



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



Trabajo de Diploma

*Efectos del promotor del crecimiento VIUSID agro
en el comportamiento productivo del frijol
(Phaseolus vulgaris L.) y la calidad de las semillas*

Autor: César Danilo Valle Expósito

Sancti Spíritus, 2018



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



Trabajo de Diploma

*Efectos del promotor del crecimiento VIUSID agro
en el comportamiento productivo del frijol
(Phaseolus vulgaris L.) y la calidad de las semillas*

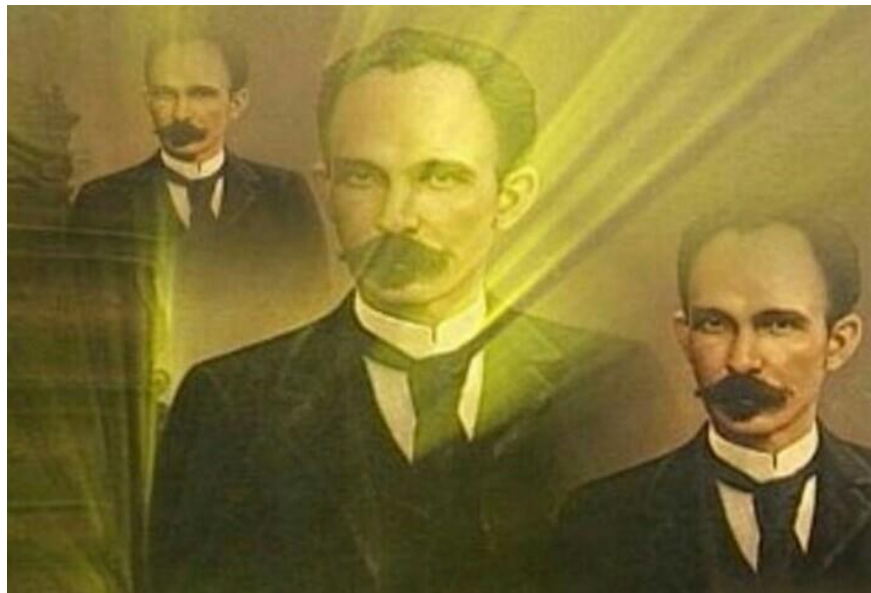
Autor: César Danilo Valle Expósito

Tutora: MSc. Kolima Peña Calzada

Sancti Spíritus, 2018

“La tierra es la gran madre de la fortuna, labrarla es ir derechamente a ella. La tierra es perpetua; séanlo las fuerzas que a vivir en la tierra se apliquen”

José Martí



A mis padres y hermano, por sus condiciones excepcionales que los convierten en grandes tesoros de mi vida.

A mis abuelos, tías y tíos, que con su amor me han ayudado a crecer y formarme durante toda la vida.

A todos los que dieron un voto de confianza a mi favor.

A todos ellos está dedicada esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

A Kolima Peña Calzada, mi tutora, por permitirme durante varios años, ser partícipe de su sabiduría, llevando en su mano de maestra ejemplar la combinación de la exigencia y el afecto. Gracias por su paciencia, por enseñarme el sacrificio y, a la vez, el placer que encierra el crecimiento profesional.

A mis padres, por saber conducirme por la senda del bien, por demostrarme que el empeño diario es condición indispensable para el triunfo y por brindarme a cada instante su ayuda incondicional.

A mi hermano, por el espacio siempre reservado en su corazón y por apoyarme siempre.

A Dali mi gran amor, por su apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado, dispuesta a ayudarme en lo que necesité.

A la Revolución por brindarme la oportunidad de ser un profesional.

SÍNTESIS

Para evaluar el efecto de un promotor de crecimiento en el comportamiento productivo y la calidad de la semilla del frijol, se realizaron dos experimentos de campo y dos en condiciones controladas. En los experimentos de campo se usó el diseño de cuadrado latino con cuatro tratamientos: control, 0,5; 0,8 y 1,0 L ha⁻¹ y se evaluaron los componentes del rendimiento. En los experimentos en condiciones controladas se usaron semillas provenientes de los ensayos anteriores, en un diseño completamente aleatorizado con los tratamientos mencionados. Se evaluó la germinación de la semilla y el crecimiento de las plántulas. En los experimentos de campo el producto tuvo efecto estimulante en la producción y los mayores rendimientos se alcanzaron con las variantes de 0,8 y 1,0 L ha⁻¹ en el 1, con valores de 3,09 y 3,02 t ha⁻¹ y en el 2 el tratamiento con mejor comportamiento fue el de 1,0 L ha⁻¹ con rendimiento de 2,07 t ha⁻¹. En la germinación hubo diferencias significativas entre las variantes solo en la primera evaluación a los tres días posteriores a la siembra y el mejor comportamiento en el crecimiento de las plántulas y en la producción de materia seca fue del tratamiento con semillas de la dosis de 0,5 L ha⁻¹ en el experimento 1, en el dos el comportamiento entre las variantes fue similar. Por lo que el VIUSID agro favoreció el comportamiento productivo del frijol y no afectó la germinación posterior de las semillas, ni el crecimiento inicial de las plántulas.

In order to evaluate the effect of a growth promoter on the productivity performance and seed-quality in bean crops, two experiments were carried out, one in the field and one under controlled conditions. In the field experiments, a Latin square design was used for four treatments: control, 0,5 ; 0,8 and 1,0 L ha⁻¹, where yield components were evaluated. The seeds used in the controlled conditions experiment were from prior trials, in a totally randomized design, at the dosages mentioned above. Seed germination and seedling growth were evaluated. In the field experiments, the product had a stimulating effect on the production. The highest yields were reached with the 0,8 and 1,0 L ha⁻¹ dosages in number 1, with values of 3,09 and 3,02 t ha⁻¹, and in number 2, the treatment with the best results was 1,0 L ha⁻¹, with a yield of 2,07 t ha⁻¹. In germination, there were significant differences between the variants only in the first assessment at three days after planting. The best performance in seedling growth and in dry matter production was the treatment with seeds from the 0,5 L ha⁻¹ dosage in experiment 1; in number 2, performance among variants was similar. Thus, VIUSID agro improved the bean's productive performance and did not affect later seed germination nor initial seedling growth.

| CONTENIDOS | Pág. |
|--|-------------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 1.1 Características del VIUSID agro | 4 |
| 1.1.2 Activación molecular | 5 |
| 1.1.3 Constituyentes minerales | 5 |
| 1.1.4 Vitaminas y aminoácidos | 5 |
| 1.1.5 Reguladores de crecimiento | 6 |
| 1.1.6 Los aminoácidos | 8 |
| 1.1.7 Acción específica de algunos aminoácidos (que forman parte del VIUSID agro) en la planta | 8 |
| 1.1.8 Efectos de la aplicación de aminoácidos sobre las plantas | 9 |
| 1.1.9 Beneficios de la aplicación de productos que contenga aminoácidos | 10 |
| 1.1.10 Mecanismos de asimilación de los nutrientes en la planta vía foliar | 10 |
| 1.1.11 Limitaciones de la aplicación foliar | 11 |
| 1.2 Investigaciones pioneras realizadas en Cuba con el uso del VIUSID agro | 12 |
| 1.3 Taxonomía del Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) | 13 |
| 1.3.1 Origen | 13 |
| 1.3.2 Distribución | 14 |
| 1.3.3 Domesticación del frijol común | 14 |
| 1.3.4 El frijol importancia | 16 |
| 1.3.5 Propiedades nutritivas y usos del frijol | 18 |
| 1.3.6 Rendimientos en Cuba | 19 |
| CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS | 20 |
| 2.1 Generalidades de los experimentos en campo | 20 |
| 2.1.2 Diseño experimental, forma de aplicación y tratamientos | 20 |
| 2.1.3 Indicadores | 21 |
| 2.2 Calidad de la semilla | 21 |

| | |
|--|----|
| 2.2.1 Diseño experimental | 22 |
| 2.2.2 Tratamientos | 22 |
| 2.2.3 Indicadores | 22 |
| 2.3 Estadística | 23 |
| CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 24 |
| 3.1 Efecto de los tratamientos en las legumbres por planta granos por planta y la masa de 100 granos | 24 |
| 3.2 Efecto de los tratamientos en la producción por planta y el rendimiento agrícola | 26 |
| 3.3 Efecto de los tratamientos en la germinación de la semilla | 30 |
| 3.4 Efecto de los tratamientos en el crecimiento de las plántulas | 32 |
| 3.5 Efecto de los tratamientos en la masa fresca, seca y la materia seca | 33 |
| CONCLUSIONES | 35 |
| RECOMENDACIONES | 36 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | |
| ANEXOS | |

