



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 de la remolacha (*Beta vulgaris L.*)*

Autor: Reidel de la Osa Hernández

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 de la remolacha (*Beta vulgaris L.*)*

Autor: Reidel de la Osa Hernández

Tutora: MSc. Kolima Peña Calzada

Sancti Spíritus, 2017

*“Emplearse en lo estéril cuando se puede
hacer lo útil;
Ocuparse en lo fácil cuando se tienen
bríos para
intentar lo difícil,
es despojar de su dignidad al talento*

José Martí.



Dedicatoria

A mis padres Hilda y Raúl que gracias a ellos puedo convertirme en un profesional.

A mi familia y amigos que me ayudaron a ser lo que hoy soy y todos aquellos que de una manera u otra aportaron su granito de arena y confiaron en mí.

Agradecimientos

A Dios.

A la revolución por darme esta oportunidad y la posibilidad de convertirme en una profesional.

A la Universidad de Sancti Spiritus José Martí Pérez en específico a los profesores de los Departamentos de Agronomía y Veterinaria, por los conocimientos que me brindaron para mi superación como profesional.

A mi tutora MSc. Kolima Peña Calzada por su gran apoyo, paciencia, dedicación y esmero desmedido en la realización de este trabajo.

A mis compañeros de grupo en especial a Wendy, Neilyn y Claudia así como al alumno de cuarto año Rainel, a la técnica de laboratorio Yamilka y a José por su apoyo en la realización de mi trabajo de diploma.

ESPECIALMENTE A: Mis padres Hilda y Raúl, a mi hermano Reiby, a mis abuelos Guidalina y Federico (Pepe) y a mi tío Ricardo.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron para la realización del presente trabajo, ¡Muchas Gracias!

SÍNTESIS

Con el objetivo de evaluar el efecto del VIUSID agro en el cultivo de la remolacha, se diseñó un experimento en bloque al azar con cinco tratamientos y tres réplicas. Las variantes fueron: dosis 0,2; 0,5; 0,7; 1,0 L ha⁻¹ y un control. Dentro de los indicadores evaluados, estuvo la masa fresca y masa seca de las plantas así como de sus órganos individualmente. Además se evaluaron las hojas por planta, el diámetro polar y ecuatorial la raíz, 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 las plantas cuando se usó el VIUSID, los incrementos promedios respecto al control en la última evaluación fueron de 65,88 g. En la masa seca evaluación final, todos los tratamientos con VIUSID agro difirieron significativamente del control y lo superaron en 7,58; 6,59; 6,63 y 8,57 g respectivamente. En la masa fresca y seca de la raíz, última evaluación, fue la dosis 1,0 L ha⁻¹ la de mejor comportamiento. La tasa absoluta de crecimiento y de asimilación neta fue superior significativamente cuando se usó el producto, última evaluación. La mayor eficiencia productiva fue alcanzada con las variantes (0,5; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹) y el mejor comportamiento en el rendimiento con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con el resto de los tratamientos fue de la dosis 1,0 L ha⁻¹. Por lo que el VIUSID agro influyó positivamente en los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de remolacha.

SYNTHESIS

With the objective of evaluating the effect of VIUSID agro in the beet cultivation, an experiment in block to hazard with five treatments and three answers. The variants were: dose 0,2; 0,5; 0,7; 1,0 L ha⁻¹ and one control. About the evaluated indicators it was the cool mass and dry mass of the plants, so its organs individually. Besides there were evaluated the leaves by plant, the index of physiological growth and the foliate productive efficiency and the agricultural submission. The results showed a significant increment ($p \leq 0,05$) of the cool mass of the plants when it was used the VIUSID, the average increments about the control in the last evaluation were 65,88 g. In the dry mass the final evaluation, all the treatments with VIUSID differed significantly of the control and were superior in 7,58; 6,59; 6,63 and 8,57 g respectively. In the cool and dry mass of the root, last evaluation was the dose 1,0 L ha⁻¹ the best behavior. The growth absolute measure and the net assimilation was superior significantly when the product was used, last evaluation. The greater productive efficiency was reached with the variants (0,5; 0,7 and 1,0 L ha⁻¹) and the best behavior in the submission with significant differences ($p \leq 0,05$) with the rest of the treatments was the dose 1,0 L ha⁻¹. That's why the VIUSID agro had influenced positively in the productive and morphophysiological indicators of the beet cultivation.

CONTENIDOS	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1.1 Caracteres generales de los bioestimulantes	4
1.2 Efectos de la aplicación de aminoácidos sobre las plantas	4
1.3 Beneficios de la aplicación de productos que contenga aminoácidos	5
1.4 Mecanismos de asimilación de los nutrientes en la planta vía foliar	5
1.4.1 Limitaciones de la aplicación foliar	6
1.5 VIUSID agro	7
1.5.1 Activación molecular	7
1.5.2 Características de algunos de los componentes del VIUSID agro	7
1.5.3 Algunas investigaciones en Cuba con el uso del VIUSID agro	8
1.6 Origen de la remolacha	10
1.6.1 Evolución y distribución	10
1.6.2. Taxonomía de la remolacha	11
1.6.3 Características botánicas	11
1.6.4. La remolacha importancia. Propiedades nutritivas y usos	11
1.6.5 Algunas investigaciones en Cuba relacionadas con la producción de remolacha	12
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 Generalidades de la investigación	14
2.2 Diseño experimental, forma de aplicación y tratamientos	14
2.5 Indicadores	15
2.6 Estadística	19
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1. Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de las plantas	20
3.2 Efecto de los tratamientos en el número de hojas por planta	22
3.3 Efecto de los tratamientos en área foliar	23
3.4 Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de las hojas	24
3.5 Efecto de los tratamientos en el diámetro polar y ecuatorial de la raíz	26
3.6 Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de la raíz	27

3.7 Efecto de los tratamientos en la distribución de la masa seca	29
3.8 Efecto de los tratamientos en la tasa absoluta de crecimiento (TAC) y la tasa de asimilación neta (TAN)	30
3.9 Efecto de los tratamientos en la tasa de crecimiento relativo y la razón del área foliar	32
3.10 Efecto de los tratamientos en la potencia de la fuente y la potencia de la demanda	33
3.11 Efecto de los tratamientos en el índice de eficiencia foliar (IEF), el índice de cosecha (IK) y el rendimiento agrícola	35
CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

La producción organopónica está en constante perfeccionamiento y el abasto de hortalizas frescas durante todo el año es prioridad en Cuba. Se estima que se llegará a entregar a la mesa familiar como mínimo 300 g per cápita de estos cultivos diariamente (Rodríguez *et al.*, 2007). Por lo que se potencia cada día la obtención de vegetales, para garantizar el suministro a los consumidores (Terry *et al.*, 2011).

Estas pequeñas unidades de producción en las zonas urbanas, cuyas áreas no exceden las tres hectáreas, tienen como objetivo producir hortalizas 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 Cuba 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 (ONE, 2015). Sin embargo, del resto de las hortalizas la producción aún es baja e inversa a la alta demanda existente.

Dentro de las hortalizas la remolacha es de gran importancia ya que tiene propiedades medicinales y estimulantes del sistema digestivo. Es rica en hierro, fósforo, niacina, ácido ascórbico y en menor medida en tiamina y riboflavina. Su raíz es consumida fresca como ensalada, aunque en países como la India también se consumen las hojas. En Cuba su producción está limitada a pequeñas extensiones y los rendimientos en organopónicos suelen estar como promedio entre 1,6 y 3,0 kg m²⁽⁻¹⁾ (Rodríguez *et al.*, 2007). En la provincia Sancti Spíritus la producción de esta hortaliza es limitada no todos los organopónicos se dedican a su cultivo y los rendimientos alcanzados son similares a la media nacional. La mayor producción fue alcanzada en el año 2015 donde superó los 3,5 kg m²⁽⁻¹⁾ (González, 2017).

En este sentido es importante buscar alternativas para incrementar los rendimientos y una de las variantes a tener en cuenta pueden ser los promotores del crecimiento. En relación a esto en los últimos años y a causa de hacer más eficiente los sistemas productivos, 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” (Peña *et al.*, 2016)

Varios son los autores en Cuba que han utilizado diferentes variantes para tratar de incrementar los rendimientos en este importante cultivo hortícola. Dentro de ellos Martínez *et al.* (2005) variaron los intervalos de trasplante de las plántulas y obtuvieron resultados satisfactorios. Velázquez (2013) usó variantes con la Agromena e incrementó el contenido de calcio y magnesio en el suelo y logró aumentar la producción en más de un 50 %. Núñez *et al.* (2013) aplicaron el biofertilizantes (*Azospirillum* sp. y micorrizas) en las asociaciones con otros cultivos hortícolas y lograron resultados favorables en el incremento de la producción y Monier *et al.* (2014) utilizaron (*Glomus intraradices*) como cepa de micorrizas y el bioestimulante Pectimorf para incrementar el rendimiento agrícola del cultivo.

Otra alternativa que se pudiera tener en cuenta para elevar la producción de hortalizas y en especial la remolacha, es el promotor del crecimiento VIUSID agro, que según Catalysis (2014) actúa como un biorregulador natural y está compuesto básicamente por aminoácidos, vitaminas y minerales. Además como aspecto relevante, todos sus componentes fueron sometidos a un proceso biocatalítico de activación molecular que permite el uso de dosis relativamente bajas con buenos resultados.

Sin embargo, solamente consta un reporte del uso del producto (Peña *et al.*, 2017) en esta hortaliza. Aunque se hallaron estudios en otros cultivos donde la aplicación del VIUSID agro benefició el incremento de la producción. Uno de estos fue el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) donde incrementó las vainas y los granos por planta, así como el rendimiento (Meléndrez *et al.*, 2015 y Peña *et al.*, 2015 a). También Peña *et al.* (2015 b) obtuvieron incrementos en la calidad de las hojas de los anturios (*Anturium andreanum* Lind.) y el inicio de la floración. Se encontró además que el VIUSID agro favoreció la germinación de la semilla (Peña *et al.*, 2015 c), la producción de tomates (*S. Lycopersicum*) Peña *et al.* (2016) y los rendimientos en maíz (*Zea mays* L.) (Meléndrez *et al.*, 2016).

Problema científico

¿Cuál será el efecto de dosis del promotor de crecimiento VIUSID agro en el comportamiento morfofisiológico y productivo del cultivo de la remolacha (*B. vulgaris*)?

Hipótesis

La aplicación de dosis del promotor de crecimiento VIUSID agro favorecerá el comportamiento morfofisiológico y productivo del cultivo de la remolacha (*B. vulgaris*).

Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación foliar de dosis del promotor de crecimiento VIUSID agro el comportamiento morfofisiológico y productivo del cultivo de la remolacha (*B. vulgaris*).

