



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



Trabajo de Diploma

*Efectos del VIUSID agro en el comportamiento morfofisiológico y productivo de la remolacha (*Beta vulgaris L.*)*

Autor: Liuder Isidoro Rodríguez Coca

Sancti Spíritus, 2018



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



Trabajo de Diploma

Efectos del VIUSID agro en el comportamiento morfofisiológico y productivo de la remolacha (Beta vulgaris L.)

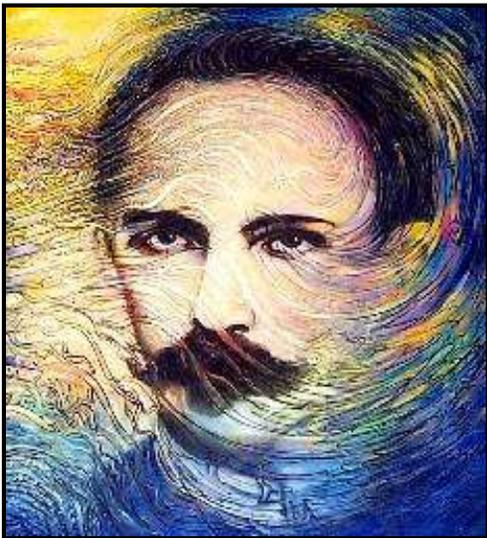
Autor: Liuder Isidoro Rodríguez Coca

Tutora: MSc. Kolima Peña Calzada

Sancti Spíritus, 2018

*“El primer deber de un hombre de estos días,
es ser un hombre de su tiempo.”*

José Martí



DEDICATORIA

A mis padres Idania e Isidoro que gracias a su apoyo puedo convertirme en un profesional.

A mi familia y amigos que siempre me han estado apoyando y ayudando a ser lo que hoy soy y todos aquellos que de una forma a u otra me estrecharon su mano y confiaron en mí

AGRADECIMIENTOS

A la revolución por brindarme la oportunidad de convertirme en un 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 transmitieron para superarme tanto en la vida diaria, como en lo profesional.

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

A mis compañeros y amigos de grupo en especial a Rainel, Richel, Rodrigo y Lázaro, a la técnica de laboratorio Yamilka, por su apoyo en la realización de este trabajo.

ESPECIALMENTE A: Mis padres Idania e Isidoro, a mi hermana Liusva, a mis abuelos Isabel y Miguel, a mi cuñado Yoel.

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 y órganos individualmente, 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, el incremento promedio respecto al control en la última evaluación fue de 48,82 g. En la masa seca evaluación final, todos los tratamientos con VIUSID difirieron significativamente del control y lo superaron en 5,81; 6,34; 6,55 y 6,29 g respectivamente. En la masa fresca y seca de la raíz, última evaluación, fueron las dosis 0,2; 0,5 y 0,7 L ha⁻¹ las de mejor comportamiento. La tasa absoluta de crecimiento y de asimilación neta fue superior significativamente cuando se usó el producto. El mayor índice de eficiencia foliar se alcanzó con las variantes (0,2; 0,5 y 0,7 L ha⁻¹) y el mejor comportamiento en el rendimiento con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con el resto de los tratamientos (excepto 1,0 L ha⁻¹) fue de la dosis 0,7 L ha⁻¹. Por lo que el VIUSID agro influyó positivamente en los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de remolacha.

SYNTHESIS

In order to evaluate the effect of VIUSID agro in the beet crop, a randomized block experiment was designed with five treatments and three replicates. The variants were: dose 0.2; 0.5; 0.7; 1.0 L ha⁻¹ and one control. Among the indicators evaluated, were fresh mass and dry mass of plants and organs individually, leaves per plant, polar diameter and equatorial root, physiological growth rates as well as foliar, productive efficiency and agricultural yield. The results showed a significant increase ($p \leq 0.05$) of the fresh mass of the plants when the VIUSID was used, the average increase with respect to the control in the last evaluation was of 48.82 g. In the dry mass final evaluation, all treatments with VIUSID differed significantly from control and outperformed it in 5.81; 6.34; 6.55 and 6.29 g respectively. In the fresh and dry root mass, last evaluation, were the doses 0.2; 0.5 and 0.7 L ha⁻¹ the best ones. The absolute rate of growth and net assimilation was significantly higher when the product was used. The highest leaf efficiency index was obtained with the variants (0.2, 0.5 and 0.7 L ha⁻¹) and the best yield performance with significant differences ($p \leq 0.05$) with the rest of the treatments (except 1.0 L ha⁻¹) was of the dose 0.7 L ha⁻¹. As a result, the VIUSID agro positively influenced the morphological and productive indicators of the beet crop.

CONTENIDOS	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 Origen de la remolacha	4
1.1.1 Evolución y distribución	4
1.1.2. Taxonomía de la remolacha	4
1.1.3 Características botánicas	4
1.1.4 Exigencias ecológicas y nutricionales	5
1.1.5. La remolacha importancia. Propiedades nutritivas y usos	6
1.1.7 Alternativas en Cuba relacionadas con la producción de remolacha	7
1.2 VIUSID agro	7
1.2.1 Activación molecular	7
1.2.3 Características de los componentes del VIUSID agro	8
1.3 Algunos beneficios que aporta el VIUSID agro	9
1.4 Los aminoácidos	10
1.4.1 Acción específica de algunos aminoácidos en las plantas	11
1.5 Algunas investigaciones con el uso del VIUSID agro en la Universidad de Sancti Spíritus José Martí	
1.5.1 Algunas investigaciones con el uso del VIUSID agro en otras instituciones Cubanas	13
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	15
2.1 Generalidades de la investigación	15
2.2 Diseño experimental, forma de aplicación y tratamientos	15
2.5 Indicadores	16
2.6 Estadística	20
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.1. Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de las plantas	21
3.2 Efecto de los tratamientos en el número de hojas por planta	22
3.3 Efecto de los tratamientos en área foliar	24
3.4 Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de las hojas	25

3.5 Efecto de los tratamientos en el diámetro polar y ecuatorial de la raíz	27
3.6 Efecto de los tratamientos en la masa fresca y seca de la raíz	29
3.7 Efecto de los tratamientos en la distribución de la masa seca	31
3.8 Efecto de los tratamientos en los índices de crecimiento	32
3.10 Efecto de los tratamientos en la potencia de la fuente y la potencia de la demanda	34
3.11 Efecto de los tratamientos en el índice de eficiencia foliar (IEF), el índice de cosecha (IK) y el rendimiento agrícola	36
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

INTRODUCCIÓN

La agricultura urbana es un fuerte movimiento agrícola que tiene lugar tanto en las ciudades como en los asentamientos poblacionales, además tiene sus propias características, que la diferencian de la agricultura convencional o de grandes extensiones, como por ejemplo; su diversidad y la cantidad de actores sociales que participan en su desarrollo (Altieri, 1997). Debido a que promueve el ahorro de energía la producción local de alimentos, la agricultura urbana y periurbana son actividades de sostenibilidad, crea economías locales fuertes al crear puestos de trabajo.