Varios investigadores mediante herramientas moleculares enfatizan el origen Mesoamericano de *P. vulgaris* (Mensack *et al.*, 2010; Nanni *et al.*, 2011; Bitocchi *et al.*, 2013) y según Solano *et al.* (2009) este ha sido consumido desde la época prehispánica hasta nuestros días. Forma parte esencial de la alimentación en el mundo y principalmente en el Continente Americano.

Este grano desempeña un papel significativo en la seguridad alimentaria y nutricional en las poblaciones de escasos recursos económicos en América Latina, porque provee de aminoácidos esenciales y cantidades importantes de hierro y zinc al ser humano (Broughton *et al.*, 2003).

En particular las poblaciones de frijol, presentan amplia riqueza genética desarrollada y conservada por generaciones de agricultores, asociada con el conocimiento tradicional, y con potencial de producción en condiciones adecuadas de cultivo (Hernández *et al.*, 2013). Sin embargo en la mayoría de las zonas productoras de este grano 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.

En Cuba, la producción del frijol es baja, debido a diversos factores como la poca disponibilidad de insumos, el mercado, los problemas fitosanitarios y el uso de semillas inadecuadas (Ortiz *et al.*, 2006). La superficie cultivada de este grano en el año 2014 fue de 129 991 ha las que produjeron 131 845 t, con un rendimiento promedio de 1,01 t ha⁻¹ Anuario Estadístico de Cuba (ONE, 2016).

La agricultura cubana tiene entre sus objetivos principales, lograr incrementos en la producción de granos en general y de frijol negro en particular, por ser el de mayor demanda en la población. De no disponer de una producción nacional de este grano en las cantidades que se requieren para satisfacer la demanda, el país deberá importar más de 400 000 toneladas anuales, que representa una erogación a los precios actuales, de unos 70-80 millones de dólares aproximadamente (Hernández *et al.*, 2012).

Por otra parte según Badstue *et al.* (2006) las semillas son insumos básicos en los sistemas de producción agrícola. En zonas de agricultura marginal el autoabastecimiento puede alcanzar hasta

el 90 % de las que necesitan los agricultores. En este sentido Hermann *et al.* (2009) plantean que en las regiones estudiadas de Cuba se encontró que en un 90 % los agricultores se abastecen con su propia semilla en el cultivo del frijol.

Una alternativa para el incremento de la producción de este grano y el mejoramiento de la calidad de la semilla, es el uso de promotores del crecimiento que no sean agresivos al ambiente ni a las personas. Un producto con estas características pudiera ser el VIUSID agro que en su formulación contiene ácido málico, glicirricinato monoamónico, aminoácidos, vitaminas y minerales, todos previamente sometidos a un proceso biocatalítico de activación molecular.

Este promotor del crecimiento se ha evaluado en diferentes cultivos. Se hallaron estudios donde el producto benefició el incremento de la producción; uno de estos fue el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) donde favoreció las vainas y los granos por planta, así como el rendimiento (Meléndrez *et al.*, 2015 y Peña *et al.*, 2015 a). También Peña *et al.* (2015 b) obtuvieron incrementos en la calidad de las hojas de los anturios (*Anturium andreanum* Lind.) y el inicio de la floración. Se encontró además que el VIUSID agro favoreció la germinación de la semilla (Peña *et al.*, 2015 c), la producción de tomates (*Solanum. Lycopersicum* L.) Peña *et al.* (2016) y los rendimientos en maíz (*Zea mays* L.) (Meléndrez *et al.*, 2016 a y Atta *et al.*, 2017).

Sin embargo, los estudios aún son insuficientes, partiendo de que las réplicas con diferentes especies, variedades y repeticiones en el tiempo, son un requisito en la investigación agropecuaria (Fuentes *et al.*, 1999).

Problema científico

¿Cuál será el efecto de dosis del promotor del crecimiento VIUSID agro en el comportamiento productivo y la calidad de las semillas obtenidas de plantaciones tratadas, en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)?

Hipótesis

La aplicación foliar de dosis del promotor del crecimiento VIUSID agro favorecerá el comportamiento productivo del cultivo del frijol y la calidad de la semilla obtenida de plantaciones tratadas.

Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación foliar del promotor del crecimiento VIUSID agro en el comportamiento productivo y la calidad de la semilla obtenida de plantaciones tratadas, en el cultivo del frijol (*P. vulgaris*).

Objetivos específicos

Evaluar el efecto de la aplicación foliar del promotor del crecimiento VIUSID agro en el comportamiento productivo del cultivo del frijol (*P. vulgaris*).

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de este producto en la calidad de la semilla obtenida de plantaciones de frijol (*P. vulgaris*) tratadas con VIUSID agro.

1.1 Características del VIUSID agro

Según Catalysis (2014) 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 ("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: 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 cinc: 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.

1.1.2 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, alteras 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.

1.1.3 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).

1.1.4 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).

1.1.5 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. 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 quinetina (6-furfurilaminopurina) en 1956 seguido de la zeatina en 1963. Actualmente se conocen muchos compuestos naturales y sintéticos con actividad citoquímica 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 10 mg L, dependiendo del tejido (Roca y Mroginski, 1993). Según Raad *et 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 1,0 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).

1.1.6 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).

1.1.7 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.

1.1.8 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).

1.1.9 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.

1.1.10 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 rociado que esté basado en agua.

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.

1.1.11 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.

1.2 Investigaciones pioneras realizadas en Cuba con el uso del VIUSID agro

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 cada 5 litros de agua, tuvo la mayor influencia se manifestó un adelanto considerable en el ciclo del cultivo.

Cabrera (2013) evaluaron tres soluciones 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 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 5 litros de agua, manifestó el mejor efecto sobre los parámetros evaluados con diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

Hernández. (2013) utilizando de tres soluciones de VIUSID agro en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* 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.

Maceda (2013) utilizando VIUSID agro, Bayfolánforte 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 control. El tratamiento con VIUSID manifestó su mayor efecto a partir de la cuarta aplicación.

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; 1,0 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.* (2015 c) 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 % favoreció la velocidad de germinación y el crecimiento de las plántulas.

1.3 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: *Magnoliopsida*

Subclase: *Rósidas*

Orden: *Phabales*

Familia: *Phabaceae*

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

1.3.1 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 (9 000 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. 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».

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).

1.3.2 Distribución

El frijol (*P. vulgaris*) 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 transcurre en ambientes muy contrastantes (Quintero *et al.*, 2006).

1.3.3 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.

1.3.4 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).

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 las 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 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.

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 % 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 micro-nutrientes (particularmente ácido fólico y magnesio) como por su alto contenido de fibra, aminoácidos azufrados, taninos, fitoestrógenos y aminoácidos no esenciales (Rodríguez y Fernández, 2004).