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de dosis del promotor de crecimiento VIUSID agro el comportamiento morfofisiológico del cultivo de la remolacha (*B. vulgaris*).
2. Evaluar el efecto de dosis del promotor de crecimiento VIUSID agro el comportamiento productivo del cultivo de la remolacha (*B. vulgaris*).

1.1 Caracteres generales de los bioestimulantes

Los bioestimulantes en general, son sustancias orgánicas derivadas en su mayoría de materiales vegetales (extractos), algas marinas entre otros, lo que garantiza una elevada concentración de aminoácidos útiles y una relación equilibrada de nutrientes acorde con las necesidades de la planta (Vademécum Agrícola, 2002).

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

Este mismo autor plantea que a diferencia de los biofertilizantes, los bioestimuladores no están directamente asociados a la sustitución de dosis de fertilizantes químicos (N y P) en los cultivos, sino que se emplean independientemente de la aplicación o no de estos insumos. Por otra parte, su actividad productora de sustancias fisiológicamente activas y su efecto sobre el vegetal, alcanza su máxima expresión cuando la planta está adecuadamente nutrida. Aun así cuando no se aplican fertilizantes se obtiene un marcado efecto estimulador sobre el rendimiento, pero en este caso se debe fertilizar con enmiendas orgánicas para evitar el empobrecimiento del suelo a lo largo de varios ciclos de cosecha.

1.2 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, formación de frutos, adelanto

de la maduración y mejora del tamaño, coloración, riqueza en azúcar y vitaminas de los frutos.

- Reguladores de metabolismo de los microelementos: los aminoácidos forman quelatos con microelementos (hierro, cobre, cinc y manganeso, especialmente) favorecen su transporte y penetración a través de las células vegetales.

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

1.3 Beneficios de la aplicación de productos que contenga aminoácidos

La síntesis de aminoácidos es costosa para las plantas, en relación con el requerimiento energético que se necesita. Este gasto de energía es especialmente importante en momentos de estrés, en los cuales la fisiología de la planta no es óptima (excesos de calor, frío y enfermedades). En estos casos se ha demostrado que las plantas necesitan incrementar el contenido total de α -L-aminoácidos libres, para soportar dicha situación (Simbaña, 2011).

Además los α -L-aminoácidos están relacionados con los mecanismos de regulación del crecimiento y desarrollo vegetal, lo que indica el importante papel que tiene la aplicación de ellos (Tecsol, 2003). Además pueden absorber los α -L-aminoácidos tanto por la vía radicular, como por vía foliar; por vía radicular es repartido a toda la planta a través del tejido conductor. La vía foliar es la más utilizada ya que puede aplicarse con otros insumos como abonos foliares, fungicidas, insecticidas y herbicidas, que ingresan por las hojas de la planta.

1.4 Mecanismos de asimilación de los nutrientes en la planta vía foliar

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

la forma y la tasa de penetración de los iones. Algunas capas son hidrófobas y por tanto rechazan el rociado que esté basado en agua.

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

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

1.4.1 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.

1.5 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. Puede ser empleado en el agua de riego una vez por semana o en aplicaciones foliares, conjuntamente o no, con un fertilizante foliar y preferentemente en horas de la tarde para obtener mayor eficiencia del producto. Actúa como un biorregulador natural y sus componentes fueron sometidos a un proceso de activación molecular (Catalysis, 2014).

1.5.1 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). Dados estos antecedentes se han iniciado una serie de pruebas con ácido giberélico activado molecularmente, para incrementar la productividad agrícola en cultivos de importancia económica.

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.

1.5.2 Características de algunos de los componentes del VIUSID agro

Según Catalysis (2014).

- 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.
- Pantotenato cálcico (B₅): Es un nutriente esencial en la vida de la planta, interviene directamente en las reacciones fotoperiódicas. Tiene un papel importante en la síntesis y oxidación de los ácidos grasos. Regula el crecimiento.
- Piridoxina (B₆): Promueve el crecimiento de las plantas, en particular para los cultivos de tejidos para el enraizamiento.
- Ácido fólico: Actúa como un transportador de compuestos. Es una coenzima muy importante en el metabolismo de aminoácidos y en la síntesis de bases nitrogenadas requeridas para la formación de nuevos tejidos.
- Cianocobalamina (B₁₂): Desempeña un importante papel en la reacción enzimática de la nitrogenasa en la fijación de N₂ en NH₃ inorgánicos.
- Glucosamina: Vigoriza la planta y protege de forma natural contra hongos, nematodos e insectos. Mejora la nodulación en tallos y raíces.
- Glicirricinato monoamónico: Aumenta las defensas química de las plantas y crea resistencia contra los microorganismos.

1.5.3 Algunas investigaciones en Cuba con el uso del VIUSID agro

Expósito (2013) utilizó tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tomate (*S. lycopersicum*) 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 que consistió en la utilización de 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) aplicó foliar el promotor del crecimiento 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 del control y que el tratamiento que consistió en la utilización de VIUSID agro manifestó su mayor efecto a partir de la cuarta aplicación.

Pérez (2013) evaluó tres dosis de VIUSID agro en semillero de cebolla (*A. cepa*) en el municipio Taguasco. Obtuvo como resultado que los tratamientos con VIUSID agro, tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas del 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 del resto de los tratamientos.

Peña *et al.* (2014) 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.

Berroa (2014) evaluaron el efecto del VIUSID agro a razón de 0,03; 0,05 y 0,08 L ha⁻¹ y un control de producción en el cultivo de la soya (*Glycine max* L.) y obtuvieron en los rendimientos valores que se comportaron por encima de la media nacional llegando hasta 4,54 t ha⁻¹ con la dosis de 0,08 L ha⁻¹.

Dorta *et al.* (2015) determinaron *in vitro* que diferentes dosis de VIUSID agro (0,5, 0,8 y 1,0 L ha⁻¹) en aplicación foliar en el campo no afectan la germinación de la semilla ni el crecimiento inicial de las plántulas. En la germinación no hubo diferencias estadísticas entre las variantes 0,5 L ha⁻¹, 0,8 L ha⁻¹ respecto al control y el mejor comportamiento en el crecimiento de las plántulas y en la producción de materia seca, fue del tratamiento con semillas proveniente de plantas tratadas con la dosis de 0,5 L ha⁻¹.

Valle *et al.* (2015) para evaluar el efecto del VIUSID agro en frijol (*P. vulgaris*) usaron el diseño cuadrado latino con cuatro tratamientos: 0,5 L ha⁻¹, 0,8 L ha⁻¹, 1,0 L ha⁻¹ y un control y obtuvieron un efecto estimulante en las legumbres por planta, granos por planta y masa de 100 granos y el mayor rendimiento lo alcanzaron con la variante de 0,8 L ha⁻¹ y 1,0 L ha⁻¹ con valores de 3,09 y 3,02 t ha⁻¹ sin diferencias significativas entre ellos.

Peña *et al.* (2015 c) evaluaron el comportamiento de la germinación de la semilla ante la inmersión en una solución de VIUSID agro al 0,02 % durante tres horas en condiciones *in vitro* e *in vivo* y obtuvieron un incremento significativo en la velocidad de la germinación y el crecimiento de las plántulas. Además de un aumento de la producción en el experimento de campo.

1.6. Origen de la remolacha

El origen de la remolacha ha sido muy estudiado y existen diversos criterios entre los investigadores sobre el mismo, aunque todos coinciden en su origen europeo. Según Hanan *et al.* (2012) es originaria de un área que abarca desde la península Escandinava, noroeste de Europa a las costas del Mediterráneo, Islas Canarias y Medio Oriente, hasta la India. Otros autores aseveran que la remolacha de mesa es originaria de la Europa mediterránea y del norte de África y que posteriormente se extendió por toda Europa hasta la India occidental formándose un centro secundario de diversidad en Oriente próximo (Rodríguez *et al.*, 2007).

Según Infojardín (2017) es una planta originaria del sur de Europa y según la opinión más generalizada, de Italia. Procede de la especie silvestre (*Beta maritima* L.) que crece libremente en muchas zonas marítimas del sur de Europa y norte de África.

1.6.1 Evolución y distribución

En el siglo XVI creció el interés por la remolacha como hortícola para el consumo de la raíz, especialmente en Francia y Alemania. Su introducción en la agricultura ocurrió aproximadamente después del siglo XV, pero no es hasta los siglos XVIII y XIX en que se realizan los primeros trabajos de selección y se crearon valiosas variedades que se han conservado durante años. Se cultiva en todo el mundo aunque en una escala más limitada que la zanahoria. Se desconoce el momento en que fue introducida en Cuba, aunque no es hasta el triunfo de la Revolución que se incrementa su producción y consumo (Huerres y Caraballo, 1996).

En la actualidad, la remolacha de mesa (*B. vulgaris*) se cultiva prácticamente en todos los países, aunque en las regiones tropicales y subtropicales la producción comercial se encuentra limitada principalmente a las zonas altas o a las épocas más frescas del año (Infoagro, 2017).

1.6.2 Taxonomía de la remolacha (Pupo, 2011)

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Caryophyllales*

Familia: *Chenopodiaceae*

Género: *Beta*

Especie: *Beta vulgaris L.*

1.6.3 Características botánicas

Según (Terán, 2012) la remolacha tiene las características botánicas que se observan en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Características botánicas de la remolacha.

Nombre científico	<i>Beta vulgaris L.</i>
Planta	Ciclo de vida: Bianual Tipo: Dioica Altura: 0,30 m - 0,40 m Diámetro: 0,30 m
Tallo	Corto y de forma cónica.
Raíz	Napiforme (gruesa, carnosas y de forma cónica).
Hojas	Ensanchadas en su base, de forma triangular y largo pecíolo.
Flores	Perfectas, pequeñas verdosas o rojizas.
Inflorescencia	Panícula.
Fruto	Glomérulo, contiene de 2 a 4 semillas.

1.6.4 La remolacha importancia. Propiedades nutritivas y usos

La remolacha es una hortaliza muy energética que es muy aconsejada en casos de anemia, debido a su alto contenido en hierro, también es rica en azúcares, vitaminas C y B, potasio y carotenos. Es apropiada en la dieta de la embarazada gracias a su contenido ácido fólico, este es importante para asegurar el correcto desarrollo del tubo neural del feto, sobre todo en las primeras semanas de

gestación. Su deficiencia provoca en el futuro bebé enfermedades como la espina bífida o la anencefalia. Los requerimientos de folatos son superiores también en los niños. Por eso, incluirlas en su alimentación habitual es una forma válida de prevenir deficiencias (Infojardín, 2017).