También, la agricultura urbana apoya una producción más sustentable de alimentos que intenta hacer decaer el uso de pesticidas peligrosos. Los agricultores urbanos y locales eliminan la necesidad de conservantes, ya que sus productos no tienen que viajar largas distancias, Promoción del Desarrollo Sostenible (IPES, 2005).

Este tipo de agricultura beneficia el medio ambiente ya que el calentamiento global causa importantes cambios climáticos con graves consecuencias para la productividad agrícola, lo que trae como resultado el aumento de la incidencia en Cuba de los fenómenos meteorológicos de gran intensidad. La agricultura urbana es una solución efectiva para incrementar la diversidad de productos agrícolas a la población, y abarca no solo especies vegetales, sino también la cría de ganado, la acuicultura y la producción de biofertilizantes a partir del humus de lombriz. Esta producción se basa en prácticas orgánicas, que no contaminan el ambiente, en el uso racional de los recursos de cada territorio, y en una comercialización directa con el consumidor (Funes, 2010).

En Cuba la producción organopónica está en constante perfeccionamiento y el abasto de hortalizas frescas durante todo el año es prioridad. Por lo que se potencia cada día la obtención de vegetales, para garantizar el suministro a los consumidores (Terry *et al.*, 2011). Se cultivan anualmente alrededor de 185 743 ha de estos cultivos y se obtienen de 2 384 823 t. La mayor producción es de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), cebolla (*Allium cepa* L.) y pimiento (*Capsicum annum* L.) con 642 030 t entre los tres, Anuario Estadístico (ONE, 2016). 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 importante 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 el país su producción se limita 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 Ríos *et al.* (2016), que realizaron una interacción entre *Gluconacetobacter diazotrophicus* y el cultivo, obteniendo resultados satisfactorios. Rojas *et al.* (2017) evaluaron el antagonismo de *Bacillus* frente a hongos fitopatógenos que afectan este cultivo y lograron resultados favorables. Martínez *et al.* (2005) variaron los intervalos de trasplante de las plántulas.

Por su parte 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 traradices*) 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 publicado del uso del producto (Peña *et al.*, 2017 a) en esta hortaliza y otra investigación sin publicar (De la Osa, 2017). Aunque se hallaron resultados 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).

Dichas evaluaciones permiten explorar el uso de bioproductos producidos en el país, además de conocer otras posibilidades internacionales, donde: las dosis recomendadas por el fabricante sean bajas, el producto no perjudicial al ambiente y con buenos resultados en una gran diversidad de cultivos; entre ellos, las hortalizas. Sin embargo, los estudios aún son insuficientes, partiendo de que las réplicas con diferentes especies, variedades y repeticiones en el tiempo, son un requisito en la investigación agropecuaria (Fuentes *et al.*, 1999).

Problema científico

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

Hipótesis

La aplicación 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 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. Origen de la remolacha

Según (Regmurcia, 2017), el origen de la remolacha se encuentra relacionado con la especie (*B. marítima*), originaria del Norte de África y que ya se cultivaba hace 4.000 años, coincidiendo con lo planteado por (Frutas – Hortalizas, 2017) y (Alimentos, 2017), donde plantean que proviene de la costa Norte de África y de Europa mediterránea.

1.1.1 Evolución y distribución

De esta especie primitiva se desarrollaron la acelga, con abundante follaje, y la remolacha, de raíz carnosa y esférica (Regmurcia, 2017). La remolacha es un cultivo muy antiguo que data del siglo II a.C., donde en principio las antiguas civilizaciones solo consumían las hojas de las mismas, no fue hasta el siglo XVI cuando volvió a la dieta la raíz de la planta. (Frutas – Hortalizas, 2017) plantea que se extendió por toda Europa hasta la India occidental formándose un centro secundario de diversidad en Oriente próximo, según (Alimentos, 2017) creció de forma silvestre a lo largo de las costas de Asia y Europa.

1.1.2 Taxonomía de la remolacha (Pupo, 2011)

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Caryophyllales*

Familia: *Chenopodiaceae*

Género: *Beta*

Especie: *Beta vulgaris L*

1.1.3 Características botánicas

Raíz: con forma cónica y posee un crecimiento vertical que sobresale hasta casi la mitad, posee una serie de anillos concéntricos alternativamente claros y más oscuros; los primeros están integrados por los tejidos celulares más blandos, poco ricos en azúcar, los más oscuros están constituidos por tejidos fibrosos, formados por haces de vasos que conducen el jugo de las hojas a la raíz (Bibing, 2005).

Hojas: más o menos numerosas según las variedades, son de tamaño relativamente desarrollado, con el limbo verde en forma de pala y el peciolo grueso y consistente, prolongado con nerviación principal que mantiene la hoja erguida. Aparecen de fuera a adentro en el cuello y la más nueva ocupa el vértice de aquel (Infoagro, 2016).

Cuello: adquiere un mayor o menor desarrollo según el número de hojas formadas durante el ciclo vegetativo. Las Flores son hermafroditas, agrupadas en espigas en la extremidad de los tallos, la polinización general es cruzada, porque sus órganos masculinos y femeninos maduran en épocas diferentes (Infoagro, 2016).

1.1.4 Exigencias ecológicas y nutricionales

Fotoperiodo: Planta de día largo. Se considera planta de día largo, aunque hay cultivares de día neutro. Es una planta de día largo. La altitud: 600 a 3000 m (Ruiz, 1999).

Precipitación (Agua): Las necesidades de agua para el periodo vegetativo van de 550 a 750 mm. En condiciones en que la evapotranspiración máxima es de 5 a 6 mm/día, puede agotarse del 50 al 60 % del agua total disponible en el suelo, sin reducir la absorción de agua por parte del cultivo. Conviene cultivar esta especie bajo riego, ya que es muy exigente en humedad. Requiere de 1000 a 1500 mm. El periodo más crítico es cuando las raíces tienen un diámetro de 5 cm. Si se cultiva bajo temporal, se debe acumular durante el periodo de crecimiento de 500 a 900 mm, con un óptimo de 650mm. **Humedad ambiental:** Prefiere una atmósfera con condiciones intermedias de humedad (Ruiz, 1999).

Temperatura: El rango térmico para desarrollo es de 10 a 30 °C, con un óptimo entre 18 y 22 °C. La temperatura base para germinación está entre 2 y 5 °C. Por debajo de los 12 °C no hay crecimiento. Temperaturas altas son perjudiciales al cultivo y disminuyen mucho su contenido de azúcar en las raíces (Ruiz, 1999).

Textura de suelo: Se recomiendan suelos francos para este cultivo. Son aptos suelos de textura media ligeramente pesada y que sean desmenuzables. **Profundidad del suelo:** En suelos profundos, el cultivo puede desarrollar un sistema radical penetrante y profundo, pero normalmente el 100% del agua se extrae a partir de la primera capa de suelo con un espesor de 0,7 a 1,2 m (Opac, 2005).

Salinidad: Excepto en las etapas iniciales, una vez que se ha establecido el cultivo, éste es tolerante a la salinidad. La disminución del rendimiento es de 0 % para 8,7 mmhos/cm; 10 % para 8,7

mmhos/cm; 25 % para 15 mmhos/cm y 100 % para 24 mmhos/cm. Durante el periodo inicial la conductividad eléctrica no debe exceder de 3 mmhos/cm (Opac, 2005).

pH: Su rango de pH es de 6,0 a 8,0, con un óptimo de 7,0 a 7,5. Valores de pH inferiores a 5,5, son desfavorables para el desarrollo; requiere suelos bien drenados (Opac, 2005).

Las exigencias nutricionales de la remolacha son elevadas y la fertilización debe tener en cuenta el ciclo vegetativo largo. Este exige por un lado fuentes disponibles y asimilables rápidamente y por otro lado nutriente de acción prolongada y persistente. Los suelos que tienden a compactarse deben ser abonados con productos orgánicos para mejorar su estructura (Opac, 2005).

El mismo autor indica que se recomienda aplicar 2 200 kg ha⁻¹ de un estiércol bien curado y bien repartido por el campo en una capa regular, la relación optima de N-P-K es de 1-0,8-1,2, esta relación no siempre se puede lograr, pues depende del cultivo anterior, de la calidad del abonado, de la actividad del suelo y de su grado de profundidad.

1.1.5 La remolacha importancia. Propiedades nutritivas y usos

La remolacha es un alimento muy saludable: es energética muy aconsejada en casos de anemia, enfermedades de la sangre y convalecencia debido a su alto contenido en hierro, también nos aporta vitaminas C y B, potasio y carotenos (Ecoagricultor, 2015).

Según propiedades. net (P. N, 2015), la remolacha tiene un gran aporte de folatos, vitaminas del grupo B, tales como la B1, B2, B3, B6, también contiene vitamina C, potasio, carotenos, y azúcares en forma de sacarosa. Las hojas de la remolacha, contienen gran cantidad de vitamina A, y las raíces contienen la Vitamina C. La remolacha es una de las hortalizas con menor aporte de vitamina C, y provitamina A. Tiene un gran contenido de agua y de hidratos de carbono, lo que hace que sea una de las hortalizas más ricas en azúcares, y en aporte de fibra. Contiene compuestos fenólicos, como los flavonoides. Estos compuestos le proporcionan un gran poder antioxidante, incluso una vez cocida contiene tres veces más compuestos fenólicos que la carne, la espinaca y el brócoli.

Entre los beneficios de la remolacha para la salud humana se encuentran; que es diurética, tiene gran cantidad de potasio, y poca cantidad de sodio, esto hace que tenga grandes propiedades diuréticas en el organismo, y que favorezca la eliminación de líquidos. Debido al aumento de orina, se eliminan muchos desechos del organismo como el ácido úrico. Reduce la anemia, es una hortaliza que contiene mucho hierro, y aporta mucha energía al organismo, por ello está indicada

en personas que tienen anemia, y enfermedades en la sangre. Es beneficiosas para las embarazadas, ya que son ricas en folate. Se ha demostrado que el ácido fólico y el folate, son muy beneficiosos para los primeros meses de embarazo, para evitar defectos de nacimiento del tubo neural, y espina bífida en el bebé (P. N, 2015).

1.1.7 Algunas alternativas en Cuba relacionadas con la producción de remolacha

Varios son los autores en Cuba que han utilizado diferentes variantes para tratar de incrementar los rendimientos en este importante cultivo hortícola. 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 traradices*) como cepa de micorrizas y el bioestimulante Pectimorf para incrementar el rendimiento agrícola del cultivo.

1.2 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. Es un regulador del crecimiento vegetal a base de aminoácidos, ácido málico, glicirricinato monoarmónico, fosfatos, vitaminas y minerales, todos ellos activados molecularmente. El proceso de activación molecular aumenta la eficacia del producto sin alterar sus propiedades (Catalysis, 2017 a).

1.2.1 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.

Según Catalysis (2017 b) el proceso biocatalítico de activación molecular mejora considerablemente la actividad biológica y la reactividad bioquímica de todas las moléculas antioxidantes. Este método ha sido mucho más efectivo al ser aplicado a un espectro mucho más amplio de moléculas hidrosolubles. Actualmente se conoce la respuesta a dicha activación de innumerables antioxidantes de todo tipo y también al mecanismo por el cual el aumento de la energía química de la molécula hace que reduzcan los radicales libres de las moléculas oxidantes. Se ha observado un aumento de sinergismo entre algunos antioxidantes utilizados que logran incrementar en un alto porcentaje su capacidad antioxidante global.

Según Sanz (2017) muchos factores pueden influir en la activación de todos los antioxidantes. Entre los factores más importantes están la estructura molecular, el número de los grupos funcionales, el peso molecular, el pH, su coeficiente de la solubilidad, la capacidad antioxidante de cada molécula, así como el tiempo y la intensidad de la corriente eléctrica empleada.

