



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



## *Trabajo de Diploma*

*Efecto de dosis de VIUSID agro en el comportamiento morfofisiológico y productivo del rábano (*Raphanus sativus L.*)*

*Autora: Wendy Ledesma Pérez*

*Sancti Spíritus, 2017*



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



## *Trabajo de Diploma*

*Efecto de dosis de VIUSID agro en el comportamiento morfofisiológico y productivo del rábano (*Raphanus sativus* L.)*

*Autora: Wendy Ledesma Pérez*

*Tutora: MSc. Kolima Peña Calzada*

*Sancti Spíritus, 2017*



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

*José Martí*



# *Dedicatoria*

---



*A mi familia principalmente a mi mamá, mi abuelo,  
mi hermano y mi esposo que fueron los que me apoyaron, aconsejaron  
y ayudaron económicamente para que pudiera llegar a la meta.*

# *Agradecimientos*

---



- ❖ *A mi tutora MSc. Kólima Peña Calzada por aceptarme como aspirante y brindarme todo su apoyo, paciencia y tiempo.*
- ❖ *A mi familia y en especial a mi mamá por su constante preocupación y por apoyarme en los momentos más difíciles.*
- ❖ *A mi esposo que me acompañó y estuvo siempre a mi lado.*
- ❖ *A mi prima Elizabeth Gómez por darme muy buenos consejos.*
- ❖ *A mis compañeros de estudio Reidel De La Osa Hernández, Claudia L. Pinas Palacio, Neili Amador Duardo y Leyanet García Rodríguez.*
- ❖ *Al compañero Fidel Negrin Ferreiro administrador del organopónico CPA Jesús Menéndez.*
- ❖ *Y a todos los que de una forma u otra me apoyaron para hacer realidad este sueño.*

*A todos muchas gracias*



Para evaluar el efecto del VIUSID agro en el cultivo del rábano se diseñó un experimento en bloque al azar con cinco tratamientos y tres réplicas. Las variantes fueron: dosis 0,2; 0,5; 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> del promotor del crecimiento y un control. Dentro de los indicadores evaluados estuvo la masa fresca y seca de la planta así como de sus órganos individualmente. Además se evaluaron las hojas por planta y el diámetro polar y ecuatorial del tallo carnoso y los índices de crecimiento fisiológicos así como la eficiencia foliar, productiva y el rendimiento agrícola. Los resultados mostraron un incremento significativo ( $p \leq 0,05$ ) de la masa fresca de la planta cuando se usó el VIUSID y los incrementos respecto al control como promedio fueron de 12,13 g. En la masa seca evaluación final, todos los tratamientos con VIUSID difirieron significativamente del control y lo superaron como promedio en un 35,43 %. En la masa fresca y seca de los tallos, última evaluación, fue la dosis 0,7 L ha<sup>-1</sup> la de mejor comportamiento. La tasa de asimilación neta fue superior significativamente con la dosis mencionada. La mayor eficiencia productiva fue alcanzada con las variantes (0,5; 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup>) y el mejor comportamiento en el rendimiento con diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) del resto de los tratamientos fue de la dosis 0,7 L ha<sup>-1</sup>. Por lo que el VIUSID agro influyó positivamente en los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de rábano.



To evaluate the effect of the VIUSID agriculture in the cultivation of the radish an experiment it was designed at random in block with five treatments and three replicas. The variants were: dose 0,2; 0,5; 0,7 and 1,0 L ha<sup>-1</sup> of the promoter of the growth and a control. The fresh and dry mass of the plant was inside the evaluated indicators as well as of their organs individually. The leaves were also evaluated by plant and the polar and equatorial diameter of the fleshy shaft and the physiologic indexes of growth as well as the efficiency to foliate, productive and the agricultural yield. The results showed a significant increment ( $p \leq 0,05$ ) of the fresh mass of the plant when it was used the VIUSID and the increments regarding the control like average they were of 12,13 g. In the mass dry final evaluation, all the treatments with VIUSID differed significantly of the control and they overcame it like average in 35,43 %. In the fresh and dry mass of the shafts, last evaluation, was the dose 0,7 L ha<sup>-1</sup> that of better behavior. The rate of net assimilation was superior significantly with the mentioned dose. The biggest productive efficiency was reached with the variants (0,5; 0,7 and 1,0 L ha<sup>-1</sup>) and the best behavior in the yield with significant differences ( $p \leq 0,05$ ) of the rest of the treatments it was of the dose 0,7 L ha<sup>-1</sup>. For what the VIUSID agriculture influenced positively in the indicative morfofisiológicos and productive of the radish cultivation.



<b>CONTENIDOS</b>	<b>Pag.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	
1.1 Características del VIUSID agro	4
1.1.2 Activación molecular	4
1.1.3 Constituyentes minerales	5
1.1.4 Vitaminas y aminoácidos	5
1.1.5 Reguladores de crecimiento	5
1.1.6 Los aminoácidos	7
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	8
1.1.9 Beneficios de la aplicación de productos que contenga aminoácidos	9
1.1.10 Mecanismos de asimilación de los nutrientes en la planta vía foliar	9
1.1.11 Limitaciones de la aplicación foliar	10
1.2 Investigaciones pioneras en Sancti Spíritus con el VIUSID agro	10
1.3 Generalidades del cultivo del rábano	11
1.3.1 Origen del rábano	11
1.3.2 Taxonomía del rábano ( <i>Raphanus sativus</i> L.)	12
1.3.3 Características botánicas	12
1.3.4 Exigencias ecológicas y nutricionales	12
1.3.5 El rábano importancia. Propiedades nutritivas y usos	13
1.3.6 Alternativas para incrementar la producción de rábano	13
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
2.1 Generalidades de la investigación	15
2.2 Diseño experimental	15
2.3 Forma de aplicación	15
2.4 Tratamientos	15
2.5 Indicadores	16
2.6 Estadística	18
<b>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
3.1. Efecto de los tratamientos en la masa fresca de la plantas a los 15 y 30 (dds)	20

3.2 Efecto de los tratamientos en las hojas por planta a los 15 y 30 (dds)	21
3.3 Efecto de los tratamientos en el largo y ancho de las hojas a los 15 y 30 (dds)	22
3.4. Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de las hojas a los 15 y 30 días después de la siembra	23
3.5 Efecto de los tratamientos en el área foliar	24
3.6 Efecto de los tratamientos en el diámetro polar y ecuatorial del tallo a los 15 y 30 dds	25
3.7 Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca del tallo	26
3.8 Efecto de los tratamientos en la distribución de la masa seca	27
3.9 Efecto de los tratamientos en la tasa absoluta de crecimiento, la tasa neta de asimilación tasa de crecimiento relativo y la razón del área foliar	28
3.10 Efecto de los tratamientos en el índice de eficiencia foliar, el índice de cosecha y el rendimiento agrícola	29
<b>CONCLUSIONES</b>	33
<b>RECOMENDACIONES</b>	34
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	



Las hortalizas en general tienen altos contenidos de calcio, fósforo, hierro, vitaminas y ácidos indispensables para el organismo humano. La cantidad de celulosa y alto porcentaje de agua que contienen en sus tejidos ayudan considerablemente al proceso digestivo (Paucar, 2011) por lo que incrementar las producciones de estos cultivos favorece la alimentación sana y balanceada necesaria para el ser humano.

Dentro de las hortalizas el rábano es de gran importancia ya que tiene propiedades medicinales, es un expectorante natural y estimulante del sistema digestivo, rico en vitaminas (A, B1, B2) potasio, calcio, fósforo y azufre (Oliveira *et al.*, 2014). Por otra parte debido a su rápido crecimiento requiere altos niveles de fertilidad del suelo y demanda grandes cantidades de nutrientes en un corto período de tiempo, lo que puede ser difícilmente corregido dentro del ciclo del cultivo (Coutinho *et al.*, 2010).

En Cuba el rábano (*Raphanus sativus L.*) tiene niveles bajos de producción ya que su cultivo se realiza a pequeña escala y a nivel de asociaciones con otras hortalizas. Los rendimientos en organopónicos suelen estar entre 0,5 y 0,8 kg m<sup>2(-1)</sup> y la producción no es consecuente con la demanda. Sin embargo, en el país la agricultura urbana es un fuerte movimiento de horticultores con diferentes escalas de producción y cuya prioridad es contribuir a la seguridad alimentaria. Estas pequeñas unidades de producción en las zonas urbanas, cuyas áreas no exceden las tres hectáreas, tienen como objetivo, producir hortalizas frescas y condimentos de buena calidad para satisfacer las necesidades de la población, debido al papel que desempeñan en la dieta diaria familiar (Martínez *et al.*, 2013).

En el país se cultivan anualmente alrededor de 202 128 ha de estos cultivos y se obtienen de 2 498 960 t. La mayor producción es de tomate (*Solanum lycopersicum L.*), cebolla (*Allium cepa L.*) y pimiento (*Capsicum annum L.*) con 627 434 t entre los tres Anuario Estadístico de Cuba (ONE, 2015). Sin embargo, del resto de las hortalizas la producción aún es baja e inversa a la alta demanda existente y no se refleja por cultivo en la estadística ofrecida en el anuario.

En este sentido es de gran importancia buscar alternativas para incrementar la producción de hortalizas. En la actualidad una de las variantes a tener en cuenta es el uso de promotores del crecimiento que favorezcan la productividad de los cultivos pero que no afecten el medio ambiente. En los últimos años y a causa de hacer más eficiente los sistemas productivos (Peña *et al.*, 2016) distintas industrias agroquímicas han dispuesto en el mercado complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, y extractos vegetales, los cuales se han denominado “promotores de crecimiento o bioestimulantes”.

Una alternativa que se pudiera tener en cuenta para incrementar la producción de hortalizas y entre ellas el rábano, es el promotor del crecimiento VIUSID agro ya que según (Catalysis, 2014) actúa como un biorregulador natural y está compuesto fundamentalmente por aminoácidos, vitaminas y minerales. Además como aspecto relevante, todos estos compuestos son sometidos a un proceso de activación molecular que permite el uso de dosis relativamente bajas con buenos resultados.

La activación molecular según Sanz (2014) es un proceso de inyección de electrones en las capas internas de los átomos que hace que alcancen más energía las moléculas sin cambiar su estructura. Cuando se termina el proceso de activación, la molécula es la misma del principio, pero con más actividad y energía; por tanto permite utilizar menos principio activo y obtener resultados satisfactorios.

En Cuba se han realizado evaluaciones del producto en diferentes cultivos, entre ellos, pastos, (Galdo *et al.*, 2014 y Quintana *et al.*, 2015) anthurio (*Anthurium andreanum* Lind.), Peña *et al.* (2015 a) frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Peña *et al.* (2015 b) tomate (*S. lycopersicum*) Peña *et al.* (2016), maíz (*Zea mays* L.) Meléndrez *et al.* (2016 a), cebolla (*A. cepa*) Meléndrez *et al.* (2016 b) y hortalizas entre ellas el rábano (*R. sativus*) Peña *et al.* (2017). También se ha comparado con otros estimulantes de producción nacional e internacional en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Meléndrez *et al.*, 2015).

Dichas evaluaciones permiten explorar el uso de bioproductos producidos en el país, además de conocer otras posibilidades internacionales donde las dosis recomendadas por el fabricante; sean bajas, el producto no afecte el ambiente y con buenos resultados en una gran diversidad de cultivos. 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 de VIUSID agro en el comportamiento morfofisiológico y productivo del cultivo de rábano (*R. sativus*)?

### **Hipótesis**

La aplicación de dosis de VIUSID agro favorecerá el comportamiento morfofisiológico y productivo del cultivo de rábano (*R. sativus*).

### **Objetivo general**

Determinar el efecto de la aplicación foliar de dosis de VIUSID agro el comportamiento morfofisiológico y productivo del cultivo de rábano (*R. sativus*).

### **Objetivos específicos**

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de dosis de VIUSID agro el comportamiento morfofisiológico del cultivo de rábano (*R. sativus*).

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de dosis de VIUSID agro el comportamiento productivo del cultivo de rábano (*R. sativus*).

# 1. Revisión bibliográfica

---



## 1.1 Características del VIUSID agro

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 Catalysis (2013). 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

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

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 3,0 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 citoquinínica 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 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 Argénbio (2007), los aminoácidos son compuestos que poseen un grupo carboxilo (-COOH) y un grupo amino (-NH<sub>2</sub>), unido al carbono  $\alpha$ . 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 en las plantas** (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  $\alpha$ -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  $\alpha$ -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  $\alpha$ -L-aminoácidos libres, para soportar dicha situación (Simbaña, 2011).

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

#### **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 en Sancti Spíritus con el VIUSID agro**

Expósito (2013) utilizó tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en el municipio de Taguasco. Obtuvo como resultado que los tratamientos donde se aplicaron tres dosis de VIUSID agro tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el control. Además que el tratamiento que consistió en la utilización de VIUSID agro a 1,5 mL por cada 5 L, tuvo la mayor influencia y manifestó un adelanto considerable en el ciclo del cultivo.

Cabrera (2013) evaluó tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), después del corte del principal en el municipio Taguasco. Obtuvo como resultado que los tratamientos con las tres dosis de VIUSID agro, tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el tratamiento control. Además que el tratamiento con la dosis menor, 0,5 mL por cada 5 L, manifestó el mejor efecto sobre los parámetros evaluados con diferencias estadísticas significativas con el resto de los tratamientos.

Maceda (2013) utilizó VIUSID agro, Bayfolán forte y FitoMas-E en el cultivo del tabaco (*N. tabacum*) en el municipio de Taguasco. Concluyó que los tres tratamientos tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el control y que el tratamiento que consistió en la utilización de VIUSID manifestó su mayor efecto a partir de la cuarta aplicación.

Pérez (2013) evaluó tres dosis de VIUSID agro en semillero de cebolla (*Allium cepa* L.) en el municipio Taguasco. Obtuvo como resultado que los tratamientos con VIUSID agro, tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el control. En este sentido el tratamiento con la solución de 1,5 mL por cada 5 litros de agua, tuvo la mayor influencia sobre los parámetros evaluados con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos.

Peña *et al.* (2015 b) determinaron el efecto del VIUSID agro en la germinación del frijol (*P. vulgaris*) 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 % favorece la velocidad de germinación y el desarrollo de las plántulas.

### **1.3 Generalidades del cultivo del rábano**

#### **1.3.1 Origen del rábano**

El rábano es un tipo de hortaliza que forma parte junto a las coles y los berros de la familia de las crucíferas. Se conocen seis especies de rábanos, pero sólo se cultiva el (*Raphanus sativus* L.). El origen de los rábanos no se ha determinado de forma concluyente; aunque parece ser que las variedades de rábanos de pequeño tamaño se originaron en la región mediterránea, mientras que los grandes rábanos pudieron originarse en Japón o China (Valles, 2010).

Este mismo autor plantea que el rábano también fue muy valorado en las culturas griega y romana, siendo estos últimos los responsables de la difusión de su consumo por toda Europa gracias a su política de expansión territorial.

Se considera que han sido los antiguos egipcios y babilónicos los primeros que supieron aprovechar las virtudes del rábano, a tenor de los registros que se conservan de la época. La dieta habitual de los egipcios, reservaba un papel fundamental a alimentos tales como el ajo, la cebolla, el pepino y el rábano, los cuales proporcionaban un buen aporte energético, así como una mejor protección contra

las enfermedades. Incluso se ha llegado a considerar que los constructores de pirámides consiguieron desarrollar un esfuerzo físico tan titánico gracias al consumo de estos alimentos tan virtuosos (Africano y Pinzón, 2014).

### **1.3.2 Taxonomía del rábano (*R sativus*)**

El cultivo de rábano se ubica en el siguiente orden taxonómico según (Pupo, 2011).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: *Capparales*

Familia: *Brassicaceae*

Género: *Rhapanus*

Especie: *Rhapanus sativus* L.

### **1.3.3 Características botánicas** (Huerres y Caraballo, 1996)

**Sistema radical:** Presenta un sistema radical poco desarrollado que consta de raíz principal y finas raicillas laterales. El engrosamiento que caracteriza el órgano de consumo aunque generalmente se le llama raíz carnosa, proviene básicamente del hipocotilo y por ello, esta es una transformación del tallo y no de la raíz.

**Tallo:** El tallo carnoso puede tener la superficie de la corteza de diferentes colores entre los que predominan el blanco, rosado, rojo y amarillo en dependencia de las distintas variedades. Las variedades preferidas en Cuba son las que tiene la corteza roja.

**Hojas:** Son compuestas, imparipinnadas, con bordes generalmente dentados, vellosas y de un color verde intenso en la mayoría de las variedades.

**Tallo floral:** Puede alcanzar más de un metro de altura, es cilíndrico y vellosos, aunque también los hay lisos, de color verde y muy ramificado. No requiere de condiciones de vernalización para formarse.

**Frutos y semillas:** El fruto es una silicua indehiscente, rellena en su interior de tejido parenquimatoso en el cual se sitúan las semillas. Estas son de forma indefinida, superficie lisa y color de pardo a claro rojizo.

### **1.3.4. Exigencias ecológicas y nutricionales**

En cuanto a la temperatura óptima, este cultivo responde a la interacción de la temperatura y la intensidad de la luz. Para la germinación de la semilla los 25 °C son adecuados y para la formación del tallo carnoso las temperaturas óptimas son de 16-17 °C si se elevan mucho en esta etapa puede

ocurrir el alargamiento de hipocotilo y por tanto y el tallo carnoso se forma alargado en vez de redondeado. Por otra parte es muy exigente al balance de luz y a la humedad del suelo. Requiere además buena textura de y de buena retención de humedad del suelo, aunque pueden cultivarse en suelos ligeros arenosos y areno arcillosos (Huerres y Caraballo, 1996).

Estos mismos autores plantean que este cultivo es muy exigente a un adecuado balance nutricional del suelo debido fundamentalmente a su rápido ritmo de crecimiento y poco desarrollo del sistema radical. Algunos autores plantean que sus requerimientos están comprendidos entre: 60-120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 40-100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 70-140 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

### **1.3.5 El rábano importancia. Propiedades nutritivas y usos**

Es una de las hortalizas más conocidas y más populares en la alimentación. La importancia estriba en su utilización como alimento en ensalada o en encurtidos. Es una planta de gran importancia por sus propiedades farmacéuticas y altos contenidos de vitaminas y minerales, es un cultivo de rápido crecimiento y alta capacidad productiva (Valles, 2010). Tiene un contenido bajo en calorías, niveles moderados de vitamina C y pequeñas cantidades de vitaminas del complejo B, hierro y fósforo. El rábano tiene un sabor picante característico, debido a la presencia de aceite de mostaza en el tallo carnoso. Habitualmente se consumen frescos en ensaladas, también se pueden hervir o freír, especialmente los tubérculos de la variedades de ciclo largo, que son más largos y consistentes. Las hojas también son un alimento interesante como sustituto de las espinacas en una tortilla o en un plato de verdura (Rosales, 2004).

En Cuba la producción de estas hortalizas suele estar por debajo de la demanda y los rendimientos por cultivo están entre los más bajos de América latina. La lechuga, acelga, remolacha y rábano están entre los cultivos de mayor importancia en la producción organopónica. Sin embargo tienen niveles bajos de producción ya que se cultivan a pequeña escala y a nivel de cultivos asociados. Los rendimientos en organopónicos para el rábano suelen estar como promedio de 0,5 y 0,8 kg m<sup>2</sup> (Rodríguez *et al.*, 2007). Con la aplicación del VIUSID agro se logró superar los valores medios de producción nacional para este cultivo.

### **1.3.6 Alternativas para incrementar la producción de rábano**

Para incrementar los rendimientos en el cultivo del rábano se han realizado diferentes investigaciones a nivel mundial y en Cuba. Así lo demostraron los estudios realizados por Laguna y Cisne (2001) quienes fertilizaron con abono orgánico bocashi el cultivo de rábano. Los resultados mostraron diferencias significativas en el número de hojas y también en la masa seca de los tallos engrosados.

Rosales (2004) determinó la densidad de siembra adecuada y la respuesta productiva del rábano a la aplicación de sustancias fúlvicas (K-tionic) y húmicas en pruebas de campo. Corroboró las ventajas de estos productos y de una siembra adecuada en el incremento de la productividad del cultivo.

Debido a la variación en tamaños y formas que presenta el rábano, se busca mejorar la productividad y calidad del cultivo mediante la utilización de abonos orgánicos. Estos son una alternativa favorable para suplir el requerimiento nutricional de la planta sin dañar al suelo y mejorar de esta forma la productividad. En este sentido Gómez *et al.* (2008) determinaron que el rábano al ser fertilizado con abonos orgánicos alcanzó mayor altura de la planta, ancho de la hoja, diámetro del tallo y rendimiento agrícola.

Ruiz *et al.* (2008) evaluaron el efecto de diferentes dosis de estiércol vacuno (EV) en el rendimiento del rabanito obtuvieron resultados positivos y lograron incrementos significativos de todas las variables en estudio. Con la aplicación de  $2,0 \text{ kg m}^{2(-1)}$  de EV obtuvieron  $1,3 \text{ kg m}^{2(-1)}$  mientras que con el control el rendimiento fue de  $1,05 \text{ kg m}^{2(-1)}$ . Lograron así un incremento de la producción del 23,81% respectivamente.

Sin embargo, aún es insuficiente la información existente de la respuesta de rábano a la aplicación de productos bioactivos como productos estimuladores del crecimiento vegetal, algunas investigaciones en los últimos años, se han referido al uso de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal y su efecto en la productividad del cultivo (Desai *et al.*, 2013), el empleo de estas rizobacterias como supresoras de patógenos (Sayyed *et al.*, 2013) y en Cuba, se ha evaluado el efecto de oligogalacturónidos en la morfología del cultivo (Álvarez *et al.*, 2011).

Además Terry *et al.* (2014) aplicaron en el cultivo del rábano diferentes dosis del bioestimulantes Pectimofor<sup>®</sup> en años consecutivos y obtuvieron un mayor número de hojas por planta y un mejor comportamiento en la altura y el diámetro del tallo engrosado que el tratamiento control con diferencias significativas en todas la evaluaciones realizada.

## 2. Materiales y métodos



### 2.1 Generalidades de la investigación.

El experimento se realizó en el organopónico de la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) Jesús Menéndez, Taguasco, Sancti Spíritus, Cuba, coordenadas (21°59'48.78''N 79°15'52.41''O). La variedad que se utilizó en el experimento fue la Scarle Globe. La semilla procedió de la Empresa Agropecuaria de Taguasco. Las variables climáticas fueron registradas por la Estación Provincial de Sancti Spíritus, la temperatura media diaria fue de 17,43 °C, la humedad relativa media diaria 71,5 % y la precipitación pluvial acumulada de 20,62 mm. La fecha de siembra fue el 14 de febrero de 2017 y se cosechó el 16 de marzo de ese mismo año. Para la preparación del sustrato, el riego, labores agrotécnicas y el control de plagas y enfermedades se siguieron las normas establecidas en el manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida (Rodríguez *et al.*, 2007).

### 2.2 Diseño experimental

El diseño experimental fue Bloques al azar con 5 tratamientos y tres réplicas. Las parcelas tenían 5 m<sup>2</sup> y la superficie de cálculo fue de 2,40 m<sup>2</sup>. El marco de siembra fue de 0,10 x 0,05 m. Se marcaron 15 plantas por parcela al azar para un total de 45 plantas evaluadas por tratamiento.

Esquema 1: Diseño Bloque al azar.

C1	A2	D3
E1	D2	C3
A1	B2	E3
D1	E2	B3
B1	C2	A3
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

### 2.3 Forma de aplicación

Las aplicaciones se realizaron en horas de la mañana teniendo en cuenta siempre evitar la deriva por el viento y la evaporación del rocío. Se realizaron con un intervalos de siete días y se usó un aspersor manual de espalda de 16 litros de capacidad.

### 2.4 Tratamientos

Para el establecimiento de los tratamientos se tuvo en cuenta las recomendaciones del fabricante en diferentes plegables de cultivos y además las investigaciones realizadas por diferentes autores ya mencionados que han trabajado con el producto durante 6 años. La composición declarada del promotor, se observa en la tabla 2.1.

A: Control.

B: 0,2 L ha<sup>-1</sup>

C: 0,5 L ha<sup>-1</sup>

D: 0,7 L ha<sup>-1</sup>

E: 1,0 L ha<sup>-1</sup>

Tabla 2.1. La composición del promotor del crecimiento evaluado g/100 mL

<b>Composición</b>	<b>%</b>	<b>Composición</b>	<b>%</b>
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	Glicirricinato monoamónico	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.

## 2.5 Indicadores

1. Masa fresca de la planta (g).
2. Masa seca de la planta (g).
3. Hojas por planta.
4. Largo y ancho de las hojas (cm).
5. Masa fresca de las hojas (g).
6. Masa seca de las hojas (g).
7. Diámetro ecuatorial del tallo (cm).
8. Diámetro polar del tallo (cm).
9. Masa fresca del tallo (g).
10. Masa seca del tallo (g).
11. Distribución de la masa seca (%).

12. Rendimiento agrícola  $\text{kg m}^{2(-1)}$ .

13. Índices de crecimiento.

Los indicadores se evaluaron en dos momentos en el ciclo del cultivo a los 15 días después de la siembra y en cosecha 30 días después de la siembra (dds).

- Se contó y registró el número de hojas por planta. El largo y ancho de las hojas se determinó con una regla graduada. Para la masa seca se usó la estufa (MJW WS 100) a 75 °C hasta masa constante y luego se determinó la misma con una balanza digital Sartorius, de precisión de  $\pm 0,01$  g.
- Para el diámetro ecuatorial y polar del tallo se usó un calibrador Vernier (pie de rey) y se registró el valor de todas las plantas seleccionada. Se tuvo en cuenta colocar el instrumento en la zona más ensanchada del tallo y así se realizó de forma homogénea en todas las muestras.
- La masa fresca del tallo y de la planta se determinó con una balanza digital Sartorius (modelo BS 124S) con precisión de  $\pm 0,01$  g. Igualmente se realizó en el momento de la cosecha y a todas las plantas seleccionadas en la superficie de cálculo.
- Para la distribución de la masa seca se usó el método establecido por (Gardner *et al.*, 1990 y Torres, 2008). Se calculó la proporción de lo producido que se utilizó en formar la parte comercial y/o estructural, se usaron los valores de la masa seca de la planta y de sus órganos para establecer las proporciones.
- Para la cosecha se tuvo en cuenta que todos los tratamientos estuvieran dentro del rango establecido, diámetro ecuatorial del tallo superior a 2,4 cm (Huerres y Caraballos, 1996). Para el cálculo del rendimiento se usó el método indirecto según (Fuentes *et al.*, 1999).
- Para los índices de crecimiento se usó el procedimiento siguiente (tabla 2.2).

Tabla 2.2. Índices de crecimiento empleados en fisiología vegetal (Gardner *et al.*, 2003 y Torres, 2008).

<b>Índice de crecimiento</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Unidades</b>
Tasa absoluta de crecimiento	TCA	$TCA = (W2-W1)/(T2-T1)$	$(\text{g} \cdot \text{día}^{-1})$
Área foliar	AF	$AF = (l \times a) f$	$(\text{cm}^2)$

Tasa de asimilación neta	TAN	$TAN^* = 2(W2 - W1) / (AF2 + AF1) (t2 - t1)$	$(g \cdot cm^{-2} \cdot día^{-1})$
Tasa de crecimiento relativo	TCR	$TCR = 2(W2 - W1) / (W2 + W1) (t2 - t1)$	$(g \cdot g^{-1} \cdot día^{-1})$
Razón del área foliar	RAF	$RAF = \frac{1}{2} (AF1/W1 + AF2/W2)$	$(cm^2 g^{-1})$
Índice de eficiencia foliar	IEF	$\frac{\text{Masa seca comercial}}{\text{Área foliar}}$	
Índice de cosecha	IK	$\frac{\text{Masa seca comercial}}{\text{Masa seca total}}$	

AF=área foliar, T=tiempo, W=masa seca, TAN\*: Se usó la fórmula, porque ( $\alpha$ ), osciló entre 1,5 y 2,5.

Para el cálculo del área foliar se usó el método dimensional (largo por ancho del limbo). Este método se basó en la medición de la longitud y ancho del limbo de la hoja y la relación matemática entre el área real y el producto del largo por ancho de dicha hoja.

Se requirió determinar el coeficiente de área foliar.

$$f = \frac{Ah}{l * a}$$

Donde:

Ah: Área de la hoja.

l: Largo del limbo de la hoja.

a: Ancho del limbo de la hoja en la zona más ancha (centro).

f: Coeficiente de área foliar (factor).

$$Ah = \frac{AR * MCH}{MRP}$$

Donde:

Ah: Área del limbo

AR: Área del rectángulo de papel.

MCH: Masa del contorno del limbo.

MRP: Masa del rectángulo.

## 2.6 Estadística

Para el análisis de los resultados se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows (2006) y el software MINITAB14.12.0. (2003). Para la normalidad se realizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov y la dócima de Levene para la homogeneidad de la varianza. Cuando existía

normalidad y homogeneidad se realizó un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) y la prueba de rangos múltiples Tukey cuando ( $p \leq 0,05$ ). La prueba de Kruskal – Wallis y prueba U de Mann – Whitney se aplicó cuando no existió distribución normal de los datos. Para la distribución de la masa seca se realizó la Prueba de hipótesis para proporciones. Además se evaluó la asociación significativa entre las variables de cada par posible (coeficientes de correlación de Pearson). A los datos que no tuvieron homogeneidad de la varianza se realizó la T de Students (Miranda, 2011).



#### 3.1 Efecto de los tratamientos en la masa fresca de la plantas a los 15 y 30 (dds)

El efecto de los tratamientos en la masa fresca de la planta se observa en la tabla 3.1. A los 15 días posteriores a la siembra el mejor comportamiento fue del tratamiento donde se realizó la aplicación foliar de la dosis 0,2 L ha<sup>-1</sup>. Este difirió significativamente del resto de las variantes y superó al control en 1,04 g. Los tratamientos 0,5; 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> también difirieron significativamente del control.

A los 30 días después de la siembra (dds) la tendencia fue similar, todos los tratamientos con el producto superaron al control significativamente. El mejor comportamiento fue alcanzado por las variantes 0,2 y 0,7 L ha<sup>-1</sup> con incrementos respecto al no tratado de 13,96 y 16,39 g. Las dosis 0,5 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> también superaron al control en 8,99 y 9,19 g respectivamente.

Tabla 3.1. Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de las plantas.

Tratamientos	Masa fresca (g)		Masa seca (g)	
	15 (dds)	30 (dds)	15 (dds)	30 (dds)
control	1,73 c	26,86 c	0,12 c	2,30 b
0,2 L ha <sup>-1</sup>	2,77 a	40,82 a	0,19 a	3,40 a
0,5 L ha <sup>-1</sup>	1,95 b	35,85 b	0,14 b	2,84 a
0,7 L ha <sup>-1</sup>	2,20 b	43,25 a	0,17 a	3,36 a
1,0 L ha <sup>-1</sup>	2,29 b	36,05 b	0,16 a	2,86 a
EE(x)±	0,08	1,08	0,005	0,09
CV (%)	26,07	25,65	23,33	27,12

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para  $p \leq 0,05$ .

La mayor producción de masa seca a los 15 (dds) se alcanzó con la aplicación foliar de las dosis 0,2; 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> de VIUSID agro. Los incrementos en esta variable en relación al control fueron de 58,33; 41,67 y 33,33 %. La dosis 0,5 L ha<sup>-1</sup> aunque más discreto, también tuvo un comportamiento favorable en relación al control y lo superó en un 16,67 % (tabla 3.1). En la evaluación final los tratamientos con el producto no difirieron entre ellos pero sí del control y lo superaron (según el orden posicional en la tabla) en 47,82; 23,48; 46,09 y 24,34 % respectivamente.

El resultado obtenido en este indicador es atribuido al uso del VIUSID agro, Catalysis (2014) plantea que este promotor del crecimiento en su composición tiene varios elementos que influyen positivamente el crecimiento de las plantas y por tanto en el incremento de su masa fresca y seca. Mencionan dentro de ellos al Piridoxal, el fosfato potásico, el ácido fólico y aminoácidos como la Glicina. Además le atribuyen particular importancia al proceso biocatalítico de activación molecular

ya que según Sanz (2014), una vez culminado, las moléculas están activadas y se obtiene un mayor efecto de estos componentes, en los cultivos.

Por otra parte según Gardner *et al.* (1985), la producción de masa seca total es un resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la intercepción y utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento. Es este sentido los tratamientos con el VIUSID agro tuvieron un mejor resultado en relación al control.

Peña *et al.* (2017), en varias hortalizas encontraron resultados análogos a los obtenidos en esta investigación. Al aplicar VIUSID agro obtuvieron incrementos en la masa de las plantas de remolacha, lechuga, acelga y rábano.

### 3.2 Efecto de los tratamientos en las hojas por planta a los 15 y 30 (dds)

La variable hojas por planta en la primera evaluación fue superior con los tratamientos con VIUSID agro excepto la variante de 0,5 L ha<sup>-1</sup> que no difirió del control. El tratamiento de dosis 0,2 L ha<sup>-1</sup> superó al control en 12,65 % y las variantes 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> en 14,32 y 15,63 % respectivamente.

A los 30 días posteriores a la siembra el comportamiento más favorable lo alcanzaron las dosis 0,2 y 0,7 L ha<sup>-1</sup> que superaron al no tratado en 9,61 y 11,48 % (figura 3,1). Las dosis de 0,5 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> no difirieron significativamente del control.

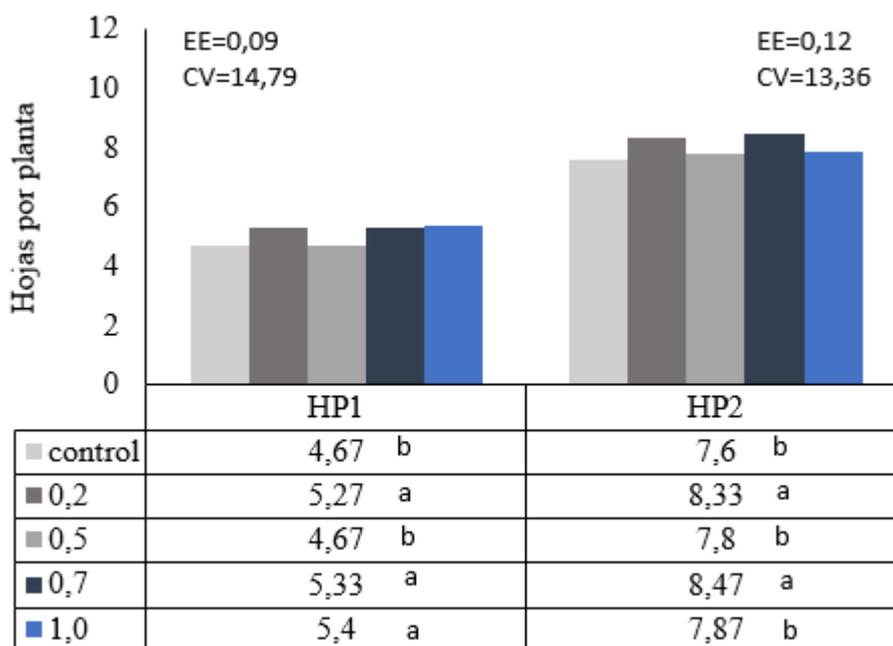


Figura 3.1. Efecto de los tratamientos en las hojas por planta a los 15 y 30 dds. HP1: hojas por planta a los 15 dds. HP2: hojas por planta a los 30 dds. Medias con letras desiguales difieren para  $p \leq 0,05$ .

No se encontraron reportes que afirmen que el VIUSID agro favorece el incremento de las hojas por planta en el cultivo del rábano sin embargo Peña *et al.* (2015 a) encontraron resultados favorables el número de hojas por planta en el cultivo de anturios (*A. andreanum*) al aplicar foliar el VIUSID agro. Por otra parte Maldonado (2016) aplicó el promotor del crecimiento mencionado, en soluciones desde 1-4 mL cada 5 litros de agua y halló incrementos en el número de hojas por planta en tabaco.

### 3.3 Efecto de los tratamientos en el largo y ancho de las hojas a los 15 y 30 (dds)

En la primera evaluación del largo de las hojas (tabla 3.2) se observa que el mejor comportamiento se alcanzó con las dosis 0,2; 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> de VIUSID agro, respecto al control. Los incrementos alcanzados por orden de aparición del tratamiento en la tabla fueron de 0,46; 0,39 y 0,41 cm, lo que representó un aumento del largo de la hoja del 15,38; 13,04 y 13,71 %. El tratamiento con la dosis 0,5 L ha<sup>-1</sup> no difirió significativamente del no tratado ni del resto de las variantes

En el ancho de las hojas en la primera evaluación las dosis 0,2 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> fueron las de mejor comportamiento, no difirieron significativamente entre ellas pero sí del resto de los tratamientos y superaron al control en un 15,25 y 11,86 % respectivamente. El resto de las variantes donde se usó el promotor, también tuvieron un comportamiento favorable respecto al control.

Tabla 3.2. Efecto de los tratamientos en el largo y ancho de las hojas.

T	Largo (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)
	15 dds		30 dds	
control	2,99 b	2,36 c	9,68 b	5,76 bc
0,2 L ha <sup>-1</sup>	3,45 a	2,72 a	10,54 a	6,42 a
0,5 L ha <sup>-1</sup>	3,15 ab	2,57 b	9,79 ab	5,65 bc
0,7 L ha <sup>-1</sup>	3,38 a	2,50 b	9,77 ab	6,08 b
1,0 L ha <sup>-1</sup>	3,40 a	2,64 a	9,20 b	5,54 c
EE(x)±	0,06	0,04	0,13	0,08
CV (%)	15,55	13,67	11,43	11,88

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para  $p \leq 0,05$ .

Quince días posteriores a la primera evaluación (tabla 3.2) se puede observar que en el largo de la hoja la dosis mayor no difirió significativamente del control ni de las dosis 0,5 y 0,7 L ha<sup>-1</sup> estas a su vez no difirieron del control ni de la dosis 0,2 L ha<sup>-1</sup> que fue la mejor variante. El incremento de esta última respecto al no tratado fue de 0,86 cm lo que significó un aumento de tamaño del 8,9 %.

El comportamiento menos favorable en el ancho de las hojas 30 dds fue de la dosis 1,0 L ha<sup>-1</sup>. Este tratamiento no difirió significativamente del control ni de la variante donde se aplicó 0,5 L ha<sup>-1</sup>. El

mejor comportamiento se alcanzó con la dosis 0,2 L ha<sup>-1</sup> con un incremento en relación al control del 11,46 %.

Resultados similares obtuvieron Peña *et al.* (2015 a) quienes reportaron un aumento de la calidad en las hojas del anturio (*A. andreanum*) con el uso del VIUSID agro. Obtuvieron un incremento significativo de la longitud y ancho de la última hoja emergida, en las tres evaluaciones realizadas. En la última evaluación del largo de la hoja el tratamiento de comportamiento más favorable superó al control en un 11,92 % y en el ancho en un 14,90 % respectivamente.

Rodríguez (2016) en el cultivo de la remolacha (*B. vulgaris*) tuvo un efecto favorable en este indicador, al usar el VIUSID agro y Maldonado (2016) en el cultivo del tabaco (*N. tabacum*) también tuvo resultados similares y logró un incremento en el tamaño de las hojas así como de su calidad.

### 3.4 Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de las hojas a los 15 y 30 días después de la siembra

En la masa fresca a los 15 días después de la siembra el mejor comportamiento fue de la dosis 0,2 L ha<sup>-1</sup> de VIUSID agro que difirió significativamente del resto de los tratamientos y superó al control en 0,84 g lo que significó un incremento del 53,16 %. A los 30 días se mantuvo la dosis 0,2 L ha<sup>-1</sup> con un comportamiento favorable, solo que en esta ocasión no difirió de la dosis de 0,7 L ha<sup>-1</sup> y ambas difirieron significativamente de control con un incremento en relación a este del 50,23 y 33,66 % respectivamente (tabla 3.3). Las dosis 0,5 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> también difirieron significativamente del no tratado con el producto.

Tabla 3.3. Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de las hojas a los 15 y 30 días después de la siembra.

Tratamientos	Masa fresca (g)		Masa seca (g)	
	15 (dds)	30 (dds)	15 (dds)	30 (dds)
control	1,58 b	15,21 c	0,11 c	1,44 c
0,2 L ha <sup>-1</sup>	2,42 a	22,85 a	0,16 a	2,05 a
0,5 L ha <sup>-1</sup>	1,72 b	18,07 b	0,12 bc	1,61 b
0,7 L ha <sup>-1</sup>	1,95 b	20,33 ab	0,15 b	1,82 ab
1,0 L ha <sup>-1</sup>	2,00 b	16,99 b	0,14 b	1,51 b
EE(x)±	0,07	0,68	0,005	0,06
CV (%)	22,12	8,05	20,07	4,76

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para  $p \leq 0,05$ .

En la masa seca de las hojas a los 15 dds (tabla 3.3) el mejor comportamiento fue de la dosis de 0,2 L ha<sup>-1</sup> que difirió significativamente del resto de los tratamientos y superó al control en un 45,45 %.

Las dosis de 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> también difirieron de la variante no tratada y la superaron en 36,36 y 27,28 %. La dosis 0,5 L ha<sup>-1</sup> no difirió del control ni de los tratamientos con dosis mayores.

A los 30 días posteriores a la siembra todos los tratamientos con VIUSID agro tuvieron un comportamiento favorable en la acumulación de masa seca en las hojas. Los tratamientos con las dosis 0,2 y 0,7 L ha<sup>-1</sup> superaron al control en 0,61 y 0,38 g lo que significó un incremento en la masa seca del 42,36 y 26,39 % respectivamente. Entre el tratamiento 0,5 L ha<sup>-1</sup> y la dosis mayor no existieron diferencias significativas sin embargo, ambas difirieron estadísticamente del tratamiento control.

La aplicación de los tratamientos no alteró la tendencia normal en lo que concierne al incremento de masa seca en las hojas durante la ontogenia, pero donde se aplicó el promotor del crecimiento los incrementos fueron superiores. Según Aumonde *et al.* (2011), el aumento de masa seca en las hojas es debido a la alta translocación de fotoasimilados preferentemente para estas. Este comportamiento fue más evidente cuando se usó el VIUSID agro.

Los resultados alcanzados son atribuidos al efecto del promotor del crecimiento y coincidieron con Peña *et al.* (2015 b) que obtuvieron un incremento en la masa seca de las plántulas cuando usaron el VIUSID agro como mejorador de la germinación. Además Peña *et al.* (2017) lograron incrementar la masa seca de las hojas en lechuga y rábano cuando aplicaron VIUSID agro.

### 3.5 Efecto de los tratamientos en el área foliar

El área foliar en la primera evaluación fue superior con los tratamientos 0,2 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> ambos no difirieron significativamente entre ellos pero sí del resto de las variantes y superaron al control en 32,46 y 20,90 %. Las dosis 0,5 y 0,7 L ha<sup>-1</sup> tuvieron un comportamiento favorable en relación al no tratado y lo superaron en 14,18 y 19,03 % respectivamente (figura 3.2).

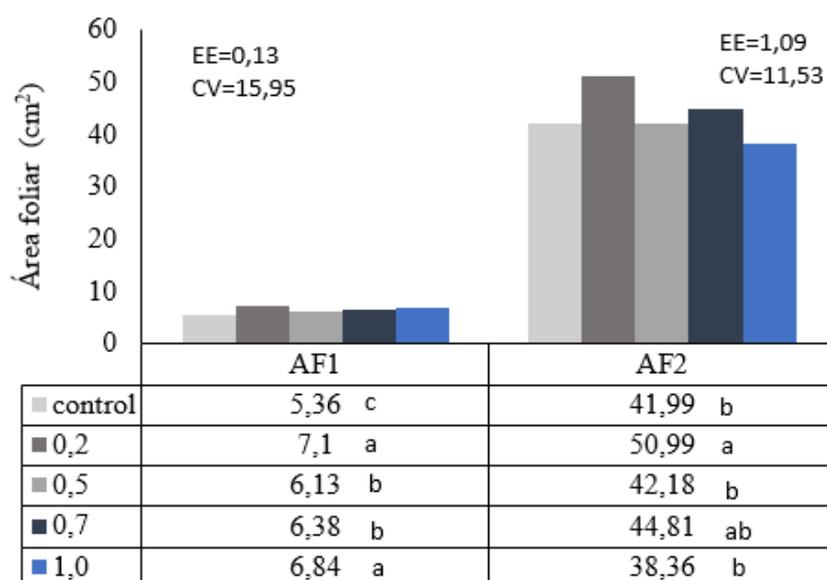


Figura 3.2. Efecto de los tratamientos en el área foliar a los 15 y 30 días post siembra. AF1: área foliar a los 15 dds; AF2: área foliar a los 30 dds. Medias con letras desiguales difieren para  $p \leq 0,05$ .

A los 30 días después de la siembra fue la dosis  $0,2 \text{ L ha}^{-1}$  la de mejor comportamiento ya que difirió significativamente del resto de los tratamientos excepto de la variante  $0,7 \text{ L ha}^{-1}$  y superó al control en 21,43 %. El resto de las variantes con el producto no difirieron significativamente entre sí, ni del control (figura 3.2).

Este comportamiento es favorable ya que según Cookson *et al.* (2005), el aumento de biomasa de un vegetal se va a realizar a partir del área foliar expandida como fuente de producción de fotoasimilados. Sin embargo, no fueron encontrados reportes de uso del producto para beneficiar este indicador.

### 3.6 Efecto de los tratamientos en el diámetro polar y ecuatorial del tallo a los 15 y 30 dds

En el diámetro ecuatorial del tallo a los 15 días posteriores a la siembra (tabla 3.4) el mejor comportamiento fue de las variantes con las dosis  $0,2$  y  $1,0 \text{ L ha}^{-1}$  con diferencias significativas con el resto de los tratamientos. La dosis  $1,0 \text{ L ha}^{-1}$  también tuvo un comportamiento favorable ya que difirió significativamente de la dosis  $0,5 \text{ L ha}^{-1}$  y del control. A los 30 días se observó que el mejor comportamiento fue alcanzado por las dosis  $0,7$  y  $1,0 \text{ L ha}^{-1}$  las que difirieron significativamente de todos los tratamientos y superaron al control en 20,41 y 14,97 %. La variante de  $0,2 \text{ L ha}^{-1}$  no difirió de ningún tratamiento y la dosis menor no difirió del control.

En el diámetro Polar a los 15 dds solo la dosis de  $0,2 \text{ L ha}^{-1}$  difirió significativamente del control y del resto de los tratamientos y tuvo un crecimiento en relación al no tratado del 30,30 %. Sin embargo, en la evaluación final (30 dds) todos los tratamientos donde se aplicó foliar el promotor del crecimiento tuvieron diferencias estadísticas con el control y fue el tratamiento de  $0,7 \text{ L ha}^{-1}$  el de mejor comportamiento con diferencias significativas con todas las variantes excepto la dosis mayor.

Tabla 3.4. Efecto de los tratamientos en el diámetro ecuatorial y polar del tallo.

Tratamientos	Diámetro ecuatorial (cm)		Diámetro Polar (cm)	
	15 (dds)	30 (dds)	15 (dds)	30 (dds)
control	1,19 c	2,94 b	0,33 b	2,41 c
$0,2 \text{ L ha}^{-1}$	1,61 a	3,28 ab	0,43 a	2,93 b
$0,5 \text{ L ha}^{-1}$	1,23 c	3,01 b	0,29 b	3,01 b
$0,7 \text{ L ha}^{-1}$	1,33 b	3,54 a	0,37 b	3,31 a
$1,0 \text{ L ha}^{-1}$	1,43 a	3,38 a	0,37 b	3,11 ab
EE(x)±	0,04	0,06	0,02	0,054
CV (%)	26,47	15,79	22,78	15,59

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para  $p \leq 0,05$ .

El diámetro ecuatorial y polar del tallo son indicadores de calidad en el cultivo del rábano (Rodríguez *et al.*, 2007) están influenciados por las características de la variedad, pero los factores ambientales desfavorables como las altas temperaturas pueden incidir negativamente y provocar deformaciones en el objeto comercial. Las temperaturas medias durante el experimento apenas superaron el rango óptimo para el crecimiento del tallo reservaste 16-17 °C (Huerres y Caraballo, 1996) y los valores medios de las variables estuvieron dentro del rango para la variedad.

En este sentido se han encontrado resultados similares en condiciones tropicales, Peña *et al.* (2017) aplicaron VIUSID agro en remolacha con los tratamientos de dosis 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> y superaron al control significativamente en 39,50 y 32,85 % en el diámetro ecuatorial de la raíz y en 32,95 y 33,18 % en el diámetro polar.

En el cultivo del rábano solo se encontró un reporte donde se evaluó el efecto del VIUSID agro en el diámetro ecuatorial y polar del tallo reservante, Peña *et al.* (2017), estos autores tuvieron un comportamiento favorable en estos indicadores sin embargo, los resultados se vieron influenciados por las altas temperaturas y el diámetro polar tuvo valores medios superiores a los del diámetro ecuatorial por lo que el tallo reservante tuvo deformaciones que atentaron en contra de la calidad de la producción.

### **3.7 Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca del tallo**

En la masa fresca del tallo en la primera evaluación (tabla 3.5) el tratamiento de 0,2 L ha<sup>-1</sup> fue el de mejor comportamiento ya que difirió significativamente del resto de las variantes. La dosis de 0,5; 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> también tuvieron diferencias estadísticas respecto al control. En la segunda evaluación el comportamiento fue similar, todas las variantes donde se realizó la aplicación foliar de VIUSID agro difirieron significativamente del control. El mejor comportamiento fue del tratamiento con la dosis 0,7 L ha<sup>-1</sup> con un incremento respecto al no tratado de 11,32 g. Los tratamientos con las dosis 0,2; 0,5 y 1,0 también difirieron significativamente del control y los incrementos en relación a este fueron de 6,31, 6,12; y 7,4 g respectivamente.

En la masa seca del tallo (tabla 3.5) en la primera evaluación el mejor comportamiento fue de la dosis 0,2 L ha<sup>-1</sup> la que difirió significativamente del resto de los tratamientos que a su vez no difirieron entre sí. En la segunda evaluación fue el control el que alcanzó menor producción de masa seca significativamente inferior a los tratamientos con VIUSID agro. La variante con mejor comportamiento fue la dosis 0,7 L ha<sup>-1</sup> que superó significativamente al resto de los tratamientos y tuvo un incremento en relación al no tratado de 67 g. Los demás tratamientos que contemplaron la aplicación foliar del promotor, también tuvieron incrementos significativos en relación al control de 0,48; 0,36 y 0,49 g respectivamente.

Tabla 3.5. Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca del tallo.

Tratamientos	Masa fresca (g)		Masa seca (g)	
	15 (dds)	30 (dds)	15 (dds)	30 (dds)
control	0,15 c	11,65 c	0,02 b	0,87 c
0,2 L ha <sup>-1</sup>	0,34 a	17,96 b	0,03 a	1,35 b
0,5 L ha <sup>-1</sup>	0,23 b	17,77 b	0,02 b	1,23 b
0,7 L ha <sup>-1</sup>	0,25 b	22,97 a	0,02 b	1,54 a
1,0 L ha <sup>-1</sup>	0,29 b	19,05 b	0,02 b	1,36 b
EE(x)±	0,07	0,72	0,0002	0,05
CV (%)	22,38	25,96	19,45	23,86

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para  $p \leq 0,05$ .

La masa fresca y seca del tallo son indicadores de gran importancia ya que influyen directamente en el rendimiento agrícola. Otros autores han reportado efectos beneficiosos del VIUSID agro en la masa del tallo y la raíz reservante. En el rábano (Peña *et al.*, 2017) tuvieron un efecto positivo en el incremento de la masa fresca y seca del tallo y todos los tratamientos con el promotor superaron significativamente al control. Estos mismos autores reportaron que el VIUSID agro benefició la masa de la raíz en el cultivo de la remolacha y lograron un incremento respecto al control con las dosis (0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup>) de 120 y 130 g respectivamente.

### 3.8 Efecto de los tratamientos en la distribución de la masa seca

La figura 3.3 refleja cómo se encuentra distribuida la masa seca en follaje y tallos. Se observa que los tratamientos con dosis mayores no difirieron significativamente entre ellos pero sí lo hicieron del control y de la dosis 0,2 L ha<sup>-1</sup>. Esto significó que cuando se aplicó una dosis igual o superior a 0,5 L ha<sup>-1</sup> de VIUSID agro fue significativamente inferior la masa seca del follaje y mayor la de los tallos en relación a la masa seca total por planta que con el tratamiento control y la dosis menor. Además la relación tallo/hoja fue superior significativamente cuando se aplicaron las dosis desde 0,5 a 1,0 L ha<sup>-1</sup>.

Este comportamiento coincidió con lo planteado con Costa *et al.* (2006) quienes afirmaron que cuando las hojas alcanzan su máxima expansión, comienza una reducción de la masa seca de las mismas en este tipo de cultivos y ocurre un direccionamiento de los fotoasimilados hacia el tallo reservante de la planta. Diferente a lo que sucede al inicio del ciclo, donde los fotoasimilados se quedan preferentemente en las hojas y se caracteriza el período inicial como de gran crecimiento foliar donde la masa seca de la hojas es superior (Aumonde *et al.*, 2011).

También Guimarães *et al.* (2002) obtuvieron que al relacionar los datos de acumulación de materia seca de la parte aérea con la acumulación de materia seca de las raíces de remolacha, verificaron que

hay una gran inversión inicial en la parte aérea, para el establecimiento de los órganos responsables de la fuente de fotoasimilados. Además que la masa seca en las raíces alcanzó el doble de la materia seca de la parte aérea, al final del ciclo. Con el uso de este promotor del crecimiento se favoreció este comportamiento y la mayor distribución se alcanzó en las plantas tratadas con una mejor respuesta de las dosis a partir de 0,5 L ha<sup>-1</sup>, como fue mencionado anteriormente.

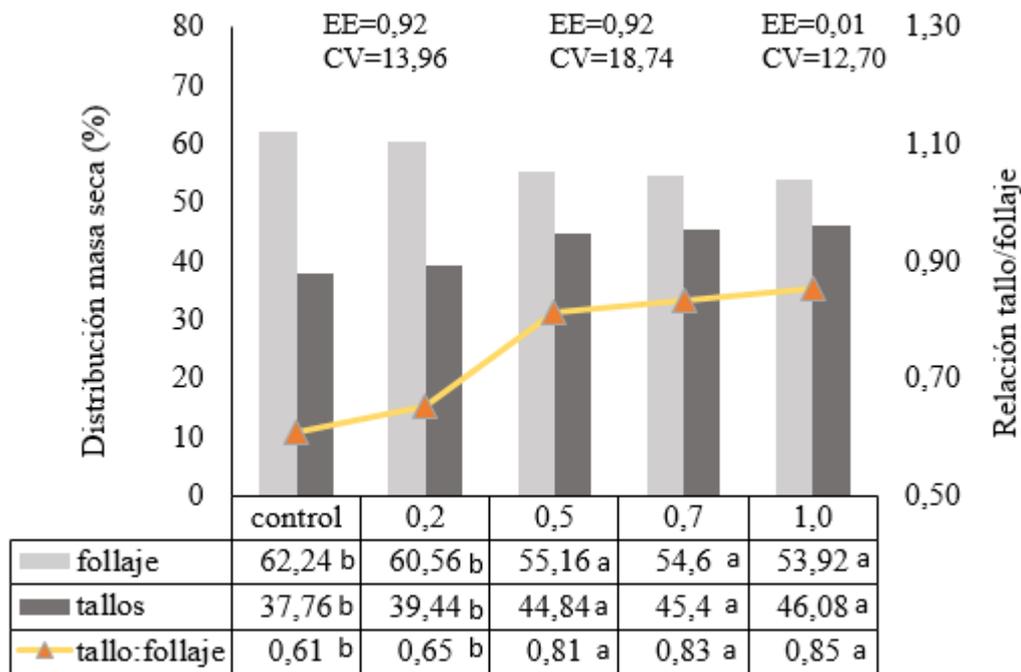


Figura 3.3. Efecto de los tratamientos en la distribución de asimilatos. Medias con letras desiguales por variable difieren para  $p \leq 0,05$ .

### 3.9 Efecto de los tratamientos en la tasa absoluta de crecimiento, la tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento relativo y la razón del área foliar.

En la tabla 3.6 se observa que el mejor comportamiento en la tasa absoluta de crecimiento (TCA) fue de las dosis 0,2 y 0,7 L ha<sup>-1</sup> con diferencias significativas respecto al control y un incremento en relación a este de 0,0689 y 0,0677 g · día<sup>-1</sup>. Esto significó que las variantes mencionadas tuvieron una producción diaria de masa seca mayor en un 47,92 y 46,59 % que el control. La dosis 0,5 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> también difirieron significativamente del tratamiento donde no se usó el VIUSID agro y el incremento respecto a este fue del 24,02 y 23,88 %.

En esta tabla se relaciona además el comportamiento de la tasa de asimilación neta (TAN). Los mejores resultados fueron alcanzados con la dosis 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> estos difirieron significativamente del control y del resto de las variantes con el producto, los incrementos respecto al no tratado con VIUSID, fueron de 36,07 y 31,15 %. Los tratamientos con dosis menores no difirieron estadísticamente entre ellos pero si del control y lo superaron en un 22,95 %. Esto significó que fue mayor significativamente la cantidad de masa seca producida por unidad de superficie foliar en la

unidad de tiempo cuando se usó este promotor del crecimiento, para un balance entre la fotosíntesis y la respiración más adecuado.

Además según (Hunt, 1978; Gardner *et al.*, 1985 y Clavijo, 1989), la TAN es un indicador de la eficiencia fotosintética promedio, ya que mide la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar y por unidad de tiempo. Por lo que los resultados obtenidos permitieron afirmar que las plantas tratadas con VIUSID agro tuvieron una mayor eficiencia fotosintética promedio, ya que todos los tratamientos superaron significativamente al control, a los 30 dds.

Tabla 3.6. Efecto de los tratamientos en la tasa absoluta de crecimiento, la tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento relativo y la razón del área foliar.

<b>Tratamientos</b>	<b>TAC</b> <b>(g · día<sup>-1</sup>)</b>	<b>TAN</b> <b>(g · cm<sup>-2</sup> · día<sup>-1</sup>)</b>	<b>TCR</b> <b>(g · g<sup>-1</sup> · día<sup>-1</sup>)</b>	<b>RAF</b> <b>(cm<sup>2</sup>g<sup>-1</sup>)</b>
control	0,1453 c	0,0061 c	0,119 a	32,89 b
0,2 L ha <sup>-1</sup>	0,2142 a	0,0075 b	0,119 a	27,20 a
0,5 L ha <sup>-1</sup>	0,1802 b	0,0075 b	0,120 a	30,66 ab
0,7 L ha <sup>-1</sup>	0,2130 a	0,0083 a	0,121 a	26,48 a
1,0 L ha <sup>-1</sup>	0,1800 b	0,0080 a	0,117 a	28,64 a
EE(x)±	0,005	0,0002	0,003	0,77
CV (%)	24,47	22,93	6,31	22,96

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para  $p \leq 0,05$ .

En tasa de crecimiento relativo (TCR) como se observa en la tabla, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, en la razón del área foliar (RAF) los tratamientos con las dosis 0,2; 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> fueron los de mejor comportamiento sin diferencias significativas entre ellos pero superaron al control significativamente y por tanto necesitaron 5,69; 6,41 y 4,25 cm<sup>2</sup> menos que este, para producir una unidad de masa seca. La dosis 0,5 L ha<sup>-1</sup> no difirió significativamente de los tratamientos con mejor comportamiento ni del control.

Según Gardner *et ál.* (2003), este indicador se encuentra relacionado directamente con el nivel de clorofila y las plantas con menor valor son las más eficientes. Lo que permitió inferir que el producto influyó positivamente en la eficiencia del tejido parenquimático clorofílico.

### **3.10 Efecto de los tratamientos en el índice de eficiencia foliar, índice de cosecha y rendimiento agrícola**

Se observa en la tabla 3.7 que en el índice de eficiencia foliar (IEF) el mejor comportamiento fue de los tratamientos con las dosis 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> con un incremento en relación al control del 66,67 y 71,43 %. Las variantes de 0,2 y 0,5 L ha<sup>-1</sup> también difirieron significativamente del no tratado y los

superaron en 28,57 y 47,62 % respectivamente. Además el tratamiento con dosis 0,5 L ha<sup>-1</sup> no difirió significativamente de las dosis con mejor comportamiento.

Este resultado es de gran valía ya que demostró que las plantas tratadas con VIUSID agro fueron más eficientes para producir masa seca útil o comercial, ya que este indicador según Torres (2008) es considerado un índice de cosecha que toma en cuenta la superficie foliar activa.

Se observa en la tabla 3.7 que fueron las dosis superiores la de mejor comportamiento en el índice de cosecha (IK) ya que no difirieron entre ellas pero sí del resto de las variantes a excepción de la de 0,5 L ha<sup>-1</sup>. Los tratamientos mencionados (0,5; 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup>) fueron más eficientes que el control en un 18,42 y 21,05 % y la variante con la dosis 0,2 L ha<sup>-1</sup> no difirió significativamente del mismo. Este resultado significó que las plantas tratadas con VIUSID agro tuvieron una mayor eficiencia productiva a partir de la dosis 0,5 L ha<sup>-1</sup> que el tratamiento control.

Tabla 3.7. Efecto de los tratamientos en el índice de eficiencia foliar, el índice de cosecha y el rendimiento agrícola.

Tratamientos	IEF	IK	R (kg m <sup>2(-1)</sup> )
control	0,021 c	0,38 b	0,56 c
0,2 L ha <sup>-1</sup>	0,027 b	0,39 b	0,86 b
0,5 L ha <sup>-1</sup>	0,031 ab	0,45 a	0,85 b
0,7 L ha <sup>-1</sup>	0,035 a	0,45 a	1,10 a
1,0 L ha <sup>-1</sup>	0,036 a	0,46 a	0,91 b
EE(x)±	0,001	0,009	0,035
CV (%)	23,50	18,75	24,98

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para  $p \leq 0,05$ .

En el rendimiento agrícola el mejor comportamiento se alcanzó con la aplicación foliar de 0,7 L ha<sup>-1</sup> con diferencias significativas del resto de las variantes y un incremento en relación al control de 0,54 kg m<sup>2(-1)</sup>. El resto de los tratamientos con el producto también difirieron significativamente del control y lo superaron (según orden ascendente en la tabla) 0,30; 0,29 y 0,35 kg m<sup>2(-1)</sup> respectivamente.

En el Anexo 1 se observa la asociación significativa entre las variables de cada par posible (coeficientes de correlación de Pearson), donde el rendimiento tuvo una relación lineal significativa a los 30 dds con todas las variables a excepción de la masa fresca de las hojas (MFH), área foliar (AF2) y la tasa de crecimiento relativo (TCR) e inversa con la razón del área folia (RAF). Los resultados aportados por Pearson si bien no permitieron predecir el rendimiento agrícola, sí admitieron inferir que si la aplicación del VIUSID agro beneficia las variables que se asocian linealmente, se beneficiará consecuentemente el rendimiento final.

Este comportamiento en el incremento de la producción se debe a la aplicación foliar del promotor del crecimiento VIUSID agro. Este producto en su composición contiene varios elementos que pudieron influir positivamente en este resultado. Entre ellos se encuentran los aminoácidos, que son considerados precursores y componentes de proteínas 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). También son bioestimulantes y es bien conocido que aplicar formulaciones que los contengan, provoca un 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).

Otro elemento de gran importancia en la composición del VIUSID es el zinc que se ha reportado interviene en el cuajado o llenado de los frutos y en el crecimiento de las plantas. Varios son los autores que afirman que cuando se aplica Zn solo o combinado con otros nutrientes en formulaciones de uso agrícola, se obtienen rendimientos favorables (Sawan *et al.*, 2008 y Cakmak, 2008).

No existen reportes del uso del VIUSID agro en el rábano en condiciones de organoponía fuera de Cuba. Solo se encontró que (Peña *et al.*, 2017), con la aplicación foliar del producto en diferentes cultivos hortícolas tuvieron como resultado en el cultivo del rábano que el VIUSID agro con dosis de 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup> favoreció significativamente el diámetro polar y ecuatorial del tallo, así como la masa fresca de la planta y el rendimiento agrícola.

Sin embargo, se encontraron varias investigaciones que aseveran la efectividad del producto en otros cultivos. Peña *et al.* (2015 a) obtuvieron resultados favorables en el número de hojas por planta y el grosor y longitud de estas, en el cultivo del anturio (*Anthurium andreanum* Lind.). Estos autores aplicaron foliarmente con una frecuencia semanal diferentes dosis del producto y no solamente se benefició el crecimiento vegetativo del cultivo, sino que se aceleró el inicio de la floración.

Además en frijol Peña *et al.* (2015 c) 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 t ha<sup>-1</sup> respecto al control, con el tratamiento semanal.

Peña *et al.* (2015 b) 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 19,61 % solo por concepto de inmersión.

Por su parte Meléndrez *et al.* (2015), en el cultivo del frijol compararon el efecto de tres promotores del crecimiento, microorganismo eficiente, VIUSID agro y un preparado de *Trichoderma harzianum* y obtuvieron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos. Estos concluyeron que las

aplicaciones semanales de *Trichoderma harzianum*, Microorganismos Eficientes y VIUSID agro propiciaron un efecto positivo en el crecimiento de la planta y el comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol y que el tratamiento con VIUSID agro fue el de mejor comportamiento en el incremento del rendimiento.

Otros autores reportaron resultados satisfactorios en varios cultivos cuando se usó el VIUSID agro. Así lo reflejaron (Galdo *et al.*, 2014 y Quintana *et al.*, 2015), en la producción de pastos, Valle (2016), en el cultivo del frijol, Dorta *et al.* (2016) en la evaluación de la calidad de la semilla procedente de plantaciones tratadas con el producto, Peña *et al.* (2016), en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y Meléndrez *et al.* (2016 a) en el maíz y Meléndrez *et al.* (2016 b) en la cebolla.

## *Conclusiones*

---



- ❖ El promotor del crecimiento VIUSID agro influyó positivamente en los indicadores morfofisiológicos del cultivo de rábano. El comportamiento más favorable se obtuvo con las dosis 0,7 y 1,0 L ha<sup>-1</sup>
- ❖ La aplicación foliar de dosis de VIUSID agro favoreció los índices de eficiencia foliar y productiva, el mejor resultado se alcanzó a partir de la dosis 0,5 L ha<sup>-1</sup>. El rendimiento agrícola fue superior al aplicar el promotor del crecimiento; el mejor comportamiento se obtuvo con la dosis 0,7 L ha<sup>-1</sup>.

## *Recomendaciones*

---



- ❖ Replicar el experimento en el tiempo, con diferentes variedades y ampliar los tratamientos con dosis de VIUSID agro.

## 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.
- Africano, K y Pinzón, E. (2014). Comportamiento fisiológico de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) sometidas a estrés por salinidad. *Conexagro JDC*, 4(2),13 – 24.
- 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, B. I., Reynaldo, E. I., Cartaya, R. y Terán, V. Z. (2011). Efectos de una mezcla de oligogalacturonidos en la morfología de hortalizas de importancia económica. *Cultivos Tropicales*, 32(3), 69-74.
- Argenbio, (2007). Composición de las células. Extraído el 22 de marzo 2014 desde <http://www.argenbio.org/index/php?action=novedadesnote=167>
- Aumonde, T. Z., Lopes, N. F., Moraes, D. M., Peil, R. M. N. & Pedó, T. (2011). Análise de Crescimento do híbrido de mini melancia Smile enxertada e não enxertada, *Revista Brasileira de Biociência*, 12(9), 387-391.
- 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.
- 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. Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. 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. (2013). Datos técnicos de VIUSID agro. Ficha técnica.

- Catalysis. (2014). VIUSID agro, promotor del crecimiento. Extraído el 20 de marzo 2014 desde <http://www.catalysisagrovete.com>
- Clavijo, J. (1989). Análisis de crecimiento en malezas. *Revista Comalfi*, 15(2), 12-16.
- Cookson, S. J., Van Lijsebettens, M. y Granier, C. (2005). Correlation between leaf growth variables suggest intrinsic and early controls of leaf size in *Arabidopsis thaliana*. *Plant, Cell and Environment*, 28 (11), 1355-1366.
- Costa, C. C., Oliveira, C. D., Silva, C. J., Timossi, P. C. y Leite, I. C. (2006) Crecimiento, productividad e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. *Horticultura Brasileira*, 24 (3), 118-122.
- Coutinho, A. M., Orioli, Júnior, V., Cardoso, S. S. y Coutinho, E. L. M. (2010). Produção de matéria seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica. *Revista Núcleos*, 7(02),105-114,
- Davies, D. D. (1982). Physiological aspects of protein turn over. *Encycl Plant Physiol*, 45, 481–487.
- Desai, S., Grover, M., Amalraj, L., Kumar, P. y Ahmed, H. (2013). Exploiting plant growth Promoting Rhizomicroorganisms for enhanced crop productivity. *Microorganism in Sustainable Agriculture and Biotechnology*, 43(2), 227-241.
- Dorta, R., Peña, K., Rodríguez, J. C y García R. (2016). Comportamiento de la germinación y el crecimiento de las plántulas en semillas procedentes de una plantación de frijol tratada con VIUSID agro. Memorias IV Convención Internacional Agrodesarrollo. Varadero, Cuba.
- 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. Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- Fuentes, F. E. y Abreu, E. E., Fernández, E. y Castellanos, M. (1999). Experimentación agrícola. La Habana, Cuba. Ed. Félix Varela. 225 pp.
- Galdo, Y., Quintana, M., Cancio, T. y Méndez, V. (2014). Empleo del VIUSID agro para la estimulación del crecimiento en tres gramíneas. Memorias III Convención Internacional Agrodesarrollo 2014. Varadero, Cuba
- Gardner, F. P., Pearce, R. B. & Mitchell, R. L. (1985). *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press, USA. 325 p.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B. & Mitchell, R. L. (1990). *Physiology of Crop Plants*. Second edition. Iowa State Press, Ames. 327 p.

- Gardner, F. P., Pearce, R. B. & Mitchell, R. L. (2003). Physiology of crop plants. Blackwell publishing company. Iowa, 326 pp.
- González, A. (2001). Prevención y tratamiento antitumoral, antiviral y de otras enfermedades degenerativas. Departamento científico Catálisis S.L. Madrid, España.
- Guimarães, V. F., Echer, M. M., y Minami, K. (2002). Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas de beterraba. *Horticultura Brasileira*, 20(2), 505-509.
- Huerres, C. y Carballo, N. (1996). Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 193 pp.
- Hunt, R. (1978). Plant growth analysis. Edward Arnold Publishers, London. 67 p.
- Kowalczyk, K. y 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.
- Laguna, M. R. J. y Cisne, C. J. (2001). Efecto de Biofertilizante (EM-BOSKASHI) sobre el crecimiento y rendimiento del Rábano (*Raphanus sativus*). Revista la calera. 1(1): 26-29
- 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>
- Maceda, O. L. M. (2013). Utilización de VIUSID agro, Bayfolán forte y FitoMas-E en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en el municipio de Taguasco. Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- Maldonado, R. (2016). Evaluación de VIUSID agro en la producción de Tabaco (*Nicotina tabacum* L.) Informe de resultados. Universidad Autónoma Chapingo, México, 40p.
- Martínez, M. de los A., Ceballos M., Suris, M., Duarte, L. y Baños, H. (2013). Áfidos y sus parasitoides en sistemas urbanos de producción de hortalizas en Cuba. *Revista Colombiana de entomología*, 39(1),13-17.
- 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. (2016b). Efecto de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del cebolla (*Allium cepa* L.) en el municipio de Taguasco. *Infociencia*, 20(3),1-12.
- Meléndrez, J. F., Peña, K., 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.
- Mendoza, H., Ljubetic, D. y Sosa, J. (2004). Aminoácidos. Extraído el 28 de marzo 2014 desde <http://www.uvademesa.cl/ARCHIVOS%20pdf/aminoacidosHMDJJASAAbril04.pdf>
- MINITAB. (2003). Statistical software Minitab release 14.12.0. Pennsylvania, USA: Minitab Inc.

- Miranda, I. (2011) Estadística aplicada a la sanidad vegetal. Centro de sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba. 173p.
- 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, 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>.
- Oliveira, R. A., Oliveira, F. A., Medeiros, J. F., Sousa, V. F. L. y Freire, A. G. (2014). Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. *Revista Ciência Agronômica*, 41(4),519-526,
- ONE. 2015. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Producción agrícola por cultivos seleccionados. Edición 2015, 33p.
- Paucar, A. 2011. El cultivo de acelga y sus propiedades. Quito-Ecuador. Extraído el 25 de Noviembre del 2012. desde <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/437/2/03%20AGI%20207%20TESIS.pdf>
- Peña, K., Rodríguez, J. C y Meléndrez, J. F. (2015 a). 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.
- 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*. Extraído el 23 de mayo de 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. Extraído el 23 de mayo de 2017 desde <http://www.journalijdr.com>
- Peña, K., Rodríguez, J. C. y Meléndrez, J. F. (2015 b). 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, K., Rodríguez, J. C. y Santana, M. (2015 c). Comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ante la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente. *Revista Científica Avances*, 17(4), 327-337.
- 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. Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- Pupo, R. A. (2011). Lista oficial de plantas para Ingenieros Agrónomos. Material complementario para la botánica. Cuba: Universidad Central. Centros de Estudios Jardín Botánico.
- Quintana, M. Galdo, Y. Cancio, T. y Méndez, V. (2015). Efecto del estimulante natural VIUSID agro en la producción de biomasa forrajera de brachiaria híbrido cv. mulato II. *Agrotecnia de Cuba*, 39(5), 15-22.
- 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>
- Roca, W. y Mroginski, L. (1993). Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones. 50p
- Rodríguez, A., Companioni, N., Peña, E., Cañet, P., Fresneda, J., Estrada, J. y Rey, R. (2007). Manual técnico para organopónico, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. Sexta edición. La Habana. 184p.
- Rodríguez, L. (2016). Efecto del VIUSID agro en el cultivo de la acelga (*Beta vulgaris* L.). Trabajo de curso, tercer año agronomía. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- Rosales, N. R. (2004). Respuestas del rábano (*Raphanus sativus* L.), a densidades de siembras y aplicación de sustancias fúlvicas (K-tionic) y húmicas (Humiplex std). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Ruiz, V. A., Cañiza, F., Romero, F., Noguera, I y Duart, P. (2008). Efecto de diferentes dosis de estiércol vacuno en el rendimiento del rabanito (*Raphanus sativus* L.). Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional de Asunción.
- Saeed, M. R., Kheir, A. M. y Al-Sayed, A. A. (2005). Suppressive 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>.
- Sanz, E. (2014). Activación molecular. Departamento de científico laboratorios Catalysis.
- Sawan, Z. M., Mahmoud, H. M. y 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

Sayed, R., Chincholkar, S., Reddy, M., Gangurde, N. y Patel, P. (2013). Producing PGPR for Crop Nutrition and Phytopathogen Suppression. *Bacteria Agrobiology Disease Management*, 32(3), 449-471.

Simbaña, C. (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.

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>

Terry, E., Ruiz, J., Tejada, T. y Reynaldo, L. (2014). Efectividad agrobiológica del producto bioactivo pectimorf® en el cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). *Cultivos Tropicales*, 35(2), 105-111.

Torres, S. (2008). Conferencia evaluación de masa seca en las plantas. Maestría de Agricultura sostenible CETAS. Material en power point, 40 diapositivas.

Valle, C. D. (2016). El VIUSID agro una alternativa en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Memorias X Congreso Internacional de Educación Superior Universidad 2016*. La Habana, Cuba

Valles, L. (2010). Cultivo de rábano. Extraído en 4 de mayo de 2017 desde [http://plantas.facilísimo.com/huertos/el-cultivo-delrabano\\_184364.html](http://plantas.facilísimo.com/huertos/el-cultivo-delrabano_184364.html)



Anexo 3. Análisis de correlación de Pearson.

		Correlaciones																		
		NH	MFP	MFH	MFR	MSP	MSH	MSR	LR	DR	LH	AH	AF2	IEF	IK	TCA	TAN	TCR	RAF	R
NH	Correlación de Pearson	1	.424**	.432**	.270*	.447**	.488**	.259*	.000	.107	.062	.182	.120	.166	-.106	.441**	.437**	.211	-.456**	.230*
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.047	.000	.000	.025	.494	.360	.800	.119	.307	.154	.367	.000	.000	.069	.000	.047
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MFP	Correlación de Pearson	.424**	1	.75**	.790**	.891**	.748**	.789**	.590**	.080**	.457**	.548**	.556**	.439**	.140	.882**	.618**	.283*	-.354**	.790**
	Sig. (bilateral)	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.232	.000	.000	.014	.002	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MFH	Correlación de Pearson	.432**	.757**	1	.197	.762**	.852**	.416**	.238*	.201	.610**	.622**	.675**	.021	-.232*	.764**	.385**	.370**	-.180	.197
	Sig. (bilateral)	.000	.000		.090	.000	.000	.000	.040	.084	.000	.000	.000	.860	.045	.000	.001	.001	.121	.091
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MFR	Correlación de Pearson	.230*	.790**	.197	1	.621**	.320*	.793**	.661**	.832**	.114	.238*	.201	.639**	.427**	.607**	.565**	.077	-.362**	1.000**
	Sig. (bilateral)	.047	.000	.090		.000	.005	.000	.000	.000	.331	.039	.084	.000	.000	.000	.000	.512	.001	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MSP	Correlación de Pearson	.447**	.891**	.762**	.621**	1	.886**	.826**	.470**	.633**	.613**	.622**	.610**	.446**	.116	.999**	.724**	.482**	.364**	.620**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.324	.000	.000	.000	.001	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MSH	Correlación de Pearson	.486**	.746**	.852**	.320*	.886**	1	.471**	.234*	.209	.610**	.694**	.711**	.043	-.327**	.886**	.507**	.411**	-.242**	.319**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.005	.000		.000	.043	.071	.000	.000	.000	.710	.004	.000	.000	.000	.030	.005
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MSR	Correlación de Pearson	.259*	.789**	.416**	.793**	.826**	.471**	1	.628**	.759**	.233*	.340**	.313**	.796**	.617**	.822**	.762**	.419**	-.399**	.793**
	Sig. (bilateral)	.025	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.045	.003	.006	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
LR	Correlación de Pearson	.080	.590**	.238*	.661**	.479**	.234*	.628**	1	.501**	.065	.296*	.198	.464**	.328**	.469**	.406**	.050	-.323**	.661**
	Sig. (bilateral)	.494	.000	.040	.000	.000	.043	.000		.000	.580	.010	.088	.000	.004	.000	.000	.668	.005	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
DR	Correlación de Pearson	.107	.680**	.201	.832**	.533**	.209	.759**	.501**	1	.073	.156	.128	.675**	.542**	.515**	.514**	.027	-.282**	.812**
	Sig. (bilateral)	.360	.000	.084	.000	.000	.071	.000	.000		.000	.536	.183	.273	.000	.000	.000	.816	.014	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
LH	Correlación de Pearson	.062	.457**	.610**	.114	.612**	.610**	.233*	.065	.073	1	.677**	.917**	-.302**	-.273*	.515**	-.101	.298**	.250*	1.2
	Sig. (bilateral)	.600	.000	.000	.331	.000	.000	.045	.260	.236		.000	.000	.000	.018	.390	.009	.031	.339	
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
AH	Correlación de Pearson	.182	.548**	.622**	.238*	.622**	.694**	.340**	.296*	.156	.677**	1	.911**	-.239**	-.271**	.618**	.018	.257**	.054	.237**
	Sig. (bilateral)	.119	.000	.000	.039	.000	.000	.003	.010	.183	.000		.000	.039	.019	.000	.879	.026	.648	.041
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
AF2	Correlación de Pearson	.120	.556**	.675**	.201	.618**	.711**	.313**	.190	.120	.917**	.911**	1	-.294*	-.294*	.610**	-.049	.293*	.162	.199
	Sig. (bilateral)	.307	.000	.000	.084	.000	.000	.006	.088	.273	.000	.000	.000	.010	.006	.011	.679	.011	.164	.067
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
IEF	Correlación de Pearson	.166	.439**	.021	.639**	.445**	.043	.796**	.464**	.675**	-.302**	-.239**	-.294*	1	.814**	.444**	.816**	.299**	-.453**	.640**
	Sig. (bilateral)	.164	.000	.860	.000	.000	.716	.000	.000	.000	.008	.030	.010		.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
IK	Correlación de Pearson	-.106	.140	-.232*	.427**	.115	-.327**	.617**	.326**	.542**	-.273*	-.271**	-.294*	.814**	1	.119	.408**	.258**	-.207	.428**
	Sig. (bilateral)	.367	.232	.045	.000	.324	.004	.000	.004	.000	.018	.019	.011	.000		.308	.000	.025	.074	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
TCA	Correlación de Pearson	.441**	.892**	.764**	.607**	.908**	.886**	.822**	.469**	.515**	.515**	.618**	.618**	.444**	.119	1	.735**	.530**	-.336**	.606**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.003	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
TAN	Correlación de Pearson	.437**	.918**	.380**	.605**	.918**	.702**	.702**	.400**	.514**	-.101	.918	.949	.810**	.469**	.730**	1	.536**	-.629**	.900**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.390	.878	.679	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
TCR	Correlación de Pearson	.211	.283*	.370**	.077	.482**	.411**	.419**	.050	.027	.298**	.257**	.293*	.299**	.258*	.530**	.536**	1	.121	.078
	Sig. (bilateral)	.069	.014	.001	.512	.000	.000	.000	.668	.819	.009	.026	.011	.009	.025	.000	.299		.299	.507
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
RAF	Correlación de Pearson	-.456**	-.354**	-.180	-.362**	-.364**	-.242**	-.399**	-.323**	-.282**	.250*	.054	-.162	-.453**	-.207	-.336**	-.529**	.121	1	-.363**
	Sig. (bilateral)	.000	.002	.121	.001	.001	.036	.000	.005	.014	.031	.648	.164	.000	.074	.003	.000	.299		.001
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
R	Correlación de Pearson	.230*	.750**	.197	1.000**	.620**	.319**	.793**	.661**	.832**	.112	.237**	.201	.640**	.428**	.606**	.666**	.078	-.363**	1
	Sig. (bilateral)	.047	.000	.091	.000	.000	.005	.000	.000	.000	.339	.041	.087	.000	.000	.000	.000	.507		.001
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).