Según Buena Salud (2010) las raíces consumidas en ensalada disminuyen el riesgo de obstrucción intestinal y las afecciones hepáticas y endocrinas. Son ricas en folate y se conoce que el ácido fólico ayuda contra enfermedades cardíacas y la anemia. Las remolachas también tienen alto contenido de fibra, soluble e insoluble. La fibra insoluble ayuda a mantener el tracto intestinal funcionando adecuadamente, mientras que la fibra soluble mantiene los niveles de azúcar en la sangre y colesterol controlados. Es además laxante por lo que combate el estreñimiento y las molestas hemorroides. También mejora la función hepática y las infecciones en la vejiga urinaria. Se ha demostrado que la ingestión de esta planta inhibe y previene la aparición o el crecimiento de tumores cancerígenos.

1.6.5 Algunas investigaciones en Cuba relacionadas con la producción de remolacha

Martínez *et al.* (2005), con la finalidad de determinar el momento óptimo de trasplante en el cultivo de la remolacha, evaluaron 4 tratamientos: trasplante a los 25, 30 y 35 días y siembra directa como testigo. La variedad empleada fue la Detroit y analizaron las variables: ancho y largo de las hojas, área foliar, número de hojas, altura de la planta, diámetro y masa de la raíz y rendimiento. Los resultados mostraron que el mejor tratamiento resultó el trasplante a los 35 días, el que superó en rendimiento a la variante testigo, por lo que recomendaron su aplicación como método de siembra alternativo en este cultivo.

Velázquez (2013), en el cultivo de la remolacha usó variantes con la Agromena, incrementó el contenido de calcio y magnesio en el suelo y logró incrementar la producción de en más de un 50 %. Este fue uno de los primeros cultivos que obtuvieron el beneficio de la aplicación de esta alternativa con una respuesta de calidad en su desarrollo y en el incremento final de la masa de la raíz y el rendimiento agrícola, así como se obtuvo mejora en la coloración y sabor.

Núñez *et al.* (2013) aplicaron el biofertilizantes (*Azospirillum* sp. y micorrizas) en las asociaciones lechuga-rábano y remolacha-rábano en la unidad de cultivo semiprotegido, La Condesa perteneciente a la Empresa Cultivos Varios Lenin, Jovellanos, provincia de Matanzas. Estos autores evaluaron 4 tratamientos (testigo, micorrizas, *Azospirillum*, *Azospirillum* + micorrizas). Obtuvieron un resultado favorable en el rendimiento de los cultivos y en la eficiencia económica.

Monier *et al.* (2014) utilizaron (*Glomus traradices*) como cepa de micorrizas y el bioestimulante Pectimorf, para evaluar los indicadores masa seca de la raíz, masa seca de la parte aérea, diámetro polar y ecuatorial del fruto, masa seca del fruto y de la parte aérea, largo de la raíz, masa seca de la planta completa, rendimiento y el crecimiento-desarrollo del cultivo de la remolacha, variedad nueva zelandia en organopónico. Estos obtuvieron que cuando se emplea micorriza combinada con pectimorf se obtienen mejores resultados en las variables del crecimiento - desarrollo y que estos productos tienen potencialidades para ser utilizados en sistemas de producción.

2.1 Generalidades de la investigación

El experimento se realizó en la finca “La María” de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Emilio Obregón, Jatibonico, Sancti Spíritus, Cuba, coordenada (21°55'31,94''N 79°11'30,15''O). La variedad utilizada fue Detroit Dark Red y la semilla fue adquirida en la Tienda del Agricultor en propio municipio. La siembra se realizó el día 2 de febrero del 2017 y la cosecha el 5 de abril del 2017. Las variables climáticas fueron registradas por la Estación Provincial de Sancti Spíritus, la temperatura media diaria fue de 22,97 °C, la humedad relativa media diaria 71,678 % y la precipitación pluvial acumulada de 5,43 mm. Para la preparación del sustrato, el riego, labores agrotécnicas y el control de plagas y enfermedades se siguieron las normas establecidas para el cultivo en el manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida (Rodríguez *et al.*, 2007).

2.2 Diseño experimental, forma de aplicación y tratamientos

El diseño experimental fue Bloques al azar con cinco tratamientos y tres réplicas (esquema 1). Las parcelas tenían 5 m² y la superficie de cálculo fue de 2,40 m². El marco de siembra fue de 0,10 x 0,15 m. Se marcaron 15 plantas por parcela al azar para un total de 45 plantas evaluadas por tratamiento.

Las aplicaciones se realizaron en horas de la mañana (consulta previa con Catalysis) con un intervalo de siete días desde la siembra hasta una semana antes de la cosecha y se usó un aspersor manual de espalda de 16 litros de capacidad. El aspersor manual fue calibrado antes de comenzar las mismas.

Para el establecimiento de los tratamientos se tuvo en cuenta las recomendaciones del fabricante en diferentes plegables de cultivos hortícolas y además las investigaciones realizadas por diferentes autores mencionados anteriormente. La composición declarada del producto se observa en la tabla 2.1.

Esquema 1: Diseño bloque al azar.

Tratamientos

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

A: Control.

B: 0,2 L ha⁻¹

C: 0,5 L ha⁻¹

D: 0,7 L ha⁻¹

E: 1,0 L ha⁻¹

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

Composición	%	Composición	%
Fosfato Potásico	5	Pantotenato Cálcico	0,115
Ácido Málico	4,6	Piridoxal	0,225
Glucosamina	4,6	Ácido Fólico	0,05
Arginina	4,15	Cianocobalamina	0,0005
Glicina	2,35	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.

2.3. Indicadores

Para determinar los indicadores a evaluar se tuvo en cuenta lo establecido por (Toscano, 2010) y además como aspecto más importante se siguieron las normas establecidas por la metodología de la investigación [conocimiento del cultivo y qué resultado se espera de este a partir de las características del producto a evaluar] (Fuentes *et al.*, 1999).

1. Masa fresca de la planta (g).

2. Masa seca de la planta (g).
3. Hojas por planta.
4. Masa fresca de las hojas (g).
5. Masa seca de las hojas (g).
6. Área foliar (cm²)
7. Diámetro ecuatorial de la raíz (cm).
8. Diámetro polar de la raíz (cm).
9. Masa fresca de la raíz (g).
10. Masa seca de la raíz (g).
11. Distribución de la masa seca (%).
12. Potencia de la fuente y potencia de la demanda (g día⁻¹).
13. Rendimiento agrícola (kg m²⁽⁻¹⁾).
14. Índices de crecimiento.

La evaluación de los indicadores se realizó en tres momentos en el ciclo del cultivo, a los 20, 40 y 60 días después de la siembra (dds). La última evaluación coincidió con la cosecha, ya que el cultivo adelantó notablemente su ciclo en las parcelas tratadas.

- 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 ± 0,01 g.
- Para el diámetro ecuatorial y polar de la raíz 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 de la raíz y así se realizó de forma homogénea en todas las muestras.

- La masa fresca de la raíz 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 los 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 determinar la potencia de la fuente y de la demanda se tuvo en cuenta el método de (Wilson, 1981) adaptado a la especie.
Potencia de la fuente= Tamaño de la fuente (Área foliar) * Actividad de la fuente (TAN)
Potencia de la demanda= Tamaño de la demanda (masa seca de la raíz reservante)* Actividad de la demanda (TRC raíz reservante)
- Para la cosecha se tuvo en cuenta que todos los tratamientos estuvieran dentro del rango establecido, diámetro ecuatorial de la raíz entre 4-6 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 expresado en la tabla 2.2.

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

Índice de crecimiento	Símbolo	Fórmula	Unidades
Tasa de crecimiento absoluto	TCA	$TCA = (W2-W1)/(T2-T1)$	(g·día ⁻¹)
Área foliar	AF	$AF= (l \times a) f$	(cm ²)

Tasa de asimilación neta	TAN	$TAN^* = 2(W_2 - W_1) / (AF_2 + AF_1) (t_2 - t_1)$	$(g \cdot cm^{-2} \cdot día^{-1})$
Tasa de crecimiento relativo	TCR	$TCR = 2(W_2 - W_1) / (W_2 + W_1) (t_2 - t_1)$	$(g \cdot g^{-1} \cdot día^{-1})$
Razón del área foliar	RAF	$RAF = \frac{1}{2} (AF_1/W_1 + AF_2/W_2)$	$(cm^2 g^{-1})$
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, l= largo de las hojas; a= ancho de las hojas; TAN*: Se usó la fórmula, porque (α), 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.

2.4 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 determinar la normalidad de los datos se realizó la prueba Kolmogorov Smirnov y para la homogeneidad de la varianza la Dócima de Levene. A todos los indicadores morfofisiológicos (excepto la masa seca de las hojas y el número de hojas) por presentar distribución normal y homogeneidad de la varianza se le realizó Anova de un factor y Tukey. Al número de hojas por no presentar homogeneidad de la varianza aunque sí una distribución normal, se le realizó una prueba T de Students para varianzas no homogéneas. A la masa seca de las hojas por no presentar distribución normal pero sí homogeneidad de la varianza se le realizó Kruskal – Wallis y prueba U de Mann – Whitney. 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). Se realizó la regresión lineal entre el rendimiento y la masa seca en la última evaluación. Se convirtieron los datos que lo requirieron por sus características.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

En la tabla 3.1 se observa el efecto de los tratamientos en la masa fresca de las plantas de remolacha en tres momentos en el ciclo del cultivo. A los 20 días después de la siembra (dds) el mejor comportamiento con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto al control, se alcanzó con la aplicación foliar de VIUSID agro dosis 0,5; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹. Los incrementos en relación al no tratado fueron de 3,40; 3,76; 4,02 g. La dosis menor también superó significativamente al control y el incremento respecto a este fue de 1,63 g.

Tabla 3.1 efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de las planta.

Tratamientos	Masa fresca (g)		
	20 (dds)	40 (dds)	60 (dds)
control	4,14 ± 0,47 c	49,41 ± 1,10 c	128,81 ± 4,43 c
0,2 L ha ⁻¹	5,77 ± 0,27 b	56,57 ± 1,37 b	177,58 ± 4,55 b
0,5 L ha ⁻¹	7,54 ± 0,25 a	57,17 ± 1,96 b	171,46 ± 4,47 b
0,7 L ha ⁻¹	7,90 ± 0,28 a	58,09 ± 1,62 ab	176,68 ± 4,51 b
1,0 L ha ⁻¹	8,16 ± 0,22 a	61,40 ± 1,12 a	194,69 ± 4,44 a
CV(%)	24,18	24,22	28,78
	Masa seca (g)		
control	0,28 ± 0,01 c	5,21 ± 0,15 b	16,79 ± 0,59 b
0,2 L ha ⁻¹	0,40 ± 0,02 b	6,25 ± 0,14 a	24,37 ± 0,70 a
0,5 L ha ⁻¹	0,46 ± 0,02 ab	6,10 ± 0,16 a	23,38 ± 0,72 a
0,7 L ha ⁻¹	0,47 ± 0,02 ab	5,95 ± 0,17 a	23,42 ± 0,78 a
1,0 L ha ⁻¹	0,50 ± 0,03 a	6,52 ± 0,88 a	25,36 ± 0,75 a
CV(%)	23,33	23,20	28,65

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para $p \leq 0,05$. Según prueba de rangos múltiples de Tukey (Media ± Error estándar).