Por otra parte este mismo autor plantea que no todas las moléculas requieren el mismo tiempo de activación para alcanzar su máxima capacidad siendo su optimización el parámetro más importante para el control del mayor rendimiento. Una vez determinados los factores más favorables para su mayor capacidad biológica, es muy importante suspender la activación porque a partir de este pico máximo suele iniciarse una pérdida suave o rápida de su capacidad biológica. Cuando se trata de una mezcla de dos o más ingredientes, el tiempo óptimo de activación se calcula previamente para cada preparado por separado, manteniéndose este parámetro siempre fijo.

1.2.3 Características de los componentes del VIUSID agro

Según Catalysis (2017 c).

1. Fosfato Potásico. El fósforo es necesario para la transferencia y almacenamiento de energía en las plantas. Ayuda a las plantas para su maduración y fomenta la raíz, la flor y el desarrollo de la semilla. El potasio favorece la formación de hidratos de carbono, favorece el desarrollo de

las raíces. Equilibra el desarrollo de las plantas haciéndolas más resistentes frente a heladas, plagas y enfermedades.

2. **Ácido Málico.** Favorece la función de la fotosíntesis y es fácilmente metabolizado por los microorganismos.
3. **Sulfato de Zinc.** Favorece la formación y desarrollo de tejidos nuevos, es muy importante para el desarrollo, crecimiento y proceso productivo de las plantas.
4. **Arginina.** Es la principal fuente de almacenamiento nitrogenado en plantas y constituye el 40 % del nitrógeno en proteínas de semillas.
5. **Glicina.** Es vital para el crecimiento y es un aminoácido importante en el proceso de fotorrespiración.
6. **Ácido Ascórbico (Vitamina C).** Es el antioxidante natural, reduce los taninos oxidados en la superficie de frutos recién cortados. Aumenta la resistencia contra los cambios ambientales.
7. **Pantotenato Cálcico (Vitamina B5).** Es un nutriente esencial para la vida de la planta, interviniendo directamente en sus reacciones fotoperiódicas. Tiene un papel importante en la síntesis y la oxidación de los ácidos grasos. Regula el crecimiento.
8. **Piridoxina (Vitamina B6).** Promueve el crecimiento de las plantas en particular para los cultivos de tejidos para el enraizamiento.
9. **Ácido Fólico.** Actúa como un transportador de compuestos. Es una coenzima muy importante para el metabolismo de aminoácidos y en la síntesis de bases nitrogenadas requeridas para la formación de tejido nuevo.
10. **Cianocobalamina (Vitamina B12).** Desempeña un papel importante en la reacción enzimática nitrogenasa en la fijación de N₂ en NH₃ inorgánicos.
11. **Glucosamina.** Vigoriza la planta y la protege de forma natural contra hongos, nematodos e insectos. Mejora la nodulación.
12. **Glicirricinato Monoamónico.** Aumenta las defensas químicas de las plantas y crea la resistencia contra los microorganismos.

1.3 Algunos beneficios que aporta el VIUSID agro (Catalysis, 2017 c y Catalysis, 2017 d)

- Se ha reportado que este producto actúa sobre el crecimiento de los tallos y del fruto, la precocidad de la floración y la cosecha, la consistencia de la piel, el cuajado, la caída del fruto y el alargamiento de los pedúnculos, e incluso reduce los efectos devastadores de las heladas.

- VIUSID agro contribuye en la activación del desarrollo vegetativo de los brotes, puesto que produce agrandamiento y multiplicación de las células, actúa a concentraciones extremadamente bajas, es traslocado en el interior de la planta y generalmente actúa primeramente en las partes aéreas.
- Actúa induciendo la floración y el alargamiento del tallo.
- Provoca ruptura de la latencia en semillas que necesitan período de reposo.
- Inhibe la caída de flores y por consiguiente aumenta el número de frutos.
- Retarda o acelera (dependiendo de las dosis usadas) la maduración de frutos sin cambiar la calidad de éstos, en especial lo relacionado con contenido de carbohidratos y azúcares.
- Actúa incrementando los rendimientos de los cultivos en los que es aplicado
- Como consecuencia VIUSID agro actúa como un biorregulador natural y tiene efecto desde los primeros días de su aplicación.

1.4 Los aminoácidos

Los aminoácidos son algunos elementos básicos para la vida de todo ser vivo, ya que contienen C, H, O, S y N enlazados, de forma que su unión da lugar a estructuras básicas en la célula de todo ser vivo, las proteínas. Las transformaciones de aminoácidos en nuevos aminoácidos, así como otras reacciones bioquímicas son reguladas por hormonas y principalmente por las enzimas que juegan el papel fundamental de catalizadores biológicos (Carbó, 2009).

Los aminoácidos libres no solo constituyen un nutriente, sino que son un factor regulador del crecimiento debido a su rápida absorción, traslación por las partes aéreas y metabolización en la célula. Tienen poder catalizador pues actúan en los mecanismos enzimáticos fundamentales, son transportadores de los microelementos y mejoran la formación de los frutos e incrementan la resistencia ante la deficiencia de humedad y las heladas (Espasa, 2007).

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

El uso de los aminoácidos en la fertilización foliar es relativamente reciente se inició a partir del desarrollo de la tecnología para la fabricación de aminoácidos libres mediante diferentes

procedimientos en los que se destacan la hidrólisis ácida y la hidrólisis enzimática (Molina *et al.*, 2003).

1.4.1 Acción específica de algunos aminoácidos en las plantas (Mendoza *et al.*, 2004)

Alanina

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

Glicina

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

Argirina

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

Prolina e Hidroxiprolina

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

1.5 Algunas investigaciones con el uso del VIUSID agro en la Universidad de Sancti Spíritus José Martí

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 (2014) determinó 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 y Peña. (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.

Peña *et al.* (2016) en el cultivo del tomate (*S. lycopersicum*) con el uso de aplicaciones foliar de dosis del promotor del crecimiento VIUSID agro, obtuvieron incrementos en el número de frutos por planta y tamaño de los mismo así como del rendimiento agrícola.

Peña *et al.* (2017 a) Aplicaron VIUSID agro en diferentes cultivos hortícolas y obtuvieron resultados positivos como el incremento de la masa seca de las hojas en la lechuga, en la masa seca de la raíz del rábano. Se obtuvo un aumento de los rendimientos del tratamiento más favorable del 30,66 % en la lechuga, 25,90 % en la acelga y superior al 50 % en la remolacha y el rábano.