1.3.5 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.

1.3.6 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 (2016), relacionados con el sector agropecuario, más del 90 % de la producción de frijol provenía del sector no estatal.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Generalidades de los experimentos en campo

El experimento 1 se realizó la Cooperativa de Créditos y Servicios Alfredo Ferrer en el municipio de Cabaiguán, provincia Sancti Spíritus, Cuba, Altitud: 133 msnm, (22° 04' 44" N y 079° 29' 57" O), en un suelo Cambisol según la Base de Referencia Mundial para los Recursos de la Tierra, siglas en inglés, WRB (2014). La siembra fue el 3 de octubre de 2014 con un marco de plantación de 0,60 x 0,10 m y la cosecha el 18 de enero de 2015. Las variables climáticas durante el experimento fueron registradas por la Estación Provincial de Sancti Spíritus, la temperatura fue de 23,0 °C, la humedad relativa de 83,0 % y la precipitación pluvial de 65,4 mm. Las semillas para la siembra en ambos experimentos fueron proporcionadas por el propio productor y proveniente de la campaña anterior y la variedad utilizada fue BAT- 304.

El experimento 2 se ubicó en la Finca Municipal "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 Spíritus (22°19'49" LN y 79°14'13" LO), en un suelo Fluvisol, WRB (2014). La siembra fue el primero de marzo de 2015 con un marco de plantación entre plantas de 0,60 x 0,10 m y la cosecha el 10 de mayo 2015. Las variables climáticas durante el experimento fueron registradas por la Estación Provincial de Sancti Spíritus, la temperatura fue de 25,4 °C, la humedad relativa de 70,0 % y la precipitación pluvial de 40,1 mm.

Para la selección del área, la preparación de suelo, siembra, fertilización, riego y el control de plagas se siguieron las normas técnicas del cultivo del frijol (MINAG, 2010).

2.1.2 Diseño experimental, forma de aplicación y tratamientos

El diseño experimental en ambos experimentos fue el cuadrado latino con 4 tratamientos (Fuentes *et al.*, 1999). Las parcelas fueron de 16 m² para un área experimental de 576 m², la defensa interna por parcelas fue de 0,5 m² y el área de cálculo de 9 m² (anexo, 1)

Se evaluaron en cosecha 10 plantas por parcelas escogidas al azar en el área de cálculo, para un total de 40 plantas por tratamientos. La aplicación foliar fue en horas de la mañana y se usó un aspersor foliar de espalda con capacidad de 16 litros.

La composición del promotor del crecimiento evaluado g/100 mL

| Composición | % | Composición | % |
|----------------------|----------|-------------------------|----------|
| Fosfato Potásico | 5 | Pantotenato Cálcico | 0,115 |
| Ácido Málico | 4,6 | Piridoxal | 0,225 |
| Glucosamina | 4,6 | Ácido Fólico | 0,05 |
| Arginina | 4,15 | Cianocobalamina | 0,0005 |
| Glicina | 2,35 | Glicirricinatomoamónico | 0,23 |
| Ácido Ascórbico | 1,15 | Benzoato Sódico | 0,2 |
| Sulfato de Zinc | 0,115 | Sorbato Potásico | 0,2 |
| Agua destilada c.s.p | 100 mL | | |

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

Los tratamientos fueron: control, VIUSID agro (0,5; 0,8 y 1,0 L ha⁻¹). La primera aplicación fue 25 días posteriores a la siembra, la segunda al inicio de floración (10 % de las plantas en esta fase) y la tercera en la formación de las legumbres (10 % de las plantas en esta fase).

2.1.3 Indicadores

Las variables evaluadas fueron: legumbres por planta, granos por planta, masa de 100 granos, producción por planta (g) y rendimiento agrícola (t ha⁻¹).

Para la masa de 100 granos (g) se tomaron cuatro muestras de 100 granos por parcela y se determinó su masa con una balanza digital Sartorius, con precisión de $\pm 0,01$ g (anexo, 2). El rendimiento agrícola (t ha⁻¹) se obtuvo por el método indirecto (Fuentes *et al.*, 1999).

2.2 Calidad de la semilla

Luego de la cosecha y del secado de los granos para evaluar el efecto que pudiera tener este producto en algunos parámetros de la calidad de la semilla, se realizaron dos experimentos independientes bajo condiciones controladas con semillas provenientes de los ensayos anteriores. La temperatura promedio durante los experimentos fue de 21,7 °C y la humedad relativa de 77 %.

2.2.1 Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente aleatorizado donde se plantaron 400 semillas por tratamiento (ISTA, 1999). Se distribuyeron en placas de Petri de 14,5 cm de diámetro y 2,8 cm de alto en las que se añadió 1,8 cm de arena esterilizada. Para la siembra se humedeció la arena con agua destilada hasta la capacidad de campo. Se colocaron 25 semillas por placas distribuidas homogéneamente y se cubrieron con una capa de arena de 1,0 cm (anexo, 3). Se aplicó agua en forma de rocío 15 mL diariamente a las 8:00 am y a las 5:00 pm. Se colocó el experimento donde recibiera luz pero no la incidencia directa de los rayos del sol, previniendo que la arena perdiera humedad (Peña *et al.*, 2015 a).

2.2.2 Tratamientos

Los tratamientos fueron: semillas provenientes del tratamiento control, semillas proveniente de plantas tratadas con VIUSID (0,5; 0,8 y 1,0 L ha⁻¹). Las variables fueron: germinación a los tres, seis y nueve días después de la siembra, longitud del hipocotilo, del epicotilo y de la plántula así como la longitud de la radícula (anexo, 3) y la materia seca (anexo, 4).

2.2.3 Indicadores

El porcentaje de germinación se obtuvo contando las semillas germinadas y calculando el porcentaje. Longitudes del hipocotilo, del epicotilo, de la plántula y la radícula se midieron en todas las plantas por tratamiento con una regla graduada a los nueve días después de la siembra (cm) (Celis *et al.*, 2008). Para la materia seca primeramente se determinó la masa fresca de cada plántula con una balanza digital Sartorius, de precisión de ± 0,01g. Se colocaron de forma independiente en una estufa a 75 °C durante 72 horas y luego se procedió a determinar la masa seca con la balanza. Para el porcentaje de materia seca se usó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{MSm} \cdot 100}{\text{MFm}}$$

Donde: % MS: Porcentaje de masa seca, MSm: Masa seca de la muestra y MFm: Masa fresca de la muestra.

2.3 Estadística

Los datos se procesaron con el uso del paquete estadístico SPSS versión 15.1.0 (2006) para Windows. Para la normalidad se hizo la prueba de Kolmogorov – Smirnov para una muestra y la d'écima de Levene para la homogeneidad de varianzas. Cuando existió normalidad y homogeneidad se realizó un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) y la prueba de rangos múltiples de Tukey cuando ($p \leq 0,05$). La prueba de Kruskal – Wallis y prueba U de Mann – Whitney se aplicó cuando no existía distribución normal de los datos. Se utilizó la prueba de hipótesis para proporciones para la germinación de la semilla con el uso del software MINITAB release 14.12.0 (2003).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Efecto de los tratamientos en las legumbres por planta, granos por planta y la masa de 100 granos.

En la tabla 1 se observa el efecto de los tratamientos sobre las legumbres por planta, granos por planta y la masa de 100 granos en ambos experimentos. En el experimento 1 se aprecia que en las legumbres por planta no hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos donde se aplicó VIUSID agro y sí de ellos respecto al control con incrementos de 8,97; 20,16 y 16,76 % respectivamente. En los granos por planta el comportamiento fue similar, las variantes con el producto difirieron del control y los incrementos fueron de 6,24; 15,06 y 15,77 % respectivamente. En la masa de 100 granos hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos con VIUSID y el control. El mejor comportamiento fue de la dosis de 1,0 L ha⁻¹ con un incremento del 8,70 % respecto a las no tratadas.

Tabla 1: Efecto de los tratamientos en las legumbres por planta, granos por plantas y masa de 100 granos.

| Tratamientos | legumbres/plantas | granos/plantas | masa 100 granos (g) |
|------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Experimento 1 | | | |
| Control | 21,18 ± 4,24b | 120,70 ± 21,31b | 19,30 ± 0,45c |
| 0,5 L ha ⁻¹ | 23,08 ± 4,26a | 128,23 ± 23,07a | 20,12 ± 0,89b |
| 0,8 L ha ⁻¹ | 25,45 ± 4,40a | 138,88 ± 25,37a | 20,59 ± 0,56ab |
| 1,0 L ha ⁻¹ | 24,73 ± 4,80a | 139,73 ± 22,32a | 20,98 ± 1,20a |
| E. S. | 0,626 | 3,491 | 0,128 |
| Experimento 2 | | | |
| Control | 22,10 ± 2,92d | 140,03 ± 19,73d | 18,99 ± 1,34b |
| 0,5 L ha ⁻¹ | 28,40 ± 3,43c | 178,98 ± 24,41c | 20,07 ± 1,31a |
| 0,8 L ha ⁻¹ | 30,83 ± 4,46b | 197,35 ± 30,82b | 19,37 ± 1,25b |
| 1,0 L ha ⁻¹ | 32,85 ± 3,87a | 213,70 ± 26,81a | 19,35 ± 1,51b |
| E. S. | 0,433 | 0,967 | 0,111 |

Medias con letras diferentes en la misma columna difieren para Tukey ($p \leq 0,05$), (media ± desviación estándar).

En el experimento 2, las legumbres por planta del tratamiento donde se aplicó 1,0 L ha⁻¹ de VIUSID agro difirió significativamente ($p \leq 0,05$) del resto de las variantes y tuvo un incremento respecto al control de 48,64 %. Las dosis de 0,5 y 0,8 L ha⁻¹ también tuvieron efecto estimulante con diferencias estadística ($p \leq 0,05$) respecto al control y entre ellas.

En los granos por planta (tabla 1) con la dosis de 1,0 L ha⁻¹ se logró un incremento de 73 granos respecto al control. El resto de las variantes con el producto también difirieron ($p \leq 0,05$) del tratamiento donde no se aplicó VIUSID agro y lo superaron con 38,95 y 57,32 granos por planta respectivamente. La variante con la dosis de 0,5 L ha⁻¹ fue la de mejor comportamiento en la masa de 100 granos y el resto de los tratamientos con el producto no difirieron significativamente del control.

Estos resultados se deben al promotor del crecimiento ya que en su composición tiene diferentes sustancias que influyen positivamente en el incremento de la producción de frutos por planta. Entre estos elementos se encuentra el zinc que se ha reportado por diferentes autores interviene en el cuajado o llenado de los frutos (Catalysis, 2014).

El sulfato de zinc 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).

Sawan *et al.* (2008) en el cultivo del algodón (*Gossypium barbadense* L.) determinaron que la aplicación foliar Zn combinado, provocó un incremento en la producción al aumentar significativamente los frutos y las semillas por planta. Además Cakmak (2008) obtuvo como resultado que la aplicación foliar de zinc solo o combinado, incrementó el contenido de este elemento en los frutos, estimuló el crecimiento de las plantas y el rendimiento de los cultivos.

También algunos aminoácidos son componentes de VIUSID agro y es conocido que estos son bioestimulantes y tienen efectos positivos en el crecimiento de la planta, en el rendimiento y reducen significativamente las lesiones causadas por el estrés abiótico (Kowalczyk y Zielony, 2008).

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.

Se encontró que varios son los autores que han reportado resultados favorables en el incremento de las vainas por planta, granos por vainas y granos por plantas con el uso del VIUSID agro en el cultivo del frijol. Lorenzo (2013) concluyó que este producto actúa como estimulador de la formación de vainas por plantas en el cultivo del frijol. Álvarez (2014) evaluó diferentes intervalos de aplicación de VIUSID agro 7, 14 y 21 días y encontró que con cualquier variante se incrementaron las vainas por planta con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto al control. En los granos por vaina encontró incrementos respecto al control de un 23,0; 21,4 y 22,8 % respectivamente y en los granos por planta el mejor comportamiento fue de la variante semanal.

Fernández (2015) en el cultivo del frijol evaluó el efecto de dosis de VIUSID agro y obtuvo un incremento de las vainas por planta y granos por planta de los tratamientos con el VIUSID agro respecto al control. Sin embargo, en los granos por vainas no encontró diferencias entre las variantes evaluadas.

3.2 Efecto de los tratamientos en la producción por planta y el rendimiento agrícola

La tabla 2 muestra el efecto de los tratamientos en la producción por planta y el rendimiento agrícola. En el experimento 1 la producción por planta fue significativamente mayor con las dosis de 0,8 y 1,0 L ha⁻¹ aunque el tratamiento con 0,5 L ha⁻¹ también tuvo un comportamiento favorable con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto al control.

En el experimento 2 con el tratamiento donde se aplicó 1,0 L ha⁻¹ se logró como promedio una producción por planta de 41,38 g (tabla 2). Esta variante tuvo diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) con el resto de los tratamientos y superó al control en 55,68 %. El resto de las variantes con el producto no difirieron entre ellas pero sí del tratamiento control y tuvieron un incremento como promedio respecto a este de 9,32 y 11,55 g por planta.

Los resultados alcanzados en este indicador pueden estar asociados al efecto del promotor del crecimiento ya aporta aminoácidos libres Catalysis (2014) y 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.

En este sentido se encontró que Solano (2015) en el cultivo del frijol con el uso de la dosis de 1,0 L ha⁻¹ de VIUSID alcanzó un incremento respecto al control de 27,94 % en la producción por planta y no encontró diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en la masa de 100 granos entre las variantes evaluadas. Por su parte Prado (2015) también encontró que el VIUSID agro favoreció significativamente la producción por planta con dosis de 0,07 hasta 1,0 L ha⁻¹ y que la masa de 100 granos también fue estimulada en comparación con el control.

Fernández (2015) con el uso del VIUSID, logró un efecto favorable en el incremento de la producción por planta. El mejor comportamiento lo obtuvo con el tratamiento 0,8 L ha⁻¹. Este superó al control como promedio en 4,96 g por planta lo que representó un incremento del 16,36 %. En esta ocasión la variante 1,0 L ha⁻¹ también tuvo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto al control mientras que la dosis 0,5 L ha⁻¹ no difirió significativamente de este.

Valle y Peña (2016) obtuvieron con el uso del VIUSID agro en el cultivo del frijol un incremento de la producción por planta del 32,5 % de los tratados en relación al control. Estos plantearon que aunque no se logró incrementar la masa de 100 granos si aumentaron los granos por planta y se benefició la producción.

En el rendimiento agrícola, experimento 1, todas las variantes donde se aplicó el VIUSID difirieron estadísticamente del control. No hubo diferencias entre el tratamiento con la dosis de 0,8 L ha⁻¹ y la de 1,0 L ha⁻¹ y ambas superaron al control en 25,61 y 22,76 % respectivamente.

En el experimento 2 se alcanzó el mayor valor promedio con la dosis de 1,0 L ha⁻¹ con un incremento respecto al control de 0,74 t ha⁻¹ lo que representó un aumento de la producción de un 55,64 %. Los tratamientos con la aplicación foliar de 0,5 y 0,8 L ha⁻¹ no difirieron entre ellos y superaron al control en un 35,34 y 43,60 % respectivamente.

Estos resultados en el incremento del rendimiento agrícola están relacionados con la aplicación del VIUSID agro ya que este promotor del crecimiento en su composición además de otros elementos contiene aminoácidos y estos son considerados como precursores y componentes de proteínas que son importantes para la estimulación del crecimiento celular (Rai, 2002). Ellos actúan como amortiguadores que ayudan a mantener el valor de pH favorable dentro de la célula de la planta (Davies, 1982).

Tabla 2: Efecto de los tratamientos en la producción por planta y el rendimiento agrícola

| Tratamientos | Producción/planta (g) | Rendimiento (t ha⁻¹) |
|------------------------|------------------------------|--|
| Experimento 1 | | |
| Control | 23,30 ± 3,52c | 2,46 ± 0,25c |
| 0,5 L ha ⁻¹ | 25,80 ± 3,77b | 2,69 ± 0,80b |
| 0,8 L ha ⁻¹ | 28,60 ± 4,37a | 3,09 ± 0,30a |
| 1,0 L ha ⁻¹ | 29,32 ± 4,51a | 3,02 ± 0,62a |
| E. S. | 0,521 | 0,121 |
| Experimento 2 | | |
| Control | 26,58 ± 4,02c | 1,33 ± 0,16c |
| 0,5 L ha ⁻¹ | 35,90 ± 5,25b | 1,80 ± 0,21b |
| 0,8 L ha ⁻¹ | 38,13 ± 5,83b | 1,91 ± 0,23b |
| 1,0 L ha ⁻¹ | 41,38 ± 6,36a | 2,07 ± 0,25a |
| E. S. | 0,610 | 0,024 |

Medias con letras diferentes en la misma columna difieren para Tukey ($p \leq 0,05$), (media ± desviación estándar).

En especial de los aminoácidos existen evidencias de su efecto favorable en el incremento de la producción de varios cultivos. Se plantea que están relacionados con la síntesis de IAA en la planta y que influyen directa o indirectamente en las actividades fisiológicas como el crecimiento y desarrollo. Se ha comprobado que la aplicación foliar de estos solos o combinados influyó positivamente en el crecimiento, producción y calidad del tomate (*S. lycopersicum*) en invernáculo plástico (Boras *et al.*, 2011).

Otros autores como Saeed *et al.* (2005) en el cultivo de la soja (*Glycine max* L.) encontraron que los tratamientos con promotores del crecimiento con aminoácidos mejoraron significativamente el crecimiento de retoños y el peso fresco, así como el rendimiento de la legumbre.

Además en patata (*Solanum tuberosum* L.) encontraron que la pulverización de los aminoácidos a $0,25 \text{ mL L}^{-1}$ aumentó significativamente el crecimiento vegetativo expresado como altura y peso seco de la planta (El-Zohiri y Asfour, 2009). Abo Sedera *et al.* (2010) revelaron que rociando las plantas de la fresa (*Fragaria daltoniana* L.) con los aminoácidos a $0,5$ y $1,0 \text{ g L}^{-1}$ aumentó significativamente el total de nitrógeno, fósforo y potasio en follaje de la planta, así como el rendimiento total, peso, SST, la vitamina C y azúcares totales en el fruto en comparación con el tratamiento control.

En el cultivo del frijol Peña *et al.* (2015 a) aplicaron VIUSID agro y obtuvieron un mejor comportamiento en las variables relacionadas con el rendimiento. En los granos por planta el mejor resultado lo alcanzaron con el tratamiento semanal con $63,38$ granos por planta como promedio y lograron un incremento del rendimiento de $1,8 \text{ t ha}^{-1}$ respecto al control con el tratamiento semanal. Además Peña *et al.* (2015 c), en el cultivo del frijol al usar este producto y realizar la inmersión de las semillas favorecieron la germinación y el vigor de las plántulas. Lograron igualmente un efecto positivo en el incremento del rendimiento de las tratadas con el producto respecto al control de un $19,61 \%$ por concepto de inmersión.

Otros autores han reportado incremento de los rendimientos con el uso del VIUSID agro en el cultivo del frijol (Álvarez, 2014), que obtuvo resultados satisfactorios al usar el producto en dosis bajas de $0,2 \text{ L ha}^{-1}$ semanalmente. Sin embargo (Fernández, 2015; Solano, 2015 y Prado, 2015) obtuvieron los mejores resultados al aplicar dosis más altas entre $0,8$ y $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ en las fases fisiológicas de mayor demanda de nutrientes, crecimiento activo, floración y fructificación, lograron de esta forma disminuir el número de aplicaciones a tres.

Valle *et al.* (2015) en el cultivo del frijol con la variedad BAT 304 reportaron un incremento de los rendimientos superior al 30% . Dorta y Peña (2015), le confirieron efectos positivos al VIUSID en el vigor de las plántulas de frijol de simientes obtenidas de plantaciones tratadas foliar con el producto.

Meléndrez *et al.* (2016 a) en el cultivo del maíz con el uso de tres dosis de VIUSID agro lograron un efecto positivo en todas las variables evaluadas y se obtuvo un incremento de los rendimiento superior al 30 %. También en el cultivo de la cebolla (*A. cepa*) Meléndrez *et al.* (2016 b) obtuvieron resultados favorables y lograron incrementar los rendimientos.

En cultivos hortícolas se encontró que el VIUSID agro tuvo un efecto estimulante en la producción. En particular en el cultivo de la lechuga la dosis de 0,2 L ha⁻¹ incrementó el número de hojas y la masa fresca y seca de las mismas así como el rendimiento agrícola. Resultados similares se obtuvieron en el cultivo de la acelga. En el rábano y la remolacha la dosis de 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ fueron las de mayor efecto estimulante con un incremento de los rendimientos superior al 50 % en ambos casos (Peña *et al.*, 2017).

3.3 Efecto de los tratamientos en la germinación de la semilla

En la figura 1 y 2 se aprecia el efecto de los tratamientos en la germinación de la semilla a los tres, seis y nueve días posteriores a la siembra. Se observa en ambas figuras que solo hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) a los tres días posteriores a la siembra. En las semillas provenientes del experimento 1 el comportamiento menos favorable lo tuvo el tratamiento con la dosis de 1,0 L ha⁻¹.

En las semillas derivadas del experimento 2, el comportamiento más favorable fue de los tratamientos con VIUSID agro los que no difirieron entre ellos pero si lo hicieron del control. El incremento de los tratamientos con el producto en relación al control fue de 3,5; 3,0 y 5,5 % respectivamente.

Aunque no existen reportes de investigaciones donde se siga este procedimiento si se encontró que Peña *et al.* (2015 c) encontraron un efecto favorable en la germinación de las semillas de frijol al realizar la inmersión de estas en una solución al 0,02 %. Estos autores obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, el tratado con el producto superó al control en un 37 % de plantas germinadas a los tres días después de la siembra (dds). Sin embargo en la segunda evaluación a los 5 (dds) ya no existen diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos y el 95 % de las plantas habían germinado.

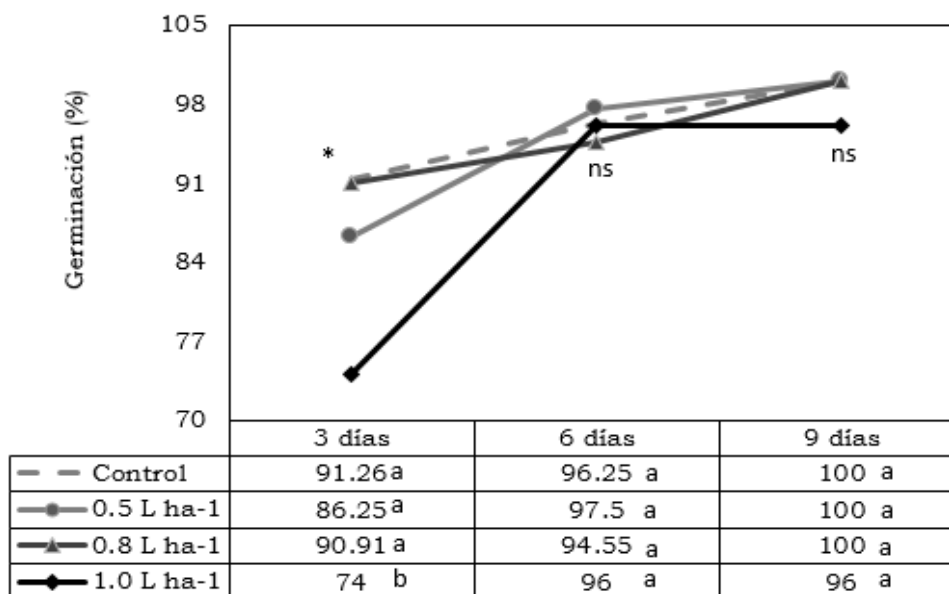


Figura 1: Efecto de los tratamientos en la germinación de la semilla a los tres, seis y nueve días pos siembra experimento 1. Diferencia mínima significativa de acuerdo con la Prueba de Hipótesis para proporciones. ns: no significativo. *: Indica efecto significativo con $p \leq 0,05$.

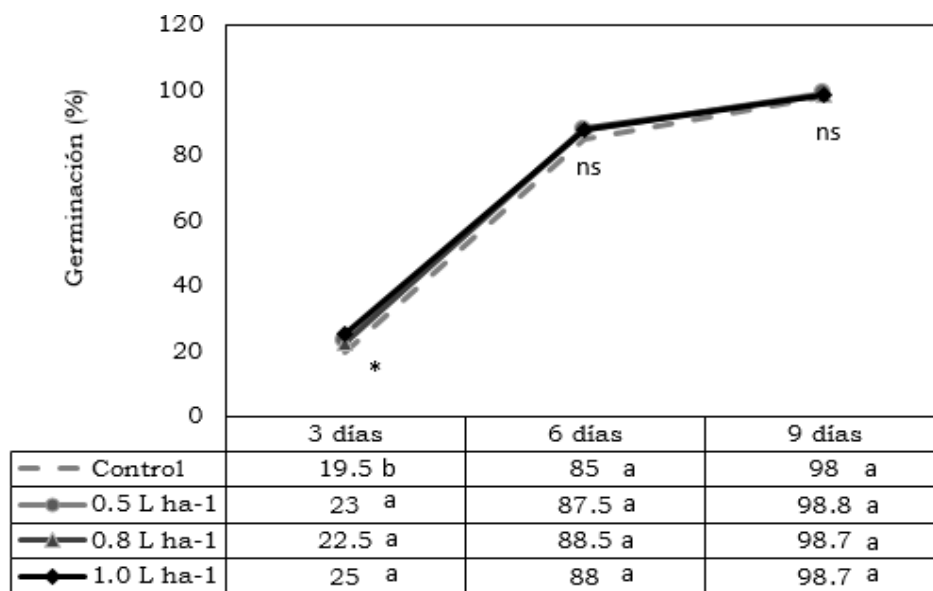


Figura 2: Efecto de los tratamientos en la germinación de la semilla a los tres, seis y nueve días pos siembra experimento 2. Diferencia mínima significativa de acuerdo con la Prueba de Hipótesis para proporciones. n.s: no significativo. *: Indica efecto significativo $p \leq 0,05$.

3.4 Efecto de los tratamientos en el crecimiento de las plántulas

El efecto de los tratamientos en el crecimiento de las plántulas en ambos experimentos se aprecia en la tabla 3. En el experimento 1, el mejor comportamiento en la longitud del hipocotilo se alcanzó con el tratamiento $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ ($p \leq 0,05$) con un incremento con respecto al control de 8,98 %. El resto de los tratamientos difirieron significativamente ($p \leq 0,05$) del control y entre sí.

La longitud del epicotilo y de la plántula tuvo un comportamiento similar y los mejores resultados fueron alcanzados con los tratamientos $0,5$ y $0,8 \text{ L ha}^{-1}$ con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en ambos casos con el control y la variante de mayor dosis. En la longitud de la raíz no hubo diferencias estadísticas entre las variantes.

Tabla 3: Efecto de los tratamientos en el crecimiento de las plántulas.

| Tratamientos | Hipocotilo (cm) | Epicotilo (cm) | Longitud P (cm) | Raíz (cm) |
|-------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Experimento 1 | | | | |
| Control | $17,04 \pm 2,71c$ | $7,74 \pm 3,68b$ | $24,78 \pm 5,88b$ | $11,42 \pm 2,16a$ |
| $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ | $18,57 \pm 2,67a$ | $9,25 \pm 2,08a$ | $27,82 \pm 3,82a$ | $11,72 \pm 1,82a$ |
| $0,8 \text{ L ha}^{-1}$ | $18,21 \pm 1,09b$ | $9,76 \pm 1,96a$ | $27,97 \pm 2,50a$ | $10,79 \pm 2,06a$ |
| $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ | $16,25 \pm 4,77c$ | $7,14 \pm 9,25b$ | $23,39 \pm 7,90b$ | $9,98 \pm 4,78a$ |
| E. S. | 0,193 | 0,186 | 0,345 | 0,177 |
| Experimento 2 | | | | |
| Control | $19,76 \pm 2,46b$ | $11,19 \pm 3,40a$ | $30,98 \pm 3,93a$ | $11,00 \pm 0,22a$ |
| $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ | $20,69 \pm 1,45a$ | $11,26 \pm 3,40a$ | $31,96 \pm 5,30a$ | $11,05 \pm 0,34a$ |
| $0,8 \text{ L ha}^{-1}$ | $20,21 \pm 2,36ab$ | $10,87 \pm 3,63a$ | $31,09 \pm 4,15a$ | $11,01 \pm 0,32a$ |
| $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ | $20,50 \pm 1,45a$ | $11,81 \pm 3,37a$ | $32,31 \pm 4,37a$ | $11,59 \pm 2,20a$ |
| E. S. | 0,115 | 0,199 | 0,256 | 0,149 |

Medias con letras diferentes en la misma columna difieren para Tukey ($p \leq 0,05$), (media \pm desviación estándar).

En el experimento 2 solo hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en la variable longitud del hipocotilo, donde las variantes con las dosis de 0,5 y 1,0 L ha⁻¹ difirieron significativamente del control. El tratamiento con 0,8 L ha⁻¹ no difirió de ninguna variante aplicada.

Peña *et al.* (2015) encontraron un efecto favorable en el crecimiento de las plántulas de frijol al realizar la inmersión de la semilla en una solución al 0,02 %. Obtuvieron mayor longitud del hipocotilo y epicotilo de las plántulas con diferencias significativas en relación al control.

3.5 Efecto de los tratamientos en la masa fresca, seca y la materia seca

En la tabla 4 experimento 1 se observa que en la masa fresca hubo diferencias significativas entre los tratamientos con el producto y el tratamiento control. El incremento con respecto a este de las variantes tratadas por el orden en la tabla fue de 18,27; 17,31; 21,15 %.

En el experimento 2 los comportamientos más favorables en la masa fresca (tabla 4) fueron de los tratamientos 0,5 y 1,0 L ha⁻¹, con incrementos respecto al control de 24,76 y 26,67 %. El tratamiento de dosis 0,8 L ha⁻¹ también difirió significativamente del no tratado y lo superó en un 17,14 % respectivamente

Tabla 4: Efecto de los tratamientos en la masa fresca, seca y la materia seca.

| Tratamientos | Masa fresca (g) | Masa seca (g) | Materia seca (%) |
|------------------------|-----------------|---------------|------------------|
| Experimento 1 | | | |
| Control | 1,04 ± 0,08b | 0,15 ± 0,02c | 14,42 ± 2,66b |
| 0,5 L ha ⁻¹ | 1,23 ± 0,08a | 0,19 ± 0,02a | 15,80 ± 1,96a |
| 0,8 L ha ⁻¹ | 1,22 ± 0,07a | 0,17 ± 0,01b | 14,31 ± 1,96b |
| 1,0 L ha ⁻¹ | 1,26 ± 0,13a | 0,17 ± 0,02b | 13,52 ± 1,64b |
| E. S. | 0,088 | 0,017 | 0,293 |
| Experimento 2 | | | |
| Control | 1,05 ± 0,02c | 0,12 ± 0,01c | 12,20 ± 0,24a |
| 0,5 L ha ⁻¹ | 1,31 ± 0,07a | 0,16 ± 0,01a | 12,31 ± 0,27a |
| 0,8 L ha ⁻¹ | 1,23 ± 0,02b | 0,15 ± 0,03b | 12,03 ± 0,19a |
| 1,0 L ha ⁻¹ | 1,33 ± 0,13a | 0,15 ± 0,02b | 11,01 ± 0,27b |
| E. S. | 0,010 | 0,016 | 0,014 |

Medias con letras diferentes en la misma columna difieren para Tukey ($p \leq 0,05$) y Mann – Whitney para la masa fresca (media \pm desviación estándar).

En la masa seca, experimento 1 (tabla 4) la dosis $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ fue la de mejor comportamiento con diferencias significativas con el resto de los tratamientos y un incremento del 26,66 % en relación al control. Las variantes $0,8$ y $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ no difirieron significativamente entre ellas, pero sí lo hicieron del tratamiento donde no se aplicó el producto y lo superaron en un 13,33 % respectivamente. En el experimento 2 el comportamiento fue similar y los incrementos en relación al control fueron de 33,33 y 25,0 %.

La mayor producción de materia seca fue del tratamiento con la dosis de $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ con diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) con el resto de las variantes. Los tratamientos de $0,8$ y $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ no difirieron entre sí, ni del control (tabla 4, experimento 1). En el experimento 2 el comportamiento menos favorable fue del tratamiento con dosis mayor y el resto de las variantes no difirieron significativamente entre sí ni del control.

Los resultados relacionados con la calidad de la semilla procedente de plantaciones tratadas son de gran utilidad e importancia, ya que es conocido que, en diversas regiones por sus condiciones económicas y tradicionales, la preservación de la semilla obtenida para la próxima siembra, es prioridad. En este sentido Hermann *et al.* (2009) planteó que en Cuba existe un predominio de los agricultores que se abastecen con su propia semilla en el cultivo del frijol. En la región occidental el 90 % y el 92 % y en el oriente entre el 88 % y el 93 % de los agricultores tienen esta práctica como costumbre.

El tamaño de las semillas desempeña frecuentemente un papel importante, las semillas relativamente grandes o pesadas son un indicativo de abundantes reservas alimenticias. Es por esto que el tamaño de la semilla y de la planta está normalmente correlacionados. Celis *et al.* (2008) encontraron que las plántulas de frijol desarrolladas de semillas más pesadas fueron en promedio más vigorosas, pues tuvieron mayor altura y diámetro de hipocotilo, y acumularon más biomasa en su raíz y folíolos.

CONCLUSIONES

- El promotor del crecimiento VIUSID agro favorece el comportamiento productivo del cultivo del frijol. El mejor comportamiento se alcanza con la dosis de 0,8 y 1,0 L ha⁻¹ en el experimento 1 y 1,0 L ha⁻¹ en el experimento 2.
- La aplicación foliar del VIUSID agro en frijol no afecta la germinación, ni el crecimiento de las plántulas de semillas provenientes de estas plantaciones tratadas.

RECOMENDACIONES

- Aplicar VIUSID agro en condiciones similares a las de este estudio en dosis de $1,0 \text{ L ha}^{-1}$.
- Replicar el experimento con otras variedades y en diferentes localidades de Cuba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abo Sedera, F. A., Abd El-Latif, A. A., Bader, L. A. A. & Rezk, S. M. (2010). Effect of NPK mineral fertilizer levels and foliar application with humic and amino acids on yield and quality of strawberry. *Egypt J Appl Sci.* 25:154-169.
- Agrares, I. (2008). Aminoácidos Agrares 7. Extraído el 22 de marzo 2014 desde <http://www.agrares.com/.../aminoacidos.../aminoacido.../aminoacido%20agres%207%20hidrolisis%20enzimaticapdf>
- Álvarez, N. (2014) Comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes frecuencia de aplicación del VIUSID agro. Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- Araya, C. M. (2003). Coevolución de interacciones hospedante - patógeno en frijol común *Fitopatología Brasileña*, 28 (3), 10-22.
- Atta, M.M.M, Abdel-Lattif, H.M. & Absy, R. (2017). Influence of Biostimulants Supplement on Maize Yield and Agronomic Traits. *Bioscience Research*, 14(3), 604-615.
- Argenbio, (2007). Composición de las células. Extraído el 22 de marzo 2014 desde <http://www.argenbio.org/index/php?action=novedadesnote=167>
- Badstue, L. B., Bellon, M., Berthaud, J., Ramírez, A., Flores, D., Juárez, X. & Ramírez, F. (2006). Collective action for the conservation of on-farm genetic diversity in a center of crop diversity: An assessment of the role of traditional farmers' networks. CAPRI Working Paper # 38. IFPRI.
- 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.
- Bitocchi, E., Bellucci, E., Giardini, A., Rau, D., Rodriguez, M., Biagetti, E., Santilocchi, R., Zeuli P. S., Gioia, T., Logozzo, G., Attene, G., Nanni, L. & Papa, R. (2013). Molecular analysis of

the parallel domestication of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Mesoamerica and the Andes. *New Phytol*, 197:300-313.

Blanco, A. (2007). Química biológica. Buenos Aires, Argentina. 8va edición, Editorial, El Ateneo pp. 22-26.

Boras, M., Zidan, R. & Halloum, W. (2011). Effect of amino acids on growth, production and quality of tomato in plastic greenhouse. Tishreen Univ. J Res. and Sc Studies. *Biolog Sci Series*, 33(5), 229-238.

Broughton, W. J., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P. & Vanderleyden, J. (2003). Beans (*Phaseolus* spp.) - model food legumes. *Plant and Soil*, 252:55-128.

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.

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. Trabajo de Diploma, Departamento Agropecuario, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez. Cuba.

Cakmak, I. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*, 302(1): 1-17. Doi: 10.1007/s11104-007-9466-3

Carbó, C. (2009). Aminoácidos en la planta. Extraído el 22 de marzo 2014 desde <http://www.ccarbo.com/descargar/fichas%20tecnicas/bio%20plant%20%aminoalpha.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. (2014). Datos técnicos de VIUSID agro. Ficha técnica.

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.

Davies. D. D. (1982). Physiological aspects of protein turn over. *Encycl Plant Physiol*, 45, 481–487.

- Dorta, R., Peña, K. (2015). Efectos del VIUSID agro en la germinación y crecimiento de plántulas de frijol *in vitro*. Memorias III Conferencia Científica Internacional de la UNISS YAYABOCIENCIA. ISBN: 978-959-312-101-9.
- El-Zohiri, S. M. & Asfour, Y. M. (2009). Effect of some organic compounds on growth and productivity of some potato cultivars. *Annals of Agric Sci Moshtohor*, 47(3), 403 -415.
- 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>
- Expósito, P. O. (2013). Utilización de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en el municipio de Taguasco. Trabajo de Diploma, Departamento Agropecuario, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- FAO. (2008). Base de datos estadísticos. Extraído el 26 de septiembre de 2008 desde <http://www.fao.org>.
- Fernández, G. (2015). Efecto del promotor del crecimiento VIUSID agro en el comportamiento productivo y la calidad de la semilla del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- Fuentes, F. E., Abreu, E. E., Fernández, E. y Castellanos, M. (1999). Experimentación agrícola. La Habana, Cuba. Ed. Félix Varela. 225 pp.
- Hermann, M., Amaya, K., Latournerie, L., y Castiñeiras, L. (2009). ¿Cómo conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú? Experiencias de un proyecto de investigación en sistemas informales de semillas de chile, frijoles y maíz. Bioersivity International, Roma, Italia.
- Hernández, A. (2013). Utilización de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en el municipio Taguasco. Trabajo de Diploma, Departamento Agropecuario, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez. Cuba.
- Hernández, V. G., Hernández, G. O., Guridi, I. F. y Arbelo, F. N. (2012). Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21 (2), 86-90.

- Hernández, V. M., Vargas, L. M., Muruanga, J. S., Hernández, S. y Mayek, N. (2013). Origen, diversidad y diversificación del frijol común. Avances y perspectivas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(2), 95-104.
- 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.
- ISTA. (1999). International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.* 27. Supplement.
- 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.
- Kowalczyk, K. & Zielony, T. (2008). Effect of Aminoplant and Asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. Conf.of biostimulators in modern agriculture, 7-8 Febuary, Warsaw, Poland.
- 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>
- Lorenzo, O. (2013). Utilización de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia Sancti Spíritus. Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- 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. Trabajo de Diploma, Departamento Agropecuario, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez. Cuba.
- Meléndrez, J. F., Peña, K. y Cristo, M. (2015). Efecto de *Trichoderma harzianum*, microorganismos eficientes y VIUSID agro en el cultivo del frijol. Memorias III Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, YAYABOCIENCIA. Sancti Spíritus, Cuba.

- Meléndrez, J. F, Peña, K. y Cristo, M. (2016 a). Efecto de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en el municipio de Taguasco. *Infociencia*, 20(3), 1-12.
- Meléndrez, J. F, Peña, K. y Cristo, M. (2016 b). Efecto de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en el municipio de Taguasco. *Infociencia*, 20(3), 1-12.
- Mendoza, H., Ljubetic, D. y Sosa, J. (2004). Aminoácidos. Extraído el 28 de marzo 2014 desde <http://www.uvademesa.cl/ARCHIVOS%20pdf/aminoacidosHMDJJASAAbril04.pdf>
- Mensack, M. M., Fitzgerald, V. K., Ryan, E. P., Lewis, M. R., Thompson, H. J. & Brick, M. A. (2010). Evaluation of diversity among common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from two centers of domestication using ‘omics’ technologies. *BMC Genomics*, 11:686.
- 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). Guía técnica del cultivo del frijol común. Ministerio de la Agricultura, La Habana Cuba, 12p.
- MINITAB. (2003). Statistical software Minitab release 14.12.0. Pennsylvania, USA: Minitab Inc.
- 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>.
- Nanni, L., Bitocchi, E., Bellucci, E., Rossi, M., Rau, D., Attene, G., Gepts, P. & Papa, R. (2011). Nucleotide diversity of a genomic sequence similar to SHATTERPROOF (PvSHP1) in domesticated and wildcommon bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theor. Appl. Genet*, 123, 1341-1357.
- ONE. (2016). Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Producción agrícola por cultivos seleccionados. Edición 2017; 33p.

- 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. y Meléndrez, G. J. F. (2015 c). Efecto de un promotor del crecimiento activado molecularmente sobre la germinación y la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Infociencia*, 19 (3), 1-12.
- Peña, E. (2002). Producción de abonos orgánicos para la agricultura urbana. Compost Lombricultura. La Habana, Cuba. Plegable. ACTAF.
- Peña, K., Rodríguez, J. C. y Meléndrez, J. F. (2016). “El VIUSID agro una alternativa en el incremento de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)”, *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 15(2), 1-10. Extraído en 3 de mayo 2017 desde <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/05/viusid.html>
- Peña, K., Rodríguez, J. C, Olivera, D., Meléndrez, J. F., Rodríguez, L., Valdéz, R. y Rodríguez, L. (2017). Effects of growth promoter on diferent vegetable crops. *Internacional Journal of development research*, 7(2), 11737-11743.
- Peña, K., Rodríguez, J. C., Santana, M. (2015 a). Comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ante la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente. *Avances*, 17(4), 327-337.
- Peña, K., Rodríguez, J. C. y Meléndrez, J. F. (2015 b). Efecto de la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente en el cultivo de *Anthurium andreanum* Lind. *Revista Granma ciencia*, 19(2), 1-12.
- Pérez, J. (2006). Cultivo *in vitro* de plantas y sus aplicaciones en agricultura. Santa Cruz de Tenerife: ARTE Comunicación Visual S. L.
- Pérez, N. (2013). Utilización de tres dosis de VIUSID agro en semillero de cebolla (*Allium cepa* L.) en el municipio Taguasco. Trabajo de Diploma, Departamento Agropecuario, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez. Cuba.

- 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.
- Prado, R. (2015). Efectos del VIUSID agro en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- 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 *Anthurium andreanum* Linden (Casino and Antadra). *Australian Journal of Crop Science*, 6(5), 928-937.
- Rai, V. K. (2002). Role of amino acids in plant responses to stress. *Biol Plant*, 45:471–478. Doi: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1022308229759>
- 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.
- Saeed, M. R., Kheir, A. M. & Al-Sayed, A. A. (2005). Supperssive effect of some amino acids against *Meloidogyne incognita* on soybeans. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ*, 30(2), 1097–1103.
- Salgado, J. (2007). Cultivo *in vitro* de *Anthurium andreanum*. 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. Agrobiencia*, 39 (4), 385–394.
- Sanz, E. (2014). Activación molecular. Departamento de científico laboratorios Catalysis.
- Sawan, Z. M., Mahmoud, H.M., & El-Guibali, A. H. (2008). Influence of potassium fertilization and foliar application of zinc and phosphorus on growth, yield components, yield and fiber properties of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.). *Journal of Plant Ecology*, 1(4), 259-270. Doi: 10.1093/jpe/rtn021
- 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 Tlaxala, Guerrero. *Ra Ximhai*, 5 (2), 187 -199.
- Solano, M. (2015). Efectos del promotor del crecimiento VIUSID agro en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- 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.
- SPSS. (2006). *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, version 15.0.1. Chicago, USA: SPSS Inc.

- Tecsol. (2003). Aminoácidos Tecsol, Bogotá, Colombia. Extraído el 2 de marzo de 2013 desde <http://www.tecsol@007mundo.com>
- Valle, C. D. y Peña, K. (2016). El VIUSID agro una alternativa en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Memorias X Congreso Internacional de Educación Superior Universidad 2016.
- Valle, C. D., Hernández, A., Peña, K. (2015). El VIUSID agro una alternativa para el incremento de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Memorias III Conferencia Científica Internacional de la UNISS YAYABOCIENCIA.
- Voysest, 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.
- WRB, IUSS Working Group. (2014). World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Anexo 1. Diseño experimental, forma de aplicación



Anexo 2. Determinación de la producción por planta.



Anexo 3. Experimentos de germinación de la semilla. Disposición de semillas en las placas.



Anexo 4. Evaluación de variable de crecimiento plántulas y disposición de plántulas en la estufa.