En la segunda evaluación (tabla 3.1) el comportamiento fue similar todos los tratamientos con el producto superaron significativamente al control ($p \leq 0,05$). La dosis 1,0 L ha⁻¹ difirió estadísticamente del resto de las variantes con el producto excepto del tratamiento 0,7 L ha⁻¹. Los

incrementos en relación al no tratado por el orden en que aparecen en la tabla fueron de 19,96; 15,71; 17,08; 14,20 y 25,14 %.

A los 60 dds el tratamiento con mejor comportamiento fue la dosis 1,0 L ha⁻¹, esta difirió significativamente de todas las variantes empleadas y superó al control en 65,88 g, lo que significó un incremento en masa fresca del 51,15 %. El resto de las variantes tuvieron igualmente un comportamiento favorable con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) del no tratado con VIUSID y lo superaron en un 37,86; 33,11 y 37,16 % (tabla 3.1).

La masa seca de las plantas fue significativamente superior en todas las variantes con el promotor del crecimiento en relación al control (tabla 3.1). El tratamiento con mejor comportamiento (20 dds) fue de la dosis 1,0 L ha⁻¹ que a su vez no difirió de la variante 0,5 y 0,7 L ha⁻¹. Sin embargo, mostró diferencias estadísticas con la dosis menor. A los 40 dds el comportamiento fue similar ya que todas las variantes con el promotor del crecimiento superaron significativamente ($p \leq 0,05$) al control y no difirieron entre sí. Los incrementos promedios de las tratadas en relación al control por el orden de posición ascendente en la tabla fueron del 19,96; 17,08; 14,20 y 25,14 %.

En la última evaluación a los 60 dds se mantuvo la misma tendencia y fueron los tratamientos donde se aplicó foliar el promotor del crecimiento VIUSID agro los de mejor comportamiento. No se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las variantes con el producto y sí de ellas con el control. Los incrementos en relación a este fueron de 7,58; 6,59; 6,63 y 8,57 g y como promedio los tratados superaron al control en 7,34 g lo que significó un incremento del 43,73 % de la masa seca (tabla 3.1).

El resultado obtenido en este indicador es atribuido al uso del VIUSID agro ya que Catalysis (2014) plantea que este promotor del crecimiento en su composición contiene 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 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

(Gardner *et al.*, 1985). Es este sentido los tratamientos con VIUSID agro tuvieron mejores resultados 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 el número de hojas por planta

Veinte días después de la siembra fueron los tratamientos 0,5; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ los de mayor efecto estimulante de las hojas por planta. Estos difirieron significativamente ($p \leq 0,05$) del control y de la variante con menor dosis. Los incrementos en relación al no tratado fueron de 12,91; 11,69 y 16,40 % respectivamente (figura 3.1).

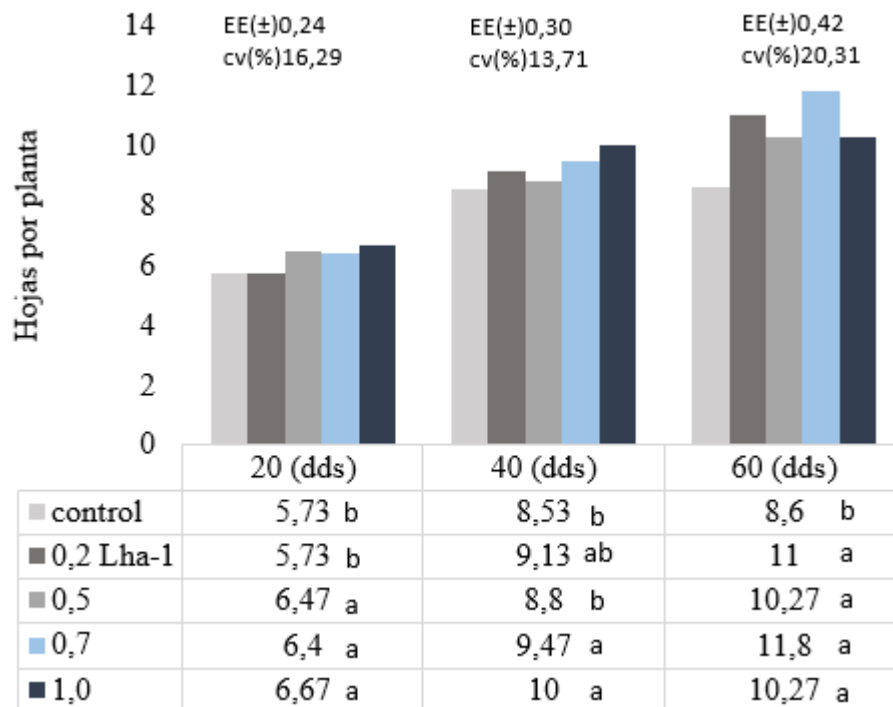


Figura 3.1. Efecto de los tratamientos en el número de hojas por planta. Medias con letras desiguales difieren para $p \leq 0,05$ según prueba T de Students.

A los 40 dds fueron las dosis 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ las que difirieron significativamente del control y de la dosis 0,5 L ha⁻¹ y no se encontró diferencias estadísticas entre estas y la dosis menor (figura 3.1). La variante con 0,7 L ha⁻¹ superó al no tratado con VIUSID agro en 11,02 % y la de 1,0 L ha⁻¹ en

17,23 %. Los tratamientos que consistieron en la aplicación foliar de 0,2 y 0,5 L ha⁻¹ del promotor del crecimiento no difirieron del control.

Sin embargo, en la última evaluación los tratamientos con VIUSID agro no difirieron significativamente entre ellos pero sí del control y los incrementos en relación a este fueron por el orden consecutivo inmediato en que aparecen en la tabla, 27,91; 19,42; 37,21 y 19,42 % respectivamente (figura 3.1).

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

3.3 Efecto de los tratamientos en área foliar

En la figura 3.2 se observa el efecto de los tratamientos en el área foliar. En la primera evaluación el mejor comportamiento fue de las variantes con el promotor del crecimiento ya que todas difirieron significativamente ($p \leq 0,05$) del no tratado con el producto. Los incrementos de las dosis 0,2; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ respecto a este, fueron de 4,39; 3,91 y 6,68 cm². Esto significó un incremento como promedio del área foliar en un 45,09 % de estos tratamientos en relación al control. La dosis 0,5 L ha⁻¹ también tuvo un comportamiento favorable y el incremento respecto al no tratado fue de 21,91 %.

A los 40 dds el comportamiento fue similar ya que todas las variantes con el VIUSID difirieron significativamente del control. En este tipo de experimento donde las evaluaciones se realizan por el método destructivo o sea que no se evalúa una misma planta desde el inicio al final del ciclo las tendencias son de marcado interés.

En la última evaluación la tendencia fue similar (figura 3.2) y en esta ocasión fue la dosis 0,5 L ha⁻¹ la de mejor comportamiento con incrementos en relación al control de 19,83 cm² lo que significó un aumento en el área foliar del 26,61 %. Los incrementos del resto de los tratamientos con el VIUSID en relación al no tratado, fueron de 16,28; 15,81 y 11,30 % respectivamente.

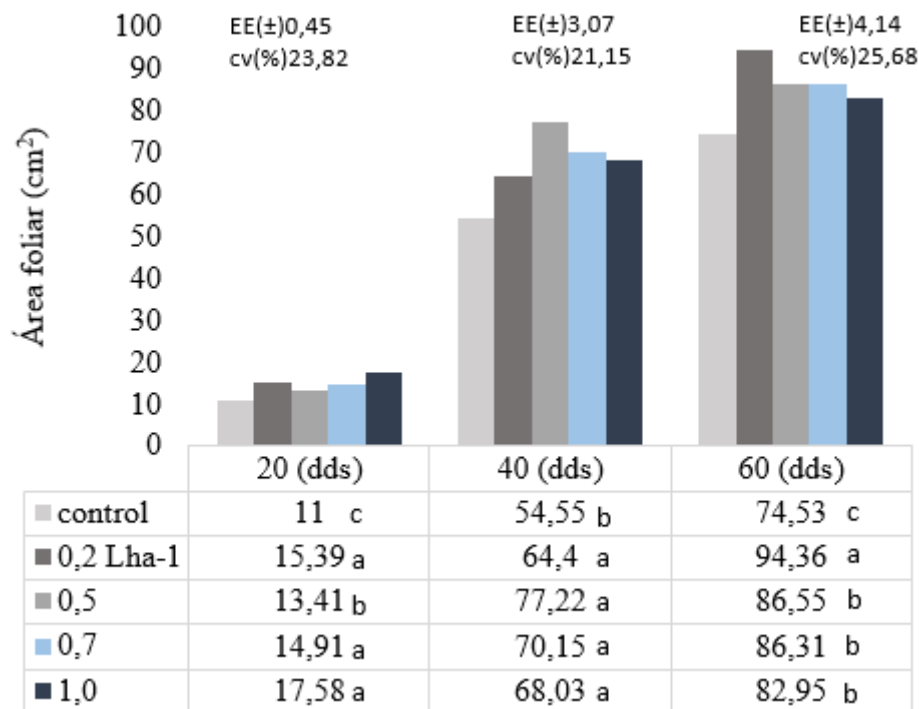


Figura 3.2. Efecto de los tratamientos en el área foliar. Medias con letras desiguales difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Los resultados alcanzados con el uso del promotor del crecimiento VIUSID agro fueron favorables 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.

3.4 Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de las hojas

En la masa fresca de las hojas 20 dds fueron los tratamientos con el promotor del crecimiento los que alcanzaron el mejor comportamiento. Las dosis 0,5; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ difirieron significativamente ($p \leq 0,05$) del resto de las variantes y superaron al control en 3,11; 3,4 y 3,61 g. El incremento de la dosis menor en relación al no tratado fue de 1,45 g lo que significó tuvo un aumento de la masa fresca de las hojas del 36,99 % más que el control (tabla 3.2).

A los 40 días posteriores a la siembra (tabla 3.2) no hubo diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos. Sin embargo, en la última evaluación fueron las variantes con VIUSID agro las de mejor comportamiento, con diferencias estadísticas del control. La dosis con la que se alcanzó mejor efecto estimulante de esta variable, fue 0,2 L ha⁻¹ con la que se obtuvo 35,74 g más, como promedio de masa fresca de las hojas, en relación al no tratado.

En la masa seca de las hojas 20 dds fueron los tratamientos con el promotor del crecimiento los de mejor comportamiento con diferencias estadísticas en relación al control los incrementos en relación a este fueron de 0,10; 0,15; 0,16 y 0,18 g (tabla 3.2). En la segunda evaluación los tratamientos no difirieron significativamente entre ellos. Sin embargo, a los 60 dds la tendencia se mantuvo similar al primer momento ya que todas las variantes con el producto difirieron significativamente del control y fue la menor dosis la de mejor comportamiento con incrementos respecto al no tratado de 24,91 %.

Tabla 3.2. Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de las hojas (g).

Tratamientos	Masa fresca (g)		
	20 (dds)	40 (dds)	60 (dds)
control	3,92 ± 0,18 c	38,86 ± 1,55 a	41,04 ± 1,67 c
0,2 L ha ⁻¹	5,37 ± 0,21 b	41,04 ± 1,85 a	76,78 ± 2,31 a
0,5 L ha ⁻¹	7,03 ± 0,23 a	39,86 ± 1,53 a	55,64 ± 2,10 b
0,7 L ha ⁻¹	7,32 ± 0,25 a	39,37 ± 1,80 a	57,21 ± 2,54 b
1,0 L ha ⁻¹	7,53 ± 0,29 a	40,57 ± 1,51 a	53,59 ± 2,19 b
CV(%)	24,18	17,62	25,30
	Masa seca (g)		
control	0,26 ± 0,01 c	3,65 ± 0,15 a	5,70 ± 0,11 c
0,2 L ha ⁻¹	0,36 ± 0,02 a	3,72 ± 0,17 a	7,12 ± 0,15 a
0,5 L ha ⁻¹	0,41 ± 0,01 a	3,62 ± 0,10 a	6,20 ± 0,26 b
0,7 L ha ⁻¹	0,42 ± 0,01 a	3,65 ± 0,14 a	6,18 ± 0,67 b
1,0 L ha ⁻¹	0,44 ± 0,02 a	3,84 ± 0,18 a	6,09 ± 0,74 b
CV(%)	21,58	25,60	23,18

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para $p \leq 0,05$. Según prueba de rangos múltiples de Tukey y prueba U de Mann – Whitney para la masa seca, (Media ± Error estándar).

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. En primer lugar, el aumento de masa seca en las hojas es debido a la alta translocación de fotoasimilados preferentemente para estas (Aumonde *et al.*, 2011), lo que, en el estudio, fue más evidente cuando se usó el VIUSID.

Los resultados alcanzados en este indicador fueron atribuidos al efecto del promotor del crecimiento aplicado foliar y coincidieron con Peña *et al.* (2015 b) que obtuvieron incrementos en la masa seca de las plántulas cuando usaron 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 diámetro polar y ecuatorial de la raíz

En el diámetro polar de la raíz a los 20 días de la siembra (dds) no hubo diferencias significativas entre las variantes. Ya a los 40 días, segunda evaluación, se observa (tabla 3.3) que los tratamientos con el producto superaron significativamente al control y que el mejor comportamiento lo alcanzó la dosis 1,0 L ha⁻¹. Esta superó al no tratado en 0,72 cm lo que significó un aumento del 26,18 %. Sin embargo, aunque con la misma tendencia, en la última evaluación los tratamientos con dosis de VIUSID no difirieron significativamente entre ellos pero sí del control. Los incrementos respecto a este por el orden consecutivo en que aparecen en la tabla fueron de 22,66; 31,07, 35,75 y 41,12 % respectivamente.

Tabla 3.3. Efecto de los tratamientos en el diámetro polar y ecuatorial de la raíz (cm).

Tratamientos	Diámetro polar (cm)		
	20 (dds)	40 (dds)	60 (dds)
control	5,54 ± 0,20 a	2,75 ± 0,11 c	4,28 ± 0,16 b
0,2 L ha ⁻¹	6,00 ± 0,32 a	3,24 ± 0,11 b	5,25 ± 0,21 a
0,5 L ha ⁻¹	5,99 ± 0,13 a	3,27 ± 0,15 b	5,61 ± 0,24 a
0,7 L ha ⁻¹	6,08 ± 0,19 a	3,33 ± 0,13 b	5,81 ± 0,21 a
1,0 L ha ⁻¹	6,22 ± 0,32 a	3,47 ± 0,08 a	6,04 ± 0,22 a
CV(%)	15,91	15,89	18,70
	Diámetro ecuatorial (cm)		
control	0,33 ± 0,02 c	2,28 ± 0,09 c	4,28 ± 0,14 b
0,2 L ha ⁻¹	0,40 ± 0,02 b	2,83 ± 0,09 b	5,71 ± 0,11 a
0,5 L ha ⁻¹	0,47 ± 0,02 a	2,64 ± 0,07 b	5,80 ± 0,21 a
0,7 L ha ⁻¹	0,49 ± 0,03 a	2,96 ± 0,14 a	5,69 ± 0,17 a
1,0 L ha ⁻¹	0,51 ± 0,03 a	3,01 ± 0,12 a	6,14 ± 0,17 a
CV(%)	29,55	17,45	16,89

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey (Media \pm Error estándar).

En el diámetro ecuatorial de la raíz en la primera evaluación el comportamiento más favorable se alcanzó con las dosis 0,5; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ sin diferencias entre ellas pero sí con el control y la menor dosis. Los incrementos de las dosis con mejor respuesta en relación al no tratado fueron de 0,14; 0,16 y 0,18 cm. El incremento de la dosis 0,2 L ha⁻¹ respecto al no tratado fue de 21,21 %.

A los 40 dds todas las variantes con el producto superaron significativamente al control, las dosis 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ fueron las de mejor comportamiento. En la última evaluación se mantuvo la tendencia sin embargo, los tratamientos con el producto no difirieron entre ellos pero sí de la variante control y los incrementos respecto a este fueron de 33,41; 35,51; 32,94 y 43,46 % respectivamente (tabla 3.3).

El diámetro polar y ecuatorial de la raíz son indicadores de calidad en el cultivo de la remolacha (Rodríguez *et al.*, 2007) están influenciados por las características de la variedad, pero los factores ambientales desfavorables como las temperaturas altas pueden incidir negativamente y provocar deformaciones en el objeto comercial. Las temperaturas medias durante el experimento no superaron el rango óptimo para el crecimiento de la raíz reservaste 15-23 °C (Huerres y Caraballo, 1996) y los valores medios de las variables estuvieron dentro del rango para la variedad. Aunque se observa en la tabla 3.3 que en el tratamiento control la raíz tuvo un diámetro ecuatorial y polar con igual valor medio, mientras que en los tratamientos con VIUSID se alcanzó un diámetro ecuatorial superior para un resultado más favorable.

Por otra parte se han encontrado resultados similares en condiciones tropicales, Peña *et al.* (2017) al aplicar VIUSID agro en remolacha con los tratamientos de dosis 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ 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.

3.6 Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de la raíz

El comportamiento de la masa fresca de la raíz en tres momentos del ciclo del cultivo se observa en la tabla 3.4. En la primera evaluación el mejor resultado se alcanzó con los tratamientos con VIUSID agro ya que todos difirieron significativamente de control. Dentro de ellos fue la dosis 1,0 L ha⁻¹ la que logró el incremento mayor respecto al no tratado y lo superó en 0,41 g.

A los 40 dds los tratamientos con el producto también superaron al control significativamente. Las dosis 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ no difirieron entre ellas, ni existieron diferencias estadísticas entre las variantes 0,2, 0,5 y 0,7 L ha⁻¹. En la última evaluación se mantuvo la tendencia y fue la dosis mayor la que tuvo un mejor comportamiento y difirió significativamente del resto de las variantes con VIUSID y del control. En relación a este último, el incremento fue de 54,09 g respectivamente. El resto de las dosis también lograron incrementos significativos respecto al no tratado de 12,2; 28,04 y 31,69 g.

Tabla 3.4. Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de la raíz (g).

Tratamientos	Masa fresca (g)		
	20 (dds)	40 (dds)	60 (dds)
control	0,22 ± 0,02 d	10,54 ± 0,94 c	87,78 ± 4,61 c
0,2 L ha ⁻¹	0,40 ± 0,07 c	15,52 ± 0,93 b	100,80 ± 5,92 b
0,5 L ha ⁻¹	0,51 ± 0,03 b	17,31 ± 1,15 b	115,82 ± 11,53 b
0,7 L ha ⁻¹	0,58 ± 0,08 ab	18,72 ± 1,25 ab	119,47 ± 10,54 b
1,0 L ha ⁻¹	0,63 ± 0,04 a	20,83 ± 1,18 a	141,09 ± 11,17 a
CV(%)	33,19	32,75	34,72
	Masa seca (g)		
control	0,02 ± 0,002 d	1,56 ± 0,16 b	11,09 ± 0,92 c
0,2 L ha ⁻¹	0,04 ± 0,005 c	2,53 ± 0,16 a	17,25 ± 1,56 b
0,5 L ha ⁻¹	0,05 ± 0,005 b	2,48 ± 0,17 a	17,17 ± 1,39 b
0,7 L ha ⁻¹	0,06 ± 0,001 a	2,30 ± 0,19 a	17,24 ± 1,54 b
1,0 L ha ⁻¹	0,06 ± 0,006 a	2,68 ± 0,21 a	19,27 ± 1,44 a
CV(%)	26,83	28,21	25,70

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey (Media ± Error estándar).

La masa seca de la raíz en estos tres momentos también se encuentra reflejada en la tabla 3.4. En la primera evaluación todos los tratamientos con el promotor del crecimiento difirieron significativamente del control y las dosis 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ fueron las de mejor comportamiento. En la segunda evaluación todas las variantes con el producto difirieron significativamente del control aunque no entre ellas.

Ya en la última evaluación el comportamiento fue similar solo que la dosis de mejor resultado fue $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ ya que difirió significativamente de todas las variantes con VIUSID y del control. Los incrementos respecto a este fueron de 8,18 g. El resto de las variantes con el producto no difirieron entre ellas pero superaron significativamente al control en 6,16; 6,08 y 6,15 g. Este resultado significó que como promedio se logró un incremento de la masa seca de más del 50 % de los tratados respecto al control (tabla 3.4).

La masa fresca y seca de la raíz 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 de la raíz. Según (Peña *et al.*, 2017) el VIUSID agro benefició la masa fresca de la raíz en el cultivo de la remolacha y lograron un incremento respecto al control con las dosis ($0,7$ y $1,0 \text{ L ha}^{-1}$) de 120 y 130 g respectivamente.

Rodríguez (2016) encontró un incremento de la masa de la raíz en el cultivo de la acelga cuando aplicó dosis de VIUSID agro. La Rosa (2016) en lechuga (*Lactuca sativa* L.) con dosis de este promotor del crecimiento no logró un efecto estimulante en la longitud de la raíz pero si en la masa fresca con diferencias significativas en relación al control.

3.7 Efecto de los tratamientos en la distribución de la masa seca

En la figura 3.3 se observa la distribución de masa seca en la planta a los 60 dds. En el tratamiento control, de la producción total, el 33,95 % se encontró en el follaje y el 66,05 % en las raíces. Esta variante fue la que tuvo el comportamiento menos favorable ya que la relación raíz/follaje fue significativamente menor en relación al resto de las variantes.

La mayor relación raíz/follaje se alcanzó con la variante $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ ya que por cada gramo en el follaje hubo 3,16 g en la raíz y del total de masa seca el 24 % quedó en las hojas y el 75 % en la raíz. Las variantes con dosis $0,5$ y $0,7 \text{ L ha}^{-1}$ también tuvieron un comportamiento favorable con diferencias significativas de la dosis menor y del control. El tratamiento $0,2 \text{ L ha}^{-1}$ de las variantes con el producto, fue la del comportamiento menos favorable sin embargo, difirió significativamente del control.

Este comportamiento coincidió con lo planteado con (Costa *et al.*, 2006 y Aumonde *et al.*, 2011) quienes afirman 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 la raíz de la planta.

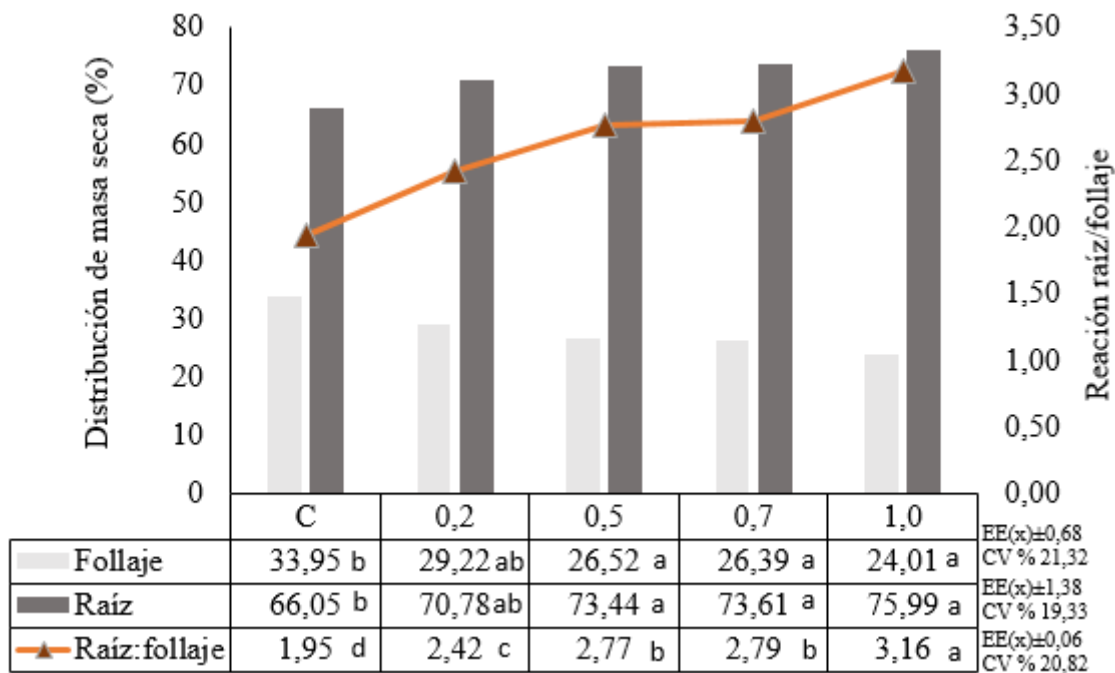


Figura 3.3. Efecto de los tratamientos en la distribución de masa seca (60 dds). Hipótesis para proporciones.

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 la dosis mayor, como fue mencionado anteriormente.

3.8 Efecto de los tratamientos en la tasa absoluta de crecimiento (TAC) y la tasa de asimilación neta (TAN)

La tasa absoluta de crecimiento (TAC) se observa en la tabla 3.6, a los 40 días posteriores a la siembra los tratamientos de mejor comportamiento fueron las dosis 0,2 y 1,0 L ha⁻¹ que si bien no difirieron significativamente del resto de los tratamientos con VIUSID agro, sí lo hicieron del control y los incrementos en relación a este fueron 16 y 20 %.

En la última evaluación (60 dds) se observa que todos los tratamientos con el producto difirieron significativamente del no tratado. Los incrementos en relación a este fueron por el orden consecutivo en que aparecen en la tabla, 0,33; 0,28; 0,29 y 0,36 g día⁻¹. Esto significó que los tratamientos con VIUSID agro alcanzaron un mayor incremento de masa seca por unidad de tiempo que el control.

Tabla 3.5. Efecto de los tratamientos en la tasa activa de crecimiento y la tasa de asimilación neta

Tratamientos	TAC (g· día ⁻¹)		TAN (g·cm ⁻² · día ⁻¹)	
	40 (dds)	60 (dds)	40 (dds)	60 (dds)
control	0,25 ± 0,01 b	0,58 ± 0,02 b	0,0075 ± 0,0002 a	0,0090 ± 0,0002 c
0,2 L ha ⁻¹	0,29 ± 0,01 a	0,91 ± 0,03 a	0,0073 ± 0,0003 a	0,0114 ± 0,0004 b
0,5 L ha ⁻¹	0,28 ± 0,01 ab	0,86 ± 0,03 a	0,0062 ± 0,0003 a	0,0106 ± 0,0002 b
0,7 L ha ⁻¹	0,27 ± 0,01 ab	0,87 ± 0,02 a	0,0064 ± 0,0003 a	0,0111 ± 0,0002 b
1,0 L ha ⁻¹	0,30 ± 0,01 a	0,94 ± 0,03 a	0,0070 ± 0,0002 a	0,0124 ± 0,0003 a
CV (%)	24,34	22,44	21,07	23,16

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey (Media ± Error estándar)

En la tasa de asimilación neta a los 40 días posteriores a la siembra no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, en la última evaluación todos los tratamientos con VIUSID agro superaron significativamente al control. Esto significó que estas variantes obtuvieron una mayor ganancia neta en masa seca por unidad de área foliar y por lo tanto una mayor eficiencia fotosintética.

A los 60 dds el mejor comportamiento fue de la dosis 0,1 L ha⁻¹ con un aumento en relación al no tratado de 0,0034 (g·cm⁻²· día⁻¹) lo que significó un incremento en masa seca por unidad de área foliar de 37,78 % más que el control. Las dosis 0,2; 0,5 y 0,7 no difirieron significativamente entre ellas pero superaron al no tratado con el producto en 26,66; 17,78 y 23,33 % respectivamente (tabla 3.6).

La TAN según (Hunt, 1978; Gardner *et al.*, 1985 y Clavijo, 1989) 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, permiten 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 60 dds.

3.9 Efecto de los tratamientos en la tasa de crecimiento relativo y la razón del área foliar

En la tasa de crecimiento relativo (TCR) se observa que a los 40 días posteriores a la siembra no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, en la última evaluación fueron los tratamientos con el VIUSID agro los de mejor comportamiento con diferencias estadísticas en relación al no tratado con el producto. Los incrementos respecto a este fueron (orden de aparición a partir de él) de 12,55; 11,41; 13,12 y 12,36 % (tabla 3.6).

Este resultado significó que las plantas de remolacha tratadas con VIUSID agro tuvieron una mayor eficiencia para producir materia seca nueva, en un tiempo determinado. Esta tasa es considerada como un índice de eficiencia en la producción de masa seca en las plantas.

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

Tratamientos	TCR ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{ día}^{-1}$)		RAF (cm^2g^{-1})	
	40 (dds)	60 (dds)	40 (dds)	60 (dds)
control	0,0898 \pm 0,001 a	0,0526 \pm 0,004 b	24,88 \pm 1,47 b	7,45 \pm 0,45 b
0,2 L ha ⁻¹	0,0880 \pm 0,001 a	0,0592 \pm 0,003 a	24,39 \pm 1,24 b	7,08 \pm 0,31 ab
0,5 L ha ⁻¹	0,0860 \pm 0,001 a	0,0586 \pm 0,003 a	20,91 \pm 0,88 a	8,18 \pm 0,24 b
0,7 L ha ⁻¹	0,0854 \pm 0,001 a	0,0595 \pm 0,002 a	21,76 \pm 0,05 a	7,73 \pm 0,40 b
1,0 L ha ⁻¹	0,0858 \pm 0,001 a	0,0591 \pm 0,003 a	22,80 \pm 1,21 a	6,85 \pm 0,21 a
CV (%)	5,69	24,42	20,77	18,47

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey (Media \pm Error estándar)

Independientemente de los tratamientos el cultivo siguió un comportamiento que no alteró la tendencia normal durante la ontogenia, ya que los mayores valores de TCR se alcanzaron a los 40 dds esto significó que en la etapa inicial de desarrollo, el cultivo fue más eficiente en la elaboración de nuevo material, planteamiento que sostienen (Santos *et al.*, 2010).

En la razón del área foliar (RAF) a los 40 días posteriores a la siembra el mejor comportamiento fue de los tratamientos 0,5; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ de VIUSID agro ya que difirieron significativamente del control y de la dosis menor. En la última evaluación el comportamiento más favorable fue de

la dosis de 1,0 L ha⁻¹ ya necesitó un área (cm²) menor que el control en un 8,76 % para producir una unidad de masa seca. A diferencia del resto de los índices de crecimiento la planta es más eficiente mientras menor sea el valor de la razón de área foliar. La dosis menor no difirió de la variante mencionada ni de resto de los tratamientos.

No existen referencias de que el VIUSID agro influya en este índice del crecimiento en el cultivo de la remolacha, sin embargo, (Catalysis, 2014) plantea que el producto contiene argirina que es un aminoácido libre que dentro de sus funciones en la planta, está la acción rejuvenecedora. Además este aminoácido contribuye en la síntesis de clorofila, por lo que se beneficia el proceso de fotosíntesis en los cultivos y es fuente de reserva de nitrógeno.

Por otra parte si se analizan los valores medios a los 40 y 60 dds, independientemente de los tratamientos, la razón de área foliar (RAF) siguió la tendencia normal de decrecimiento en el tiempo planteada por (Benincasa, 2003). Es conocido que este indicador declina a medida que la planta crece, pues con el crecimiento aumenta la interferencia de las hojas superiores sobre las inferiores, induciendo el aumento del área foliar sin el correspondiente aumento de la masa seca de la parte aérea (Benincasa, 1988).

Otros autores reportaron un comportamiento similar (Costa *et al.*, 2006) plantearon que independiente del tratamiento al que se sometían las plantas, la RAF tiene una disminución durante el ciclo del cultivo. Así, las plantas tienen mayor RAF al inicio del ciclo vegetativo, decreciendo con la maduración.

3.10 Efecto de los tratamientos en la potencia de la fuente y la potencia de la demanda

La figura 3.4 refleja el comportamiento de la potencia de la fuente y de la demanda en dos momentos en el ciclo del cultivo. En la potencia de la fuente 40 dds el mejor comportamiento fue de los tratamientos con VIUSID agro los que difirieron significativamente del control excepto la dosis 0,7 L ha⁻¹. Las dosis que difirieron tuvieron como promedio un incremento en relación al control del 16,26 %.

La potencia de la demanda a los 40 dds tuvo valores medios inferiores a la potencia de la fuente y los tratamientos donde se aplicó VIUSID agro superaron significativamente al control sin diferencias entre ellos, el incremento promedio en relación a este fue superior al 50 %.

A los 60 días después de la siembra los valores mayores en la potencia de la fuente fueron alcanzados por los tratamientos con VIUSID agro con diferencias significativas en relación al control. Estos resultados de potencia de fuente se pueden interpretar como el momento en el cual la maquinaria fotosintética fue más eficiente en este proceso metabólico y las redes vasculares fueron más eficientes en la carga floemática de azúcares (Wardlaw, 1990).

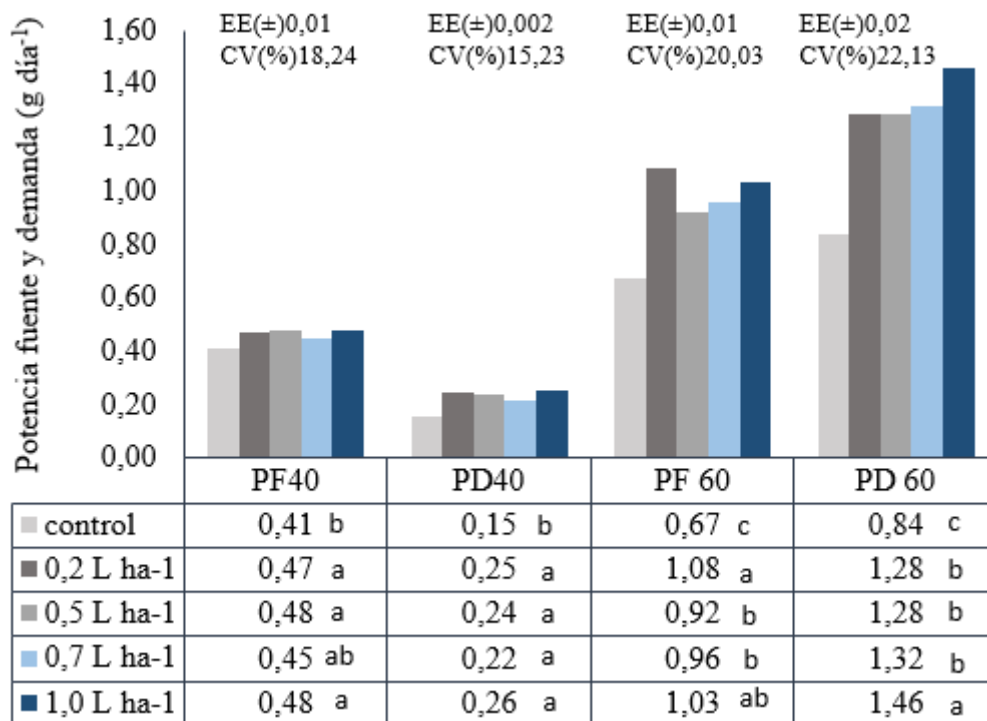


Figura 3.4. Efecto de los tratamientos en la potencia de la fuente (PF) y la demanda (PD) a los 40 y 60 dds. Medias con letras desiguales difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Resultado similar se alcanzó en la potencia de la demanda ya que todos los tratamientos donde se aplicó foliar el promotor del crecimiento tuvieron un comportamiento más favorable y diferencias significativas del control. La potencia de demanda se refiere a la habilidad de los órganos “vertedero” para atraer o acumular compuestos de carbono. En la planta de papa, el órgano demanda de mayor interés es el tubérculo (Dwelle, 1990) en la remolacha lo son las raíces reservantes (Guimarães *et al.*, 2002).

En este sentido la habilidad del órgano vertedero fue superior cuando se aplicó el VIUSID agro. Estos resultados coincidieron con (Santos *et al.*, 2010) quienes plantearon que la potencia de

demanda o habilidad para obtener asimilados puede estar relacionada con la rápida división y expansión celular del “vertedero” en este periodo del ciclo de cultivo, que se refleja en una fase lineal de acumulación de masa seca de estos órganos de la planta. Este proceso implica una mayor descarga floemática de fotoasimilados en este tejido vertedero lo que provoca un incremento de la masa seca del mismo (tubérculo en papa y raíz en remolacha).

Este resultado es de gran importancia ya que según (Foyer y Paul, 2001) el metabolismo de la fuente y la demanda están estrechamente acoplados porque la información de disponibilidad de asimilados en cada órgano, es percibida y usada para orquestar la expresión de genes. Esta coordinación es necesaria para evitar amplias fluctuaciones y desbalances entre el abastecimiento y la demanda. Bajas demandas de fotosintatos pueden acumular asimilados en las hojas “fuente”, causando la represión de genes que codifican para componentes fotosintéticos y resulta en una disminución de la capacidad fotosintética, por consiguiente, la capacidad de la demanda puede regular la actividad de la fuente. Con el uso del VIUSID agro hubo una relación fuente- demandada más favorable que con el tratamiento control.

3.11 Efecto de los tratamientos en el índice de eficiencia foliar (IEF), el índice de cosecha (IK) y el rendimiento agrícola

El índice de eficiencia foliar se observa en la tabla 3.8 el comportamiento más favorable fue del tratamiento de dosis $1,0 \text{ L ha}^{-1}$, este difirió significativamente de todas las variantes y superó al control en un 53,33 %. El resto de las variantes con el producto también difirieron significativamente del control y lo superaron en un 20,0 y 33,33 % respectivamente. Esto significó que la eficiencia de las hojas de la planta para producir masa seca útil o comercial fue superior cuando se usó VIUSID agro.

El índice de cosecha (IK) también aparece reflejado en la tabla 3.7 este expresa la eficiencia productiva de la planta. Se observa que el mejor comportamiento fue de la dosis $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ que difirió significativamente del control, aunque no así de las dosis $0,5$ y $0,7 \text{ L ha}^{-1}$. El incremento de la variante más favorable en relación al no tratado fue del 15,15 %. Esto significó que la producción útil o comercial por unidad de producto biológico total fue mayor cuando se usó foliar el promotor del crecimiento mencionado.

En el rendimiento agrícola fue superior cuando se usó VIUSID agro, el comportamiento más favorable se alcanzó con la dosis $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ con incrementos en relación al no tratado de $1,49 \text{ kg}$

m² (-1). El resto de los tratamientos que consistieron en la aplicación foliar del producto también difirieron significativamente del control. Las dosis 0,5 y 0,7 L ha⁻¹ no difirieron entre ellas significativamente pero lograron un incremento en relación al control de 0,78 y 0,89 kg m²(-1) lo que significó un aumento promedio de la producción de un 33,95 %. El incremento de la menor dosis en relación al no tratado con VIUSID fue más discreto pero estadísticamente significativo y ascendió a 14,63 %.

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 60 dds con todas las variables morfológicas excepto el ancho de las hojas. Los resultados aportados por Pearson si bien no permiten predecir el rendimiento agrícola, sí admiten inferir que si la aplicación del VIUSID agro beneficia las variables que se asocian linealmente con este, se beneficiará consecuentemente el rendimiento final.

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/m²)
control	0,15 ± 0,01 c	0,66 ± 0,03 c	2,46 ± 0,13 d
0,2 L ha ⁻¹	0,18 ± 0,02 b	0,71 ± 0,02 b	2,82 ± 0,17 c
0,5 L ha ⁻¹	0,20 ± 0,02 b	0,73 ± 0,02 ab	3,24 ± 0,32 b
0,7 L ha ⁻¹	0,20 ± 0,02 b	0,74 ± 0,02 ab	3,35 ± 0,30 b
1,0 L ha ⁻¹	0,23 ± 0,02 a	0,76 ± 0,01 a	3,95 ± 0,31 a
CV (%)	22,11	12,86	24,71

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para (p≤0,05) según prueba de rangos múltiples de Tukey. (Media ± Error estándar).

En este sentido la masa fresca de la raíz constituyó el indicador con el que se calculó el rendimiento, se observa en el análisis de correlación de Pearson (anexo 1) que tuvo una relación lineal significativa con este y que el coeficientes de correlación fue: masa fresca (r=1,000**). Esto significa que todas las labores agrotécnicas que se realicen (incluida la aplicación foliar de un promotor del crecimiento) para beneficiar la masa fresca de la raíz, influirá linealmente en el incremento de la producción.

Se puede observar además en el anexo 1 que la masa seca de la raíz también tuvo una relación lineal positiva con el rendimiento, el coeficiente de Pearson fue ($r = 0,850^{**}$). En el anexo 2 se observa la regresión lineal masa seca de la raíz y rendimiento con un coeficiente de determinación ($r^2=0,723$). Estos resultados mostraron que existió una fuerte relación entre el rendimiento y la masa seca de la raíz que fue beneficiada también con el uso del producto.

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 influyeron positivamente en este resultado. Entre ellos se encuentran los aminoácidos, estos son considerados como precursores y componentes de proteínas que son importantes para la estimulación del crecimiento celular (Rai, 2002). Ellos actúan como amortiguadores que ayudan a mantener el valor de pH favorable dentro de la célula de la planta (Davies, 1982). También los aminoácidos 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 la remolacha 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 que el VIUSID agro con dosis de 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ favoreció significativamente el diámetro polar y ecuatorial la raíz en el cultivo de la remolacha, así como la masa fresca de esta 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⁻¹ 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 un 19,61 % por concepto de inmersión.

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. La aplicación de VIUSID agro fue la de mejor comportamiento agroproductivo en el cultivo del frijol.

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 *et al.* (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 (*S. lycopersicum*) 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 la remolacha. El comportamiento más favorable se obtuvo con las dosis $1,0 \text{ L ha}^{-1}$.
- ❖ La aplicación foliar de dosis de VIUSID agro favoreció los índices de eficiencia foliar y productiva, el mejor resultado se alcanzó con la dosis $1,0 \text{ L ha}^{-1}$. El rendimiento agrícola fue superior al aplicar el promotor del crecimiento; el mejor comportamiento se obtuvo con la dosis $1,0 \text{ L ha}^{-1}$.

RECOMENDACIONES

- ❖ Replicar el experimento en el tiempo, con diferentes variedades y otras variantes de dosis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrares, I. (2008). Aminoácidos Agrares 7. Extraído el 22 de marzo 2014 desde <http://www.agreres.com/.../aminoacidos.../aminoacido.../aminoacido%20agres%207%20hidrolisis%20enzimaticapdf>
- 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.
- Benincasa, M. M. P. (1988). Análise de crescimento de planta. Jaboticabal: FUNEP, 42p.
- Benincasa, M. M. P. (2003). Análise de crescimento de plantas, noções básicas. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 41p.
- Berroa, E. (2014). Efecto bioestimulante de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo de la soya (*Glycine max* L.). Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- Buena Salud. (2010). La remolacha es medicinal. Extraído 5 de abril del 2017 desde <https://www.buenasalud.net/2010/06/02/beneficios-de-la-remolacha.html>.
- 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
- 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) Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. *Horticultura Brasileira*, 24 (3), 118-122.
- Davies, D. D. (1982). Physiological aspects of protein turn over. *Encycl Plant Physiol*, 45, 481–487.

- Dibut, A. B. (2009). Biofertilizantes como insumos en agricultura sostenible. Ciudad de La Habana, Cuba. Primera edición, Editorial Universitaria. 113 pp.
- Dorta, R., García, R. y Peña, K. (2015 junio). Comportamiento de la germinación y el crecimiento de las plántulas en semillas procedentes de plantaciones tratadas con VIUSID agro. Ponencia presentada en Congreso Internacional de Suelos, La Habana, Cuba.
- 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.
- Dwelle, R. (1990). Source/Sink Relationships during tuber growth. *American Journal of Potato Research*, 67(12), 829-833.
- 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.
- Foyer, C. & Paul, M. (2001). Source-Sink Relationships. pp. 11. In: Encyclopedia of Life Sciences. Nature Publishing Group, United Kingdom
- Fuentes, F. E. y Abreu, 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, R. (2017). Estadística provincial de cultivos hortícolas. Informe presentado en la décima reunión nacional de agricultura urbana y organoponía semiprotegida, 45p.
- 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.
- Hanan, A. (2012). Origen de la remolacha y otras hortalizas. Extraído 5 de abril del desde http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2013_Hanna_GEO3-P11.
- 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.
- Infoagro. (2017). Cultivo y origen de la remolacha. Extraído el 5 de abril del 2017 desde http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolacha_azucarera.htm.
- Infojardín. (2017) Características e importancia del cultivo de la remolacha. Extraído el 5 de abril 2017 desde <http://www.infojardin.com/hortalizas-verduras/remolacha-mesa-betarraga-remolacha-roja-betabel>.
- Kowalczyk, K. & Zielony, T. (2008). Effect of Aminoplant and Asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. Conf.of biostimulators in modern agriculture, 7-8 Febuary, Warsaw, Poland.
- La Rosa, M. (2016). Efecto de diferentes dosis de VIUSID agro en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- Maceda, 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.
- Martínez, R., Solís, A., Cisneros, A. J. y Velázquez, J. R. (2005). Determinación del Momento Óptimo de Trasplante en el Cultivo de la Remolacha (*Beta Vulgaris* L). *Ciencias Holguín*, 10(3), 1-10.

- Meléndrez, J. F, Peña, K. y Cristo, M. (2016 a). Efecto de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en el municipio de Taguasco. *Infociencia*, 20(3),1-12.
- Meléndrez, J. F, Peña, K. y Cristo, M. (2016 b). Efecto de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del cebolla (*Allium cepa* L.) en el municipio de Taguasco. *Infociencia*, 20(3),1-12.
- Meléndrez, J. F., Peña, K. y Cristo, M. (2015). Efecto de *Trichoderma harzianum*, microorganismos eficientes y VIUSID agro en el cultivo del frijol. Memorias III Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, YAYABOCIENCIA. Sancti Spíritus, Cuba.
- 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.
- Monier, M. E., De la Cruz, N., Telémaco, R. M. y Sariol, D. (2014). Uso de Pectimorf y micorriza en el cultivo de la remolacha (*Beta vulgaris* L). *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 18(2), 15-24.
- Núñez, D. B., Liriano, R., Álvarez, J. L., Walker, Y. y Candelario, Y. (2013). Resultados de la aplicación de biofertilizantes a base de Azospirillum y micorrizas en asociaciones de cultivos hortícolas en condiciones de semiprotegido, *Centro agrícola*, 40(1), 23-28.
- ONE. (2015). Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Producción agrícola por cultivos seleccionados. Edición 2015; 33p.
- 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 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. (2015 c). Efecto de un promotor del crecimiento activado molecularmente sobre la germinación y la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Infociencia*, 19(3), 1-12.
- Peña, K., Rodríguez, J. C. y Meléndrez, J. F. (2016). “El VIUSID agro una alternativa en el incremento de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)”, *Revista Caribeña de*

Ciencias Sociales, 15(2), 1-10. Extraído en 3 de mayo 2017 desde <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/05/viusid.html>

- Peña, K., Rodríguez, J. C. y Santana, M. (2015 b). 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, 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.
- Rai, V. K. (2002). Role of amino acids in plant responses to stress. *Biol Plant*, 45(2), 471-478. Doi: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1022308229759>
- 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.
- Santos, M., Segura, M. y Núñez, C. E. (2010). Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia) *Rev.Fac.Nal.Agr. Medellín*, 63(1), 5253-5266.
- Sanz, E. (2014). Activación molecular. Departamento de científico laboratorios Catalysis 12p.
- Sawan, Z. M., Mahmoud, H. M., & El-Guibali, A. H. (2008). Influence of potassium fertilization and foliar application of zinc and phosphorus on growth, yield components, yield and fiber properties of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.). *Journal of Plant Ecology*, 1(4), 259-270. Doi: 10.1093/jpe/rtn021
- 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>

- 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>
- Terán, G. (2012). Manual de Horticultura "Aprender haciendo y produciendo" (Tercera ed.). Ibarra, Imbabura, Ecuador: Creadores Gráficos 50p.
- Terry, E., Ruiz, J., Tejeda, T., Reynaldo, I. y Díaz, M. M. (2011). Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. *Cultivos tropicales*, 32(1), 28-37.
- Torres, S. (2008). Conferencia evaluación de masa seca en las plantas. Maestría de Agricultura sostenible CETAS. Material en power point, 40 diapositivas.
- Toscano, W. (2010). The physiology and the molecular processes in the plants. Thesis in option to doctor's title in sciences. Hamburgo University, Germany. 231p
- Vademécum agrícola. (2002). Chile, editorial Sol, 57 p.
- 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
- Velázquez, M. (2013). Alternativas de Empleos de las Agromena en la producción de alimentos .Centro Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), Cuba. Extraído el 5 de abril desde http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2013_Velazquez_Garrido_GEO3-P13 del 2017.
- Wardlaw, I. F. (1990). Tansley Review No. 27 The control of carbon partitioning in plants. *New Phytologist*, 116(3), 341-381.
- Wilson, J. W. (1981). Analysis of growth, photosynthesis and light interception for single plants and stands. *Annals of Botany*, 48, 507-512.

Anexo 1. Análisis de correlación de Pearson.

	NH	MFP	MFH	MFR	MSP	MSH	MSR	LR	DR	LH	AH	R	
NH	Correlación de Pearson	1	.577**	.547**	.425**	.538**	.554**	.437**	.413**	.365**	.287*	.244*	.425**
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.013	.035	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MFP	Correlación de Pearson	.577**	1	.702**	.892**	.903**	.674**	.872**	.767**	.805**	.598**	.494**	.892**
	Sig. (bilateral)	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MFH	Correlación de Pearson	.547**	.702**	1	.305**	.738**	.947**	.498**	.273*	.255*	.684**	.753**	.304**
	Sig. (bilateral)	.000	.000		.008	.000	.000	.000	.018	.027	.000	.000	.008
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MFR	Correlación de Pearson	.425**	.892**	.305**	1	.739**	.302**	.851**	.853**	.914**	.366**	.184	1.000**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.008		.000	.009	.000	.000	.000	.001	.114	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MSP	Correlación de Pearson	.538**	.903**	.738**	.739**	1	.790**	.943**	.627**	.697**	.537**	.527**	.739**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MSH	Correlación de Pearson	.554**	.674**	.947**	.302**	.790**	1	.541**	.245*	.270*	.593**	.730**	.302**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.009	.000		.000	.034	.019	.000	.000	.009
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
MSR	Correlación de Pearson	.437**	.872**	.498**	.851**	.943**	.541**	1	.728**	.810**	.415**	.327**	.850**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.004	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
LR	Correlación de Pearson	.413**	.767**	.273*	.853**	.627**	.245*	.728**	1	.707**	.281*	.135	.853**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.018	.000	.000	.034	.000		.000	.014	.250	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
DR	Correlación de Pearson	.365**	.805**	.255*	.914**	.697**	.270*	.810**	.707**	1	.331**	.160	.914**
	Sig. (bilateral)	.001	.000	.027	.000	.000	.019	.000	.000		.004	.170	.000
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
LH	Correlación de Pearson	.287*	.598**	.684**	.366**	.537**	.593**	.415**	.281*	.331**	1	.714**	.366**
	Sig. (bilateral)	.013	.000	.000	.001	.000	.000	.000	.014	.004		.000	.001
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
AH	Correlación de Pearson	.244*	.494**	.753**	.184	.527**	.730**	.327**	.135	.160	.714**	1	.184
	Sig. (bilateral)	.035	.000	.000	.114	.000	.000	.004	.250	.170	.000		.114
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
R	Correlación de Pearson	.425**	.892**	.304**	1.000**	.739**	.302**	.850**	.853**	.914**	.366**	.184	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.008	.000	.000	.009	.000	.000	.000	.001	.114	
	N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

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

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

Anexo 2. Regresión lineal entre el rendimiento y la masa seca de la raíz.