Peña *et al.* (2017 b) Obtuvieron incrementos en la producción de frijol (*P. vulgaris*) con dosis de VIUSID agro. Además llegaron a la conclusión que las aplicaciones foliares del producto influían satisfactoriamente en la germinación de las semillas obtenidas de plantaciones tratadas con anterioridad.

Peña *et al.* (2017 c) aplicaron foliar el VIUSID agro en variedades de frijol y obtuvieron incrementos de las legumbres por planta, granos por vainas y por planta, así como de la producción por planta y rendimiento final. La dosis de mayor efecto estimulante fueron las de 0,8 y 1,0 L ha⁻¹.

1.5.1 Algunas investigaciones con el uso del VIUSID agro en otras instituciones Cubanas

Beovides *et al.* (2017) en el Instituto de Viandas Tropicales (INIVIT) evaluaron el efecto del VIUSID agro en plantas de malanga colocasia ‘inivit mc-2012’ producidas *in vitro* durante la fase de aclimatización. Obtuvieron que las dosis utilizadas estimularon el crecimiento de las plantas,

pero solo a los 60 ddp; con 1,0 L ha⁻¹ se obtuvo los mejores resultados numéricos en todas las variables, excepto para supervivencia sin diferencias entre los tratamientos. Se demostró que dosis iguales o superiores a 0,7 L ha⁻¹ favorecen el desarrollo de las plantas y su respuesta ante la ausencia de riego.

Alves *et al.* (2017) en el Instituto de Viandas Tropicales (INIVIT) evaluaron el efecto del VIUSID agro en la propagación *in vitro* de papa (*Solanum tuberosum* L.) Obtuvieron una Influencia positiva del VIUSID agro en el desarrollo de los explantes para el establecimiento *in vitro* de papa así como del desarrollo de los brotes para la multiplicación *in vitro*. Concluyeron que fue posible el establecimiento y multiplicación *in vitro* de la papa con el medio de cultivo constituido por las sales MS con 2,0 mL.L⁻¹ hasta 3,0 mL.L⁻¹ de VIUSID Agro+ 20 g de sacarosa.

Masa *et al.* (2017) determinaron la influencia de VIUSID agro en la producción de semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.) en el INIVIT. Los tratamientos estudiados consistieron en cinco aplicaciones foliares con frecuencia semanal, con dosis de 1,0; 2,0 y 3,0 mL por cada 5,0 L de agua (400 mL, 800 mL y 1200 mL de producto en el ciclo del cultivo). Los resultados de las evaluaciones realizadas indicaron que favoreció de manera general todos los indicadores de rendimiento que inciden en la producción de semillas, destacándose la dosis de 3 mL (1200 mL en el ciclo del cultivo) con la cual se obtuvo un rendimiento de 56,0 t ha⁻¹, un rendimiento de semillas por hectárea equivalente a 370,15 kg.

Pérez (2017) en el Instituto Nacional de Granos evaluó el Efecto del VIUSID agro en la germinación y crecimiento de plántulas de arroz *in vitro*. Obtuvo que en la Variedad Lp7 no se logró un incremento de la germinación, aunque si se observó el efecto del producto en su respuesta en cuanto a las variables longitud del coleoptilo (a los 14 días) y longitud de la coleorriza (5, 10 y 14 días). Comportamiento que no se mantuvo en la Variedad Perla, observándose la influencia del genotipo en los resultados obtenidos. Se determinó que la inmersión de la semilla de arroz durante 48 horas en una solución de VIUSID agro al 0.02 % favoreció el crecimiento de las plántulas.

2.1 Generalidades de la investigación

El experimento se realizó en el organopónico “El Picante” perteneciente al municipio y provincia de Sancti Spíritus, Cuba, coordenada (21°56′33.39″N 79°26′38.9″O). La variedad utilizada fue Scarlet y la semilla fue adquirida en Agricultura Urbana. La siembra se realizó el día 14 de enero del 2017 y la cosecha el 25 de marzo del 2017. Las variables climáticas fueron registradas por la Estación Provincial de Sancti Spíritus, la temperatura media diaria fue de 22,93 °C, la humedad relativa media diaria 75,38 % y la precipitación pluvial acumulada de 6,78 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 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	100 mL		
destilada c.s.p			

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 dos momentos en el ciclo del cultivo, a los 50 y 68 días después de la siembra (dds). La última evaluación coincidió con la cosecha.

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 ± 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	$TAN^*= 2(W2 - W1)/(AF2 + AF1) (t2 - t1)$	(g·cm ⁻² ·día ⁻¹)
Tasa de crecimiento relativo	TCR	$TCR=2(W2 - W1)/ (W2 + W1) (t2 - t1)$	(g·g ⁻¹ día ⁻¹)

Razón del área foliar	RAF	$RAF = \frac{1}{2} (AF1/W1 + AF2/W2)$	(cm^2g^{-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 que presentaban distribución normal y homogeneidad de la varianza se les realizó Anova de un factor y Tukey. A los que no presentaron homogeneidad de la varianza aunque sí distribución normal, se le realizó una prueba T de Students para varianzas no homogéneas. A los indicadores que no presentaban 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.

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 dos momentos en el ciclo del cultivo. A los 50 días después de la siembra (dds) el comportamiento más favorable con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto al control, fue del tratamiento $0,7 \text{ L ha}^{-1}$ con incrementos respecto al no tratado de 73,4 g. Los tratamientos con dosis 0,2; 0,5 y $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ también difirieron significativamente del control y lo superaron en 35,51; 35,97 y 36,74 g respectivamente.

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

Tratamientos	Masa fresca (g)	
	50 (dds)	70 (dds)
control	68,73 ± 5,50 c	135,79 ± 5,20 d
0,2 L ha ⁻¹	104,24 ± 11,72 b	162,93 ± 10,68 c
0,5 L ha ⁻¹	104,70 ± 8,07 b	184,16 ± 21,36 b
0,7 L ha ⁻¹	142,13 ± 13,72 a	192,98 ± 13,93 a
1,0 L ha ⁻¹	105,47 ± 7,47 b	198,38 ± 21,49 a
CV(%)	24,21	22,32
	Masa seca (g)	
control	8,16 ± 0,54 c	13,25 ± 0,60 b
0,2 L ha ⁻¹	11,01 ± 1,28 a	19,06 ± 1,18 a
0,5 L ha ⁻¹	10,87 ± 0,56 a	19,59 ± 2,49 a
0,7 L ha ⁻¹	11,4 ± 1,53 a	19,80 ± 1,42 a
1,0 L ha ⁻¹	9,49 ± 0,79 b	19,54 ± 2,22 a
CV(%)	26,00	29,31

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 última evaluación (tabla 3.1) el comportamiento fue similar todos los tratamientos con el producto superaron significativamente al control ($p \leq 0,05$). Las dosis 0,7 y $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ difirieron estadísticamente del resto de las variantes con el producto y superaron al control en 42,12 y 46,09

% . Los incrementos en relación al no tratado de los tratamientos con dosis 0,2 y 0,5 L ha⁻¹ fueron de 19,99 y 35,62 % respectivamente.

En la masa seca de las plantas a los 50 dds todos los tratamientos con VIUSID agro superaron significativamente al control y el comportamiento más favorable fue de las dosis 0,2; 0,5 y 0,7 L ha⁻¹. Los incrementos en este sentido fueron de 34,93; 33,21; 39,71 y 16,30 %. En la última evaluación a los 70 dds se mantuvo la misma tendencia y los incrementos en relación a no tratado con el VIUSID agro fueron de 5,81; 6,34; 6,55 y 6,29 g lo que significó un incremento promedio del 43,15 % de la masa seca (tabla 3.1).

El resultado obtenido en este indicador fue 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 a), 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.

Autores como De la Osa (2017) en remolacha (*B. vulgaris*) y Ledesma (2017), en rábano (*R. sativus*) encontraron que al aplicar foliarmente dosis del promotor del crecimiento VIUSID agro incrementó la masa seca de las plantas en más de un 40 %.

3.2. Efecto de los tratamientos en el número de hojas por planta

En la primera evaluación después de la siembra el comportamiento menos favorable en las hojas por planta fue del tratamiento 0,5 L ha⁻¹. Este no difirió de las dosis con 0,7 L ha⁻¹ pero sí del resto de los tratamientos que tuvieron resultados más favorables. Sin embargo, en la última evaluación

los tratamientos con VIUSID agro no difirieron significativamente entre ellos ni con el tratamiento control (figura 3.1).

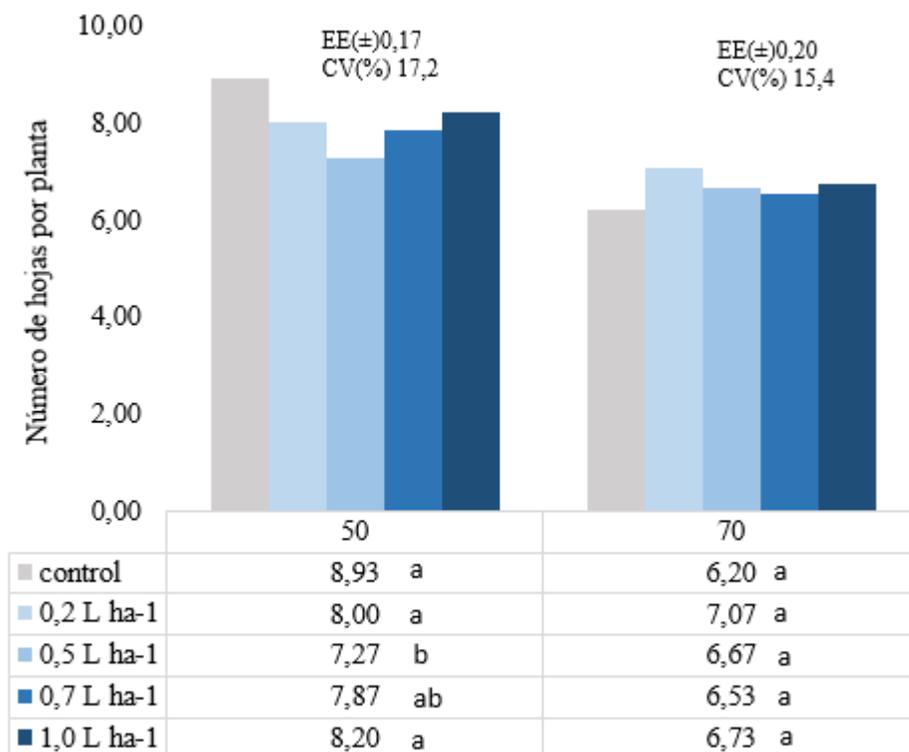


Figura 3.1. Efecto de los tratamientos en el número hojas por planta. Medias con letras desiguales difieren para $p \leq 0,05$ según prueba T de Students

Estos resultados difieren de los alcanzados por De la Osa (2017), en el cultivo de la remolacha con la aplicación de este producto y dosis iguales. Este autor reportó incrementos en el número de hojas por planta a los 40 resaltando las dosis 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ como las de mejor comportamiento con incrementos respecto al control del 11,02 y 17,23 %. También alcanzó resultados favorables en la última evaluación (60 dds) donde todos los tratamientos con el producto superaron significativamente al control.

También Ledesma (2017), en el cultivo del rábano en las dos evaluaciones realizadas obtuvo incrementos en el número de hojas por planta, los mejores resultados fueron alcanzados con la dosis 0,2 y 0,7 L ha⁻¹. Esta autora reportó que a los 30 días posteriores a la siembra el comportamiento más favorable lo alcanzaron las dosis 0,2 y 0,7 L ha⁻¹ que superaron al no tratado en 9,61 y 11,48 %.

Por otra parte 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. El tratamiento con el comportamiento más favorable fue la dosis 0,7 L ha⁻¹ la que superó al control en 30,45 cm² lo que significó un incremento del área foliar del 50,15 %. Los incrementos de las dosis 0,2; 0,5 y 1,0 L ha⁻¹ respecto al no tratado con el producto (por el orden en que aparecen en la tabla) fueron de 19,34; 10,52 y 14,81 cm². Esto significó un incremento como promedio del área foliar en un 33,11 % de estos tratamientos en relación al control.

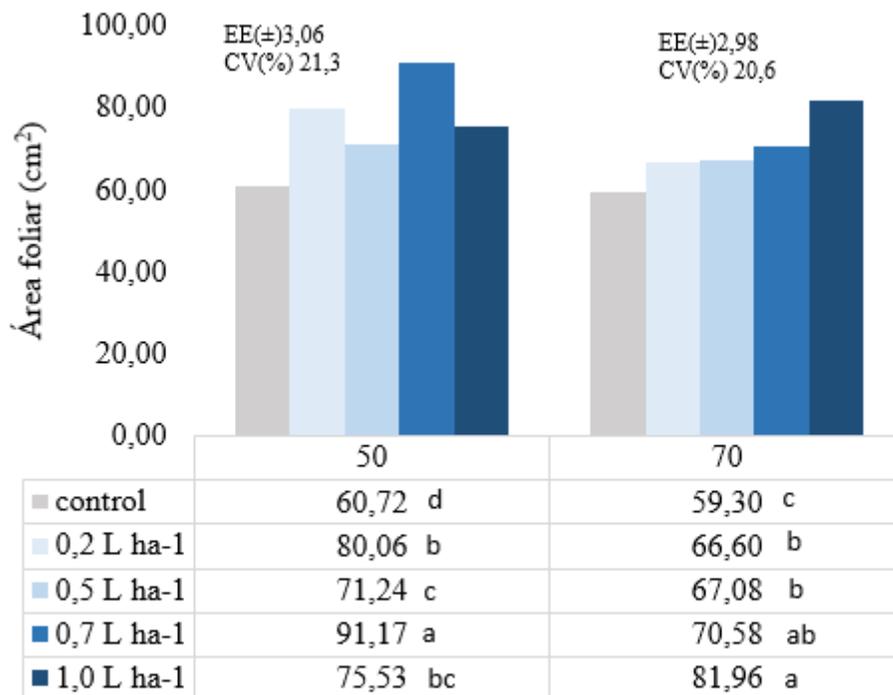


Figura 3.2. Efecto de los tratamientos en el área foliar. Medias con letras desiguales difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey

En la última evaluación 70 dds la tendencia fue similar (figura 3.2) las dosis de mejor comportamiento fue la de 1,0 l ha⁻¹ que difirió significativamente de todas las variantes excepto de la dosis 0,7 L ha⁻¹. El incremento en relación al control de la dosis más favorable fue de 38,21 %. Los incrementos del resto de los tratamientos con el VIUSID en relación al no tratado, fueron de 12,31; 13,12 y 19,02 % respectivamente.

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.

Estos resultados fueron similares a los obtenidos por De la Osa (2017), en el cultivo de la remolacha el que aplicó foliarmente dosis de VIUSID agro y obtuvo incrementos significativos en el área de todos los tratamientos con el producto en relación al control. En la última evaluación fue la dosis 0,2 L ha⁻¹ la de efectos más favorables y con un incremento en relación al control de 26,61 %. También Ledesma (2017), en el rábano obtuvo incrementos en el área foliar cuando usó este promotor del crecimiento vegetal.

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

En la masa fresca de las hojas 50 dds fueron los tratamientos con el promotor del crecimiento los que alcanzaron el mejor comportamiento. La dosis 0,7 L ha⁻¹ difirió significativamente ($p \leq 0,05$) del resto de las variantes y superó al control en 39,95 g. El incremento del resto de los tratamientos en relación al no tratado fue de 16,54; 16,74 y 20,01 g lo que significó un aumento de la masa fresca de las hojas como promedio de 41,94 % (tabla 3.2).

A los 70 días posteriores a la siembra (tabla 3.2) el comportamiento favorable se alcanzó con las dosis 0,5; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ estas difirieron significativamente del control y lo superaron en 13,48; 15,2 y 24,05 g lo que significó un incremento de la masa fresca de las hojas del 33,45; 37,28 y 24,05 %. El tratamiento con dosis menor también difirió significativamente del control y lo superó en un 26,38 %.

En la masa seca de las hojas 50 dds fueron los tratamientos con el promotor del crecimiento los de mejor comportamiento con diferencias estadísticas en relación al control y no entre ellos. Los incrementos en relación a este fueron de 1,25; 1,53; 1,86 y 1,1 g (tabla 3.2). En la segunda evaluación a los 70 dds el comportamiento más favorable fue de los tratamientos 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ sin diferencias significativas entre ellos pero sí con el control. Los incrementos en relación a este

fueron de 45,22 y 64,97 % respectivamente. Los tratamientos con dosis 0,2 y 0,7 L ha⁻¹ también difirieron significativamente del control y lo superaron en un 29,30 y 39,81 %.

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

Tratamientos	Masa fresca (g)	
	50 (dds)	70 (dds)
control	42,35 ± 3,13 d	40,29 ± 3,21 c
0,2 L ha ⁻¹	58,89 ± 7,56 c	50,92 ± 4,50 b
0,5 L ha ⁻¹	59,09 ± 7,038 c	53,77 ± 6,09 ab
0,7 L ha ⁻¹	82,30 ± 9,56 a	55,31 ± 4,57 a
1,0 L ha ⁻¹	62,36 ± 5,66 b	64,34 ± 8,54 a
CV(%)	29,71	24,68
	Masa seca (g)	
control	2,91 ± 0,22 b	3,14 ± 0,28 c
0,2 L ha ⁻¹	4,16 ± 0,45 a	4,06 ± 0,35 b
0,5 L ha ⁻¹	4,44 ± 0,43 a	4,39 ± 0,49 b
0,7 L ha ⁻¹	4,77 ± 0,51 a	4,56 ± 0,33 ab
1,0 L ha ⁻¹	4,01 ± 0,28 a	5,18 ± 0,69 a
CV(%)	22,22	24,15

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)

Este comportamiento en la masa fresca y seca de las hojas fue atribuido a la aplicación foliar del promotor del crecimiento ya que Catalysis (2014) planteó que este producto puede influir en el incremento de la biomasa. Además según (Aumonde *et al.*, 2011), el aumento de masa seca en las hojas es debido a la alta translocación de fotoasimilados preferentemente para estas lo que fue más evidente cuando se usó el VIUSID agro.

Los resultados alcanzados 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 a) lograron incrementar la masa seca de las hojas en lechuga y rábano cuando aplicaron VIUSID agro.

Otros autores han reportado el incremento de la masa seca y fresca de las hojas con el uso de este producto. De la Osa (2017) reportó que con el uso del VIUSID agro aplicado foliar incrementó la masa fresca y seca de las hojas a los 20 y 60 dds. También Ledesma (2017), en el rábano tuvo resultados satisfactorios en estas variables. En la masa fresca en la última evaluación obtuvo incrementos del 50,23 y 33,66 % con las dosis 0,2 y 0,7 L ha⁻¹ y en la masa seca el tratamiento con dosis 0,2 fue el de mejor comportamiento a los 30 dds. Ambos autores afirman que el uso de este producto favorece el crecimiento de las plantas.

3.5 Efecto de los tratamientos en el diámetro polar y ecuatorial de la raíz

En el diámetro polar de la raíz a los 50 dds fue la variante de 0,7 L ha⁻¹ la de mejor comportamiento sin diferencias significativas con el tratamiento de mayor dosis pero con diferencias del resto de las variantes incluido el control. El incremento respecto este último fue de 0,99 cm lo que significó un aumento del 28,21 % en el diámetro polar. Los incrementos del resto de los tratamientos que difirieron del control en relación a este fueron de (0,2 L ha⁻¹) 18,23 % y 25,07 % dosis (1,0 L ha⁻¹). A los 70 dds todas las variantes con el VIUSID agro superaron significativamente al control. Los incrementos respecto a este (por el orden en que aparecen en la tabla) fueron de 20,46; 19,62; 36,50 y 32,28 %.

En el diámetro ecuatorial de la raíz en la primera evaluación el comportamiento más favorable se alcanzó con la dosis 0,7 L ha⁻¹ con diferencias significativas con el resto de las variantes incluido el control; el incremento respecto este último fue de 5,26 cm. El resto de las variantes difirieron significativamente del control y lo superaron (por el orden en que aparecen en la tabla a partir de este), en 24,63; 31,45 y 22,55 % respectivamente.

A los 70 dds todas las variantes con el producto superaron significativamente al control, la dosis 0,7 L ha⁻¹ fue la de mejor comportamiento y el incremento respecto este fue de 36,84 %. Las dosis 0,2; 0,5 y 1,0 L ha⁻¹ también difirieron significativamente del control y lo superaron en 31,58; 33,05 y 32,21 %.

Según Rodríguez *et al.* (2007), el diámetro polar y ecuatorial de la raíz son indicadores de calidad en el cultivo de la remolacha, 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.

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

Tratamientos	Diámetro polar (cm)	
	50 (dds)	70 (dds)
control	3,51 ± 0,21 c	4,74 ± 0,11 c
0,2 L ha ⁻¹	4,15 ± 0,20 b	5,71 ± 0,27 ab
0,5 L ha ⁻¹	3,75 ± 0,15 c	5,67 ± 0,25 b
0,7 L ha ⁻¹	4,50 ± 0,20 a	6,47 ± 0,24 a
1,0 L ha ⁻¹	4,39 ± 0,17 ab	6,27 ± 0,34 a
CV(%)	20,19	
	Diámetro ecuatorial (cm)	
control	3,37 ± 0,16 d	4,75 ± 0,14 c
0,2 L ha ⁻¹	4,20 ± 0,22 c	6,25 ± 0,20 b
0,5 L ha ⁻¹	4,43 ± 0,26 b	6,32 ± 0,26 b
0,7 L ha ⁻¹	8,63 ± 1,30 a	6,50 ± 0,18 a
1,0 L ha ⁻¹	4,13 ± 0,16 c	6,28 ± 0,22 b
CV(%)	25,12	16,78

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

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.

De la Osa (2017) obtuvo resultados análogos a los de esta investigación ya que en las evaluaciones realizadas los tratamientos con VIUSID agro tuvieron un comportamiento más favorable que el control. A los 60 dds los tratamientos con el producto no difirieron entre ellos pero sí del control y los incrementos respecto a este fueron de 33,41; 35,51; 32,94 y 43,46 % respectivamente.

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 dos 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 0,7 L ha⁻¹ la que logró el incremento mayor respecto al no tratado y lo superó en 33,45 g. El incremento del resto de los tratamientos en relación al control fue de 18,97; 19,23 y 16,73 g.

A los 70 dds los tratamientos con el producto también superaron al control significativamente. Las dosis 0,5; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ no difirieron entre ellas y superaron al no tratado en 34,89; 42,17 y 38,54 g. El tratamiento con dosis menor también difirió significativamente del control y lo superó en 16,51 g.

La masa seca de la raíz se encuentra reflejada en la tabla 3.4. En la primera evaluación los tratamientos con el promotor del crecimiento difirieron significativamente del control excepto la variante de dosis mayor. El comportamiento más favorable fue del tratamiento 0,7 L ha⁻¹ con un incremento respecto al no tratado con VIUSID agro de 4,38 g. Las dosis 0,2 y 0,5 L ha⁻¹ también difirieron del control significativamente y lo superaron en 2,6 y 2,18 g respectivamente.

En la última evaluación las variantes 0,2; 0,5 y 0,7 L ha⁻¹ no difirieron entre ellas pero superaron significativamente al control en 4,89; 5,09 y 5,13 g. Este resultado significó que como promedio se logró un incremento de la masa seca de más del 45 % de las dosis mencionadas respecto al control (tabla 3.4). La dosis mayor también superó significativamente al no tratado y el incremento respecto este fue de 42,04 %.

La masa fresca y seca de la raíz son indicadores importantes ya que influyen directamente en el rendimiento agrícola. 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.

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

Tratamientos	Masa fresca (g)	
	50 (dds)	70 (dds)
control	26,38 ± 3,21 c	95,50 ± 3,42 c
0,2 L ha ⁻¹	45,35 ± 5,38 b	112,01 ± 8,70 b
0,5 L ha ⁻¹	45,61 ± 2,04 b	130,39 ± 16,08 a
0,7 L ha ⁻¹	59,83 ± 5,39 a	137,67 ± 11,68 a
1,0 L ha ⁻¹	43,11 ± 4,73 b	134,04 ± 14,66 a
CV(%)	28,46	26,39
	Masa seca (g)	
control	4,25 ± 0,50 c	10,11 ± 0,47 c
0,2 L ha ⁻¹	6,85 ± 1,05 b	15,00 ± 1,12 a
0,5 L ha ⁻¹	6,43 ± 0,26 b	15,20 ± 2,12 a
0,7 L ha ⁻¹	8,63 ± 1,30 a	15,24 ± 1,26 a
1,0 L ha ⁻¹	5,48 ± 0,72 c	14,36 ± 1,74 b
CV(%)	22,95	19,90

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

Otros autores han reportado efectos beneficiosos del VIUSID agro en la masa de la raíz. Según (Peña *et al.*, 2017 a), 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 L ha⁻¹) de 120 y 130 g respectivamