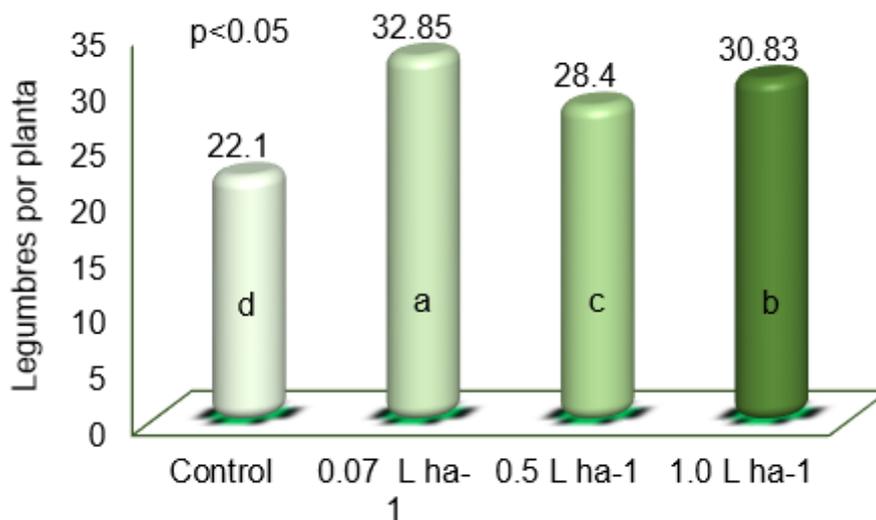
| Variable | Normalidad (K-S) | Homogeneidad de varianza (Levene) | Pruebas |
|-----------------------|------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Granos por Legumbres | sí | sí | Anova de un factor y Duncan |
| Granos por planta | | | |
| Producción por planta | | | |
| Legumbres por planta | | | |
| Rendimiento agrícola | sí | no | Prueba T para varianzas no homogéneas |
| Masa de 100 granos | | | |

Se hizo la prueba T de Students cuando no existía homogeneidad de la varianza según (Miranda, 2011).



4.1 Efecto del VIUSID agro sobre las legumbres por plantas.

En la figura 4.1 se observa el efecto de los tratamientos en las legumbres por planta. El mejor comportamiento fue del tratamiento donde se aplicó foliarmente (0.07 L ha^{-1}) de VIUSID agro con un incremento con respecto al tratamiento control de 48.64 %. El resto de los tratamientos donde se aplicó el producto también difirieron significativamente ($p < 0.05$) de la variante control y los incrementos fueron de 28.51 con el tratamiento de 0.5 L ha^{-1} y 39.50 con la variante de 1.0 L ha^{-1} .



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

Figura 4.1: Efecto de los tratamientos en las legumbres por planta.

El incremento en la producción de frutos del tratamiento provocada con la aplicación de la dosis de ($0,07 \text{ L ha}^{-1}$) sucede porque el producto contiene en su composición varias sustancias como 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 α -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).

Estos resultados coincidieron con Peña *et al.* (2014 c) en el cultivo del frijol evaluaron tres intervalos de aplicación (semanal, cada 14 y 21 días) y usaron en este ensayo la dosis de 0.07 L ha^{-1} . Obtuvieron un incremento en la producción de frutos por planta como promedio en las variantes con VIUSID de 81.12 % con respecto al control.

Además Peña *et al.* (2014 e) en el cultivo del frijol probaron la inmersión de la semilla en una solución de VIUSID agro al 0.02 % y luego la aplicación foliar con la dosis de 0.07 L ha^{-1} con diferentes intervalos. Esta investigación tuvo como resultado que el producto con esta dosis incrementó la producción de vainas por plantas en la variante con la inmersión y la aplicación foliar semanal y cada 14 días.

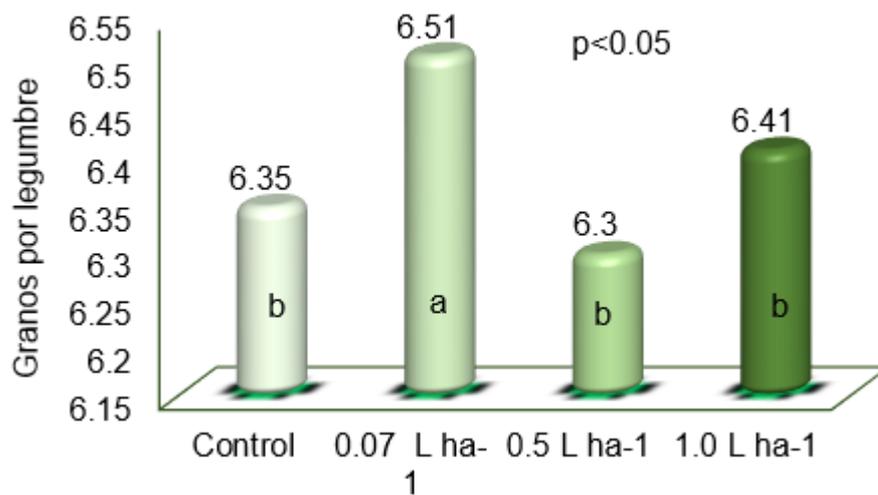
En otros cultivos también se han logrado resultados satisfactorios como demostró Peña *et al.* (2014d) en el cultivo del tomate (en Jatibonico, Sancti Spíritus, Cuba) que aplicaron diferentes dosis de VIUSID agro y obtuvieron mayor número de frutos por plantas con la variante de 1.5mL por cada 5L de agua aplicados semanalmente.

Además con la aplicación de este producto con diferente intervalos y la dosis de 0.07 L ha^{-1} en el cultivo del tomate (en Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba) Peña *et al.* (2014a) obtuvieron un incremento similar en el número de frutos por planta y el mejor comportamiento fue el de la aplicación semanal del producto con la dosis mencionada.

Peña *et al.* (2014b) en el cultivo del tomate aplicando VIUSID agro con diferente dosis obtuvieron el mejor comportamiento de los frutos por planta con la aplicación de 1mL por cada 5 litros de agua semanalmente (en Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba).

4.2 Efecto del VIUSID agro sobre los granos por legumbre.

La figura 4.2 reúne los resultados del efecto de la aplicación del bioestimulante en la producción de granos por legumbre. Se puede observar que existió diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos en esta variable. El mejor comportamiento fue alcanzado por la variante de la dosis de 0.07 L ha^{-1} y el resto de los tratamientos donde se aplicó el producto no difirieron significativamente del control.

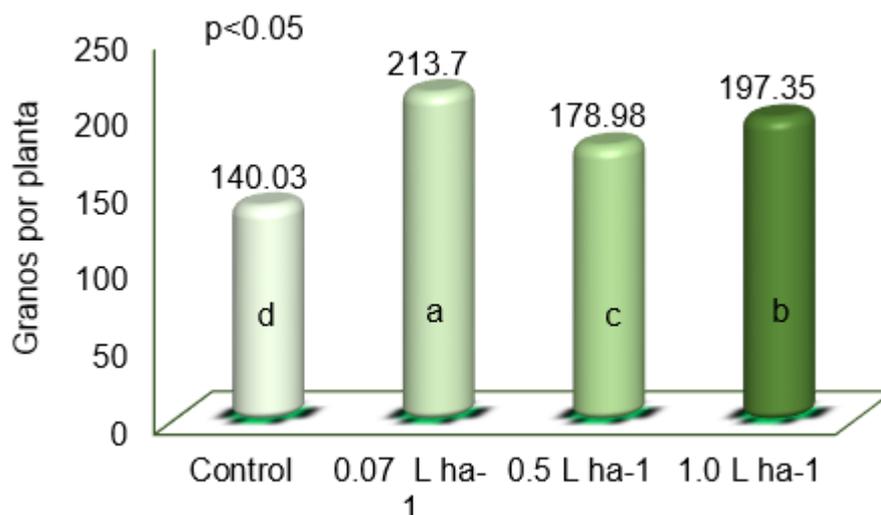


Leyenda: Letras desiguales indican diferencias estadísticas para $p < 0.05$.

Figura 4.2: Efecto de los tratamientos en los granos por legumbre.

4.3 Influencias del VIUSID agro sobre los granos por planta.

La figura 4.3 muestra los resultados del efecto del producto en los granos por planta. Esta variable está muy relacionado con las vainas por planta y los granos por vaina pues se deriva de ambas. Se observa en la figura que el mejor comportamiento fue el de la variante donde se aplicó (0.07 L ha^{-1}) con un incremento con respecto al control de 52.11 %. El tratamiento con la dosis de 0.5 y 1.0 L ha^{-1} también difirieron significativamente ($p < 0,05$) del control y el incremento fue de 27.82 y 40.93 % respectivamente.



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

Figura 4.3: Efecto de los tratamientos en los granos por planta.

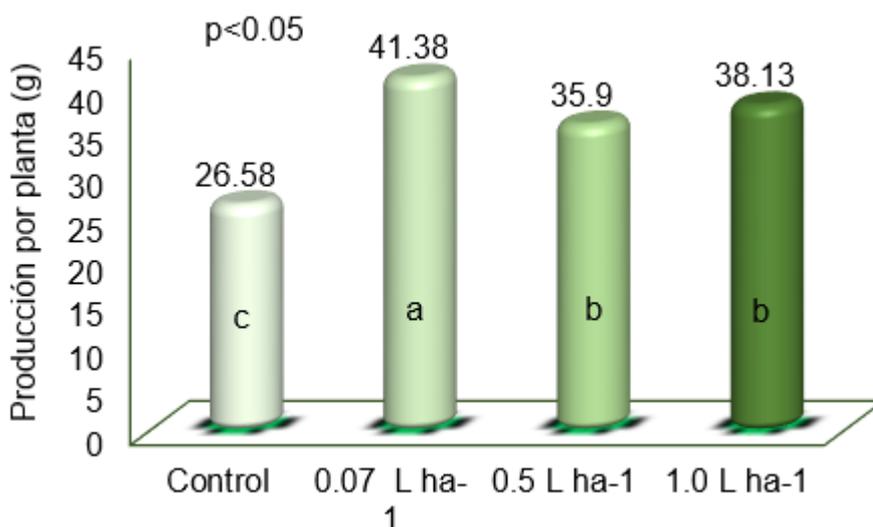
Este comportamiento está relacionado con la composición del producto y el proceso de activación molecular. Uno de sus componentes es el sulfato de cinc del que se conoce que favorece los procesos productivos de las plantas sobre todo en la germinación, floración y producción de frutos (Catalysis, 2014).

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.

4.4 Efectos del VIUSID agro en la producción por planta (g).

La figura 4.4 refleja los resultados de la aplicación foliar del VIUSID agro en la producción por planta. El mejor comportamiento como se observa fue del tratamiento con la dosis (0.07 L ha⁻¹). Este superó al control en 14.8 g por planta lo que representó un incremento de 55.68 %. La variante de 0.5 y 1.0 L ha⁻¹ también difirieron significativamente del control ($p < 0,05$) y el incremento fue de 35.06 y 43.45 % respectivamente.

El aporte de aminoácidos del VIUSID agro es una de las causas 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.



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

Figura 4.4: Efecto de los tratamientos la producción por planta.

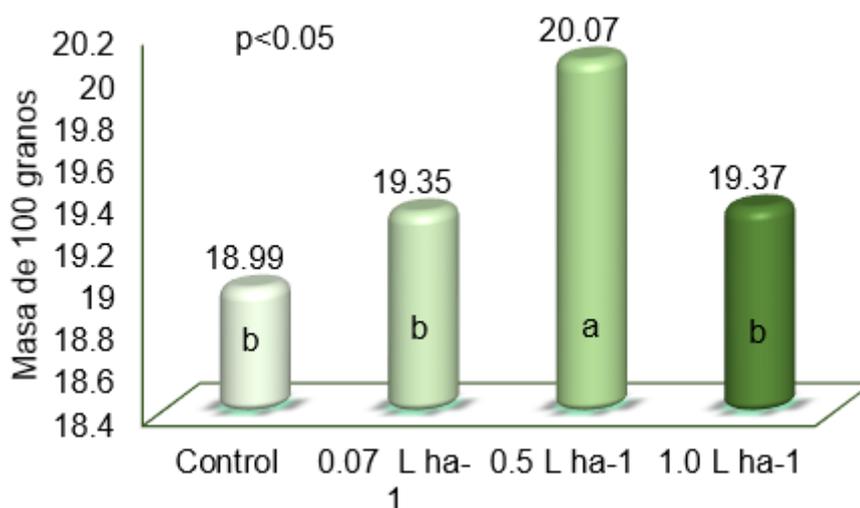
Uno de los aminoácidos que aporta este bioestimulante es la Prolina e Hidroxiprolina que según Mendoza *et al.*(2004) juega un papel fundamental en el equilibrio hídrico en la planta. Además hace posible que la actividad fotosintética se mantenga en condiciones adversas así como que las paredes celulares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

Según Catalysis (2014) el VIUSID agro aporta aminoácido y según(Simbaña, 2011) los efectos sobre la planta que pueden producirse al aplicar bioestimulantes con aminoácidos son de tres tipos uno de ellos es el efecto hormonal: al ingresar los aminoácidos a las plantas estimulan la formación de clorofila, de ácido indolacético (IAA) y a la vez la producción de vitaminas y la síntesis de numerosos sistemas enzimáticos. La acción combinada de los efectos tróficos y hormonales, suelen traducirse en estímulos sobre la floración, cuajado de los frutos, adelanto de la maduración y mejora del tamaño, coloración, riqueza en azúcar y vitaminas de los frutos. Este conjunto de efectos beneficiosos influyen directamente en la producción por planta.

4.5 Efectos del VIUSID agro en la masa de 100 granos (g).

En la figura 4.5 se puede observar el efecto de los tratamientos en la variable masa de 100 granos. El mejor comportamiento fue de la variante de 0.5 L ha⁻¹ y el resto de los tratamientos no difirieron entre sí.



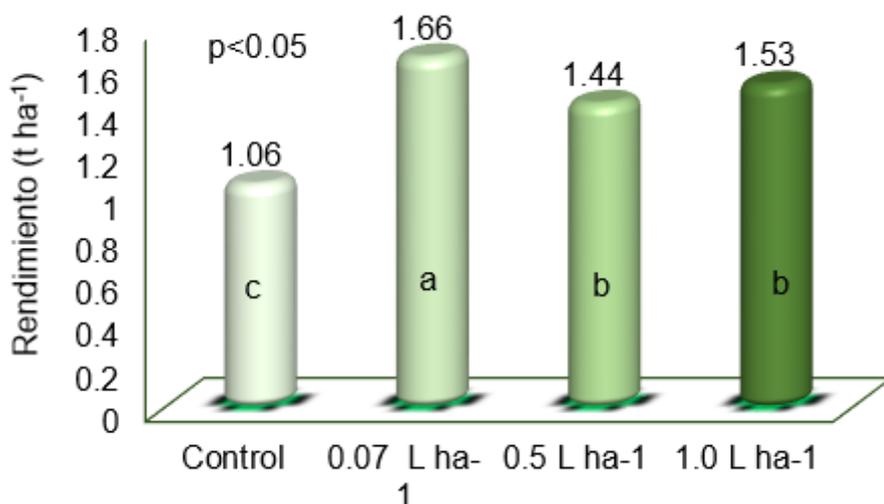
Leyenda: Letras desiguales indican diferencias estadísticas para $p < 0.05$.

Figura 4.5: Efecto de los tratamientos la masa de 100 granos (g).

4.6 Efecto del VIUSID agro sobre el rendimiento agrícola ($t\ ha^{-1}$).

En la variable rendimiento productivo el mejor comportamiento fue del tratamiento con la dosis ($0.07\ L\ ha^{-1}$) con un incremento con respecto al control de 56.60 %. Esta variante difirió significativamente ($p < 0,05$) con el resto de los tratamientos (figura 4.6).

Los tratamientos con las dosis de $0.5\ L\ ha^{-1}$ y $1.0\ L\ ha^{-1}$ no difirieron significativamente entre ellas pero sí con el tratamiento control. El incremento con respecto a este de ambas variantes fue de 35.85 y 47.17 % respectivamente.



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

Figura 4.6: Efecto de los tratamientos en el rendimiento agrícola ($t\ ha^{-1}$).

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

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.

Además según (Bietti y Orlando, 2003 y Cervantes, 2007) los bioestimulantes son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y el crecimiento de los vegetales. Son fitoreguladores que contienen además de hormonas, fracciones metabólicas activas, así

como micronutrientes indispensables en la activación de enzimas. Este tipo de compuestos, bioquímicamente balanceados, brindan la posibilidad de actuar sobre los rendimientos de los cultivos, ya que el rendimiento es el resultado final de todos los procesos del desarrollo de las plantas.

Según Catalysis (2014) el VIUSID agro aporta aminoácido y los efectos sobre la planta que pueden producirse al aplicar bioestimulantes con aminoácidos son de tres tipos uno de ellos es el efecto hormonal: al ingresar los aminoácidos a las plantas estimulan la formación de clorofila, de ácido indolacético (IAA) y a la vez la producción de vitaminas y la síntesis de numerosos sistemas enzimáticos. La acción combinada de los efectos tróficos y hormonales, suelen traducirse en estímulos sobre la floración, cuajado de los frutos, adelanto de la maduración y mejora del tamaño, coloración, riqueza en azúcar y vitaminas de los frutos (Simbaña, 2011). Este conjunto de efectos beneficiosos influyen directamente en el rendimiento de los cultivos.

Además los bioestimulantes debido a que en su formulación contienen aminoácidos libres los cuales tienen un bajo peso molecular son transportados y absorbidos rápidamente por la planta, aprovechando la síntesis de proteínas, ahorrando gran cantidad de energía la que se concentra en el incremento de la producción (Guerrero, 2006).

Este mismo autor plantea que los aminoácidos libres actúan incrementando determinadas expresiones metabólicas y/o fisiológicas de las plantas, tales como el desarrollo de diferentes órganos como raíces y frutos e incentivan la fotosíntesis y reducen los daños causados por stress (fitosanitarios, enfermedades, frío, calor, toxicidad, sequías, etc.), eliminando así las limitaciones del crecimiento y el rendimiento. De igual manera potencian la defensa natural de las plantas antes y después del ataque de patógenos, 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, así como la síntesis biológica de hormonas como las auxinas, giberelinas y citoquininas. Todos estos beneficios influyen directamente en el incremento de los rendimientos como expresión final del ciclo de los cultivos.

Por otra parte según Dibut (2009) un bioestimulador es el producto que contiene células vivas o latentes de cepas microbianas, previamente seleccionadas, que se caracterizan por producir sustancias fisiológicamente activas (auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos, péptidos y vitaminas) que al interactuar con el sistema planta desencadenan diferentes eventos metabólicos en función de estimular el crecimiento, desarrollo y rendimiento de cultivos económicos.

Estos resultados coinciden con Meléndrez y Expósito (2013) que obtuvieron mayor rendimiento en los tratamientos con VIUSID agro que en el Control con diferencias significativas entre ellos. El mejor comportamiento lo alcanzaron con la aplicación semanal de VIUSID agro 0.07 L ha^{-1} .

Peña *et al.* (2014 c) en el cultivo del frijol evaluaron tres intervalos de aplicación (semanal, cada 14 y 21 días) y usaron en este ensayo la dosis de 0.07 L ha^{-1} . Los resultados fueron beneficiosos en el rendimiento productivo donde las tres variantes superaron al control con diferencias significativas y el mejor comportamiento fue el semanal con un rendimiento final de 2.98 t ha^{-1} , aunque el tratamiento con la aplicación cada 21 días (2.39 t ha^{-1}) superó igualmente al control (1.18 t ha^{-1}).

También coinciden con Peña *et al.* (2014d) que en el cultivo del tomate en Jatibonico, Sancti Spíritus, Cuba aplicaron diferentes dosis de VIUSID agro y obtuvieron un rendimiento de 11.04 t ha^{-1} , 2.78 t ha^{-1} que el tratamiento control lo que significó un incremento de 33.72 %.

Peña *et al.* (2014a) usaron VIUSID agro con diferentes frecuencias (7, 14 y 21 días) en el cultivo del tomate en Cabaiguán, obtuvieron un incremento en el rendimiento agrícola y el mejor comportamiento fue el de la aplicación semanal de la dosis de 0.07 L ha^{-1} con la que alcanzaron un rendimiento de 8.75 t ha^{-1} a pesar de las altas temperaturas registradas en esa campaña.

Peña *et al.* (2014b) en el cultivo del tomate con la aplicación foliar del VIUSID agro con diferente dosis obtuvieron el mejor comportamiento del rendimiento (17.2 t ha^{-1} vs 10.84 t ha^{-1} tratamiento control) con la aplicación de 0.07 L ha^{-1} semanalmente en Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba.

Estos resultados coinciden con Peña *et al.* (2014 c) quienes aplicaron el VIUSID agro foliarmente en el cultivo del frijol y alcanzaron un incremento de los rendimientos superior al 30 % en todas las variantes con respecto al control.

Peña *et al.* (2014 a) en el cultivo del frijol realizaron la inmersión de la semilla al 0.02 % durante tres horas y luego la aplicación foliar del producto con diferentes intervalos y lograron incremento de los rendimientos como promedio de las tratadas con el producto con respecto al control de 1.93 t ha^{-1} .

5. Conclusiones



- El promotor del crecimiento activado molecularmente VIUSID agro favoreció el comportamiento productivo del cultivo de frijol. El mejor comportamiento fue alcanzado con la dosis de 0.07 L ha^{-1} .

6. Recomendaciones



- ❖ Usar la dosis de 0.07 L ha^{-1} del promotor del crecimiento activado molecularmente VIUSID agro en el cultivo del frijol variedad Quivicán.

7. Bibliografía



- Agrares, I. (2008). Aminoácidos Agrares 7. Extraído el 22 de marzo 2014 desde: <http://www.agreres.com/.../aminoacidos.../aminoacido.../aminoacido%20agres%207%20hidrolisis%20enzimaticapdf>
- Araya, C. M. (2003). Coevolución de interacciones hospedante - patógeno en frijol común *Fitopatología Brasileña*, 28 (3). 10-22.
- Argenbio, (2007). Composición de las células. Extraído el 22 de marzo 2014 desde <http://www.argenbio.org/index/php?action=novedadesnote=167>
- Baudoin, J. P. y 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.
- Beebe, S.E., Skroch, P.W., Tohme, J., Duque, M.C., Pedraza, F. & Nienhuis, J. (2000). Structure of genetic diversity among common bean landraces of Middle American origin based on correspondence analysis of RAPD. *Crop Science* 40, 264-273.
- Bietti, S. y Orlando, J. (2003). *Nutrición vegetal; insumos para cultivos orgánicos*. Accesado el 20 de abril de 2004. 256 pp.
- Blanco, A. (2007). *Química biológica*. Buenos Aires, Argentina. 8va edición, Editorial, El Ateneo pp. 22-26.
- Cabrera, C. (2007). Se puede vivir en Ecopolis. Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre, Cuba. 20 ed. Ecuador: p. 8-11.
- Carbó, C. (2009). Aminoácidos en la planta. Extraído el 22 de marzo 2014 desde <http://www.ccarbo.com/descargar/fichas%20tecnicas/bio%20plant%20%amin%20alpha.pdf>.
- Castillo, A. (2004). Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. Extraído el 25 de diciembre 2014 desde <http://www.inia.org.uy>
- Catalysis. (2013). Datos técnicos de VIUSID agro. Ficha técnica.
- Catalysis. (2014). VIUSID agro, promotor del crecimiento. Extraído el 20 de marzo 2014 desde <http://www.catalysisagrovete.com>

- Celis, V. R., Peña, V. C. B., Luna, C. M., Aguirre, R. J. R., Carballo, C. A. y Trejo, L. C. (2008). Variabilidad morfológica seminal y del vigor inicial de germoplasma mejorado de frijol. *Agronomía mesoamericana*, 19 (2), 179-193.
- Cervantes, M. (2007). Abonos orgánicos. Extraído el 22 de marzo 2014 desde <http://www.suelovivo.cl/documentos/abonosorganicos.pdf>
- 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 no publicada. Universidad de Sancti Spíritus José Martí. Departamento de agronomía. Cuba.
- Dibut, A. B. (2009). Biofertilizantes como insumos en agricultura sostenible. Ciudad de La Habana, Cuba. Primera edición. Editorial Universitaria. 113 pp.
- Engleman, E. M. (1991). Antecedentes; en E. Mark Engleman (Editor), Contribuciones al conocimiento de frijol (*Phaseolus*) en México, Colegio de Postgraduados, Chapingo Mex, pp. 15–18.
- Espasa, R. (2007). La fertilización foliar con aminoácidos. Extraído el 22 de marzo 2014 desde <http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revista/pdfhort/hort1983123335.pdf>
- FAO. (1998). World Reference Base for Soil Resources. Roma: FAO.
- FAO. (2008). Base de datos estadísticos. Extraído el 26 de septiembre de 2008 desde <http://www.fao.org>.
- Fuentes, N. F. E., Abreu, H. E. E., Fernández, P. E. y Castellanos, S M. (1999). Experimentación agrícola. La Habana, Cuba. Ed. Félix Varela. 225pp.
- González, A. (2001). Prevención y tratamiento antitumoral, antiviral y de otras enfermedades degenerativas. Departamento científico Catálisis S.L. Madrid, España.
- Guerrero. CH. A. H. (2006). Efecto de tres bioestimulantes comerciales en el crecimiento de los tallos de proteas, (leucadendronsp cv. Safari Sunset). Extraído el 5 de febrero 2014 desde <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/190/2/03%20AGP%2024%20DOCUMENTO%20DE%20TESIS.pdf>
- 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 no publicada. Universidad de Sancti Spíritus José Martí. Departamento de agronomía. Cuba.

- Herrera, F. T. S., Cárdenas, S.E., Ortiz, C. J., Acosta, G. J. A. y Mendoza, C. M. (2005) «Anatomía de la vaina de tres especies del género *Phaseolus*». *Agrociencia*, 39 (6). 595–602.
- ITESM. (2004). Diagnóstico nacional y estatal sobre problemática y perspectivas de la producción de frijol en los estados de Sinaloa y Zacatecas, FAO–SAGARPA. México. 81 p.
- Jacinto, H. H. C., Hernández, S. H. S., Azpiroz, R. J. A., Acosta G. y Bernal, I. L. (2002). «Caracterización de una población de una población de líneas endogámicas de frijol común por su calidad de cocción y algunos componentes nutrimentales», *Agrociencia*, 36 (4), 451–459.
- López, C. 2009. Juvenilidad y rejuvenecimiento de plantas cultivadas in vitro. Extraído el 27 de diciembre 2014 desde <http://www.encuentros.uma.es/encuentros27/27juvenil.html>
- Meléndrez, J. F. y 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. y 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. y 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. y 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. y Maceda, O. L. M. (2013). Utilización de VIUSID agro, Bayfolánforte y FitoMas-E en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en el municipio de Taguasco. Manuscrito no publicado.
- Meléndrez, J. F. y 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. Extraído el 28 de marzo 2014 desde <http://www.uvademesa.cl/ARCHIVOS%20pdf/aminoacidosHMDJJASAAbril04.pdf>
- Miklas, N.P., Kelly, J. D, Beebe, S. E. & Blair, M. W. (2006). Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical to MAS breeding. *Euphytica*, 147, 105–131.
- MINAG. (2010). Ministerio de la Agricultura. Guía técnica del cultivo del frijol común. 12p.
- Miranda, C. I. (2011). Estadística aplicada a la Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba. Centro Nacional de Sanidad agropecuaria, 173 p.
- Molina, E., Soto, G. y Méndez, G. (2003). Quelatos como fertilizantes en editores. Taller de abonos orgánico. CATIE, Sabanilla, Costa Rica pp.6-8.
- Morales, O. R. J. (2014). Micropropagación de anturio (*anthurium andreanum* Lind.) en un sistema de inmersión temporal mediante organogénesis indirecta a partir de secciones de hoja. Tesis en opción al título de ingeniero en Biotecnología. Departamento de ciencias de la vida y la agricultura. Universidad de las Fuerzas Armadas. Sangolquí. Ecuador. Extraído el 27 de diciembre 2014 desde <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/831>.
- ONE. (2010). Producción agrícola por cultivos seleccionados de la agricultura nocañera. Sector no estatal. Anuario estadístico de Cuba, diciembre 2010, nº 3.
- ONE. (2011). Producción agrícola por cultivos seleccionados de la agricultura nocañera. Sector no estatal. Anuario estadístico de Cuba, diciembre 2011, nº 3.
- Ortiz, R., Ríos, H., Ponce, M. y Verde G. (2006). El mejoramiento participativo. Mecanismo para la introducción de variedades para la producción alimenticia en fincas y cooperativas agrícolas. *Centro Agrícola*, 33 (3), 12-22.
- Paredes, L. O., Guevara, L. F. y Bello, P. L. A. (2006). Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas, Fondo de Cultura Económica, 205 p.
- Peña, C. K. Rodríguez, F. J. C; Meléndrez, R. J. F. (2013). Efecto del VIUSID agro en la germinación del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y el crecimiento de las plántulas en condiciones in vitro. Manuscrito presentado para publicar.
- Peña, C. K., Meléndrez, J. F. y Rodríguez, F. J. C. (2014 e). Comportamiento de la germinación y la producción del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ante la aplicación de

un promotor del crecimiento activado molecularmente. Manuscrito presentado para publicación.

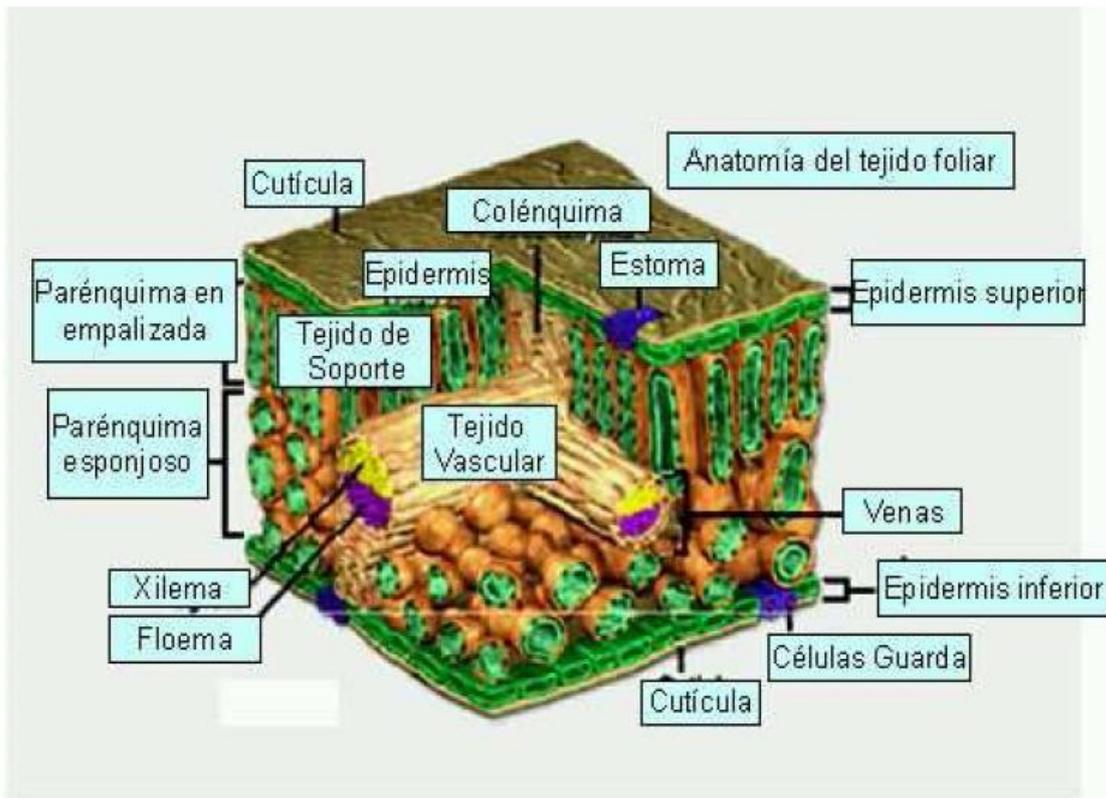
- Peña, C. K., Rodríguez, F. J. C., Meléndrez, R. J. F., Álvarez, M. R. E. (2014b). Comportamiento agroproductivo del cultivo del tomate (*Solanumlycopersicum* L) con diferentes dosis de VIUSID agro en Cabaiguán, Sancti Spíritus. Manuscrito no publicado.
- Peña, C. K., Rodríguez, F. J. C., Meléndrez, R. J. F y Álvarez, C. N. (2014c). Comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes frecuencia de aplicación del VIUSID agro en Sancti Spíritus, Cuba. Manuscrito no publicado.
- Peña, C. K., Rodríguez, F. J. C., Meléndrez, R. J. F y Pérez, G. D. (2014a). Comportamiento agro productivo del cultivo del tomate (*Solanumlycopersicum* L) con diferentes frecuencia de aplicación del VIUSID agro en Cabaiguán, Sancti Spíritus. Manuscrito no publicado.
- Peña, C. K., Rodríguez, F. J. C., Meléndrez, R. J. F. y Tosca, P. T. (2014d).Comportamiento agroproductivo del cultivo del tomate (*Solanumlycopersicum* L.) con diferentes dosis de VIUSID agro en Jatibonico, Sancti Spíritus. Manuscrito no publicado.
- Peña, E. (2002). Producción de abonos orgánicos para la agricultura urbana. Compost.Lombricultura. La Habana, Cuba. Plegable. ACTAF.
- Pérez, J. (2006). Cultivo *in vitro* de plantas y sus aplicaciones en agricultura. Santa Cruz de Tenerife: ARTE Comunicación Visual S. L.
- Pérez. H. P., Esquivel E. G., Rosales S. R. y Acosta G. J. A. (2002). «Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano sub-húmedo de México», Rev. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 52 (2), 172–180.
- Quintero, F. E., Gil, D. V., Ríos, L. H., Martínez, C. M. y Díaz C. M. (2006). El fitomejoramiento participativo del frijol y su impacto en la introducción de caracteres positivos a los sistemas agrícolas de Villa Clara. *Centro agrícola*, 33 (3), 41-46.
- Raad, M., Zanjani, S., Shoor, M., Hamidoghli, Y., Sayyad, A., Kharabian, A.&Kaviani, B. (2012). Callus induction and organogenesis capacity from lamina and petiole explants of *Anthuriumandreanum* Linden (Casino and Antadra). *Australin Journal of Crop Science*, 6(5), 928-937.

- Reyes, R. E. Padilla, B. L. E., Pérez V. O. y López, J. P. (2008). Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. *Investigación Científica*, 4 (3) ,1-21.
- Roca, W. y Mroginski, L. 1993. Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones. Cali: Roca, W., Mroginski, L.
- Rodríguez, L. y Fernández, X. (2004). Los frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.) una contribución a la dieta en Costa Rica. Costa Rica: *Agronomía Mesoamericana*, 36 (3), 3-10.
- Rodríguez, O., Chaveco, O., Ortiz, R., Ponce M., Ríos H., Miranda, S., Días, O., Portelles, Y., Torres, R. y Cedeño L. (2009). Evaluación del comportamiento de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a la sequía, en condiciones de riego y sin riego, e incidencia de enfermedades. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 13 (38), 17 – 26.
- Ronen, E. (2010). Fertilización foliar otra forma exitosa de nutrir a las plantas. Extraído el 22 de marzo de 2014 desde <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20foliar%20%20Otra%20forma%20exitosa.asp>
- Salgado, J. (2007). Cultivo *in vitro* de *Anthurium andreaeanum*. Monografía. Universidad Tecnológica de Pereira. Extraído el 27 de diciembre 2014 desde <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/831>.
- Salinas, M. Y., L. Rojas, H. L., E. Sosa, M. y P. Pérez, H. (2005). «Composición de antocianinas en variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivadas en México», *Rev. Agrociencia*, 39 (4), 385–394.
- Sanz, E. (2014). Activación molecular. Departamento de científico laboratorios Catalysis.
- Serrano J. y Goñi. I. (2004). Papel del frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en el estado nutricional de la población guatemalteca. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54 (1), 36–46.
- 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. Extraído el 20 de mayo 2014 desde <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3762/1/CD-3535.pdf>
- Smith, R. (2000). Plant tissue culture: techniques and experiments. Second edition. Academic Press.

- 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.
- Solano, C. F., Díaz, R. R., Jacinto, H. C., Aguirre, A. L. y Huerta, de la P. A. (2009). Prácticas agrícolas, descripción morfológica, proteínica y culinaria del grano de cultivares de frijol sembrados en la región de Tlaxcala, Guerrero. *Ra Ximhai*, 5 (2), 187 -199.
- Soriano, B. E. L. (2006). El uso del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) como planta medicinal. Tesina del Diplomado de Tlahui-Educa. Medicina Tradicional de México y sus Plantas Medicinales. 46pp.
- Tecsol. (2003). Aminoácidos. Tecsol, Bogotá, Colombia. Extraído el 2 de marzo de 2013 desde <http://www.tecsol@007mundo.com>
- Voysset, V. O. (2000). Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Centro Americano de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 195 p.
- Voysset, V. O. (1983). Variedades de frijol en América Latina y su origen, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 86 p.

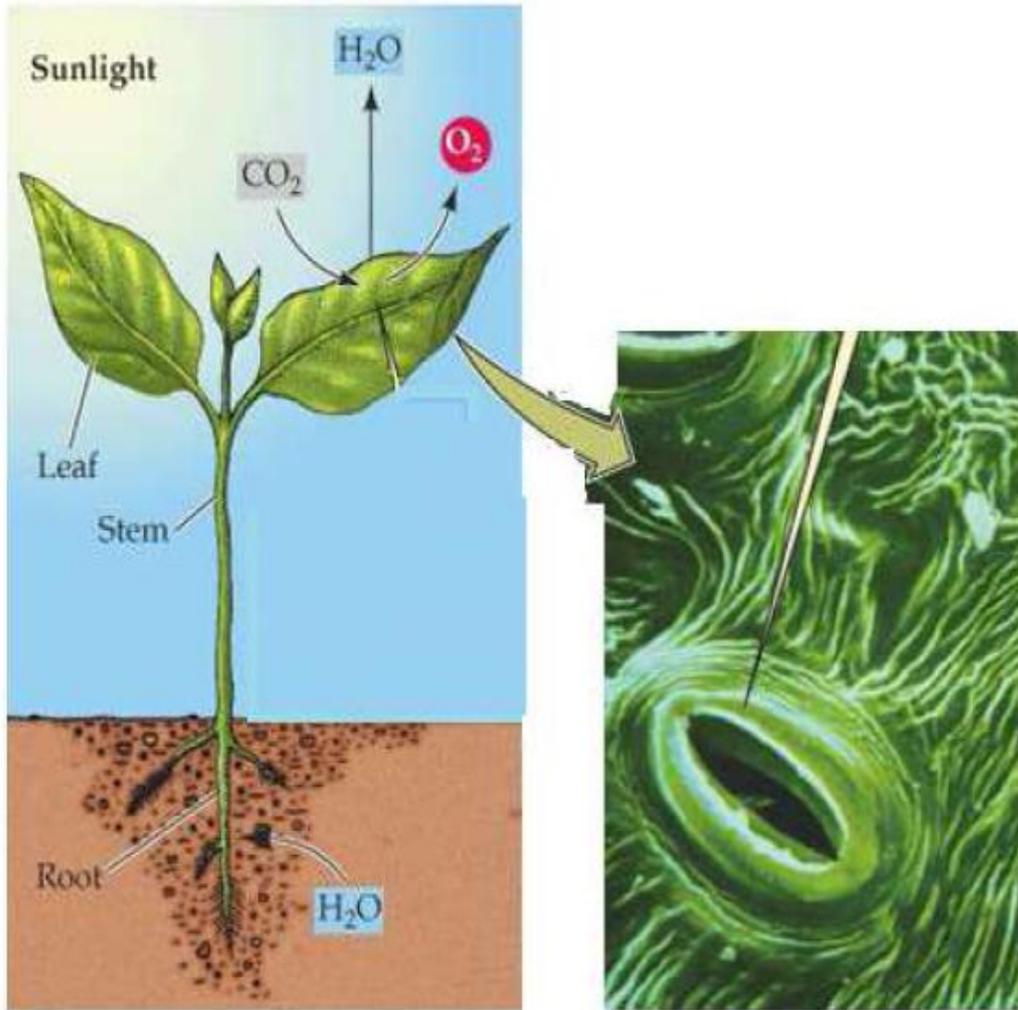


Anexo 1. Estructura interna de la hoja.



Fuente: (Ronen, 2010).

Anexo 2: Apertura de los estomas en la planta.



Fuente: (Ronen, 2010).

Anexo 3: Ubicación geográfica de los principales hallazgos de frijol común.



Fuente: (Reyes *et al.*, 2008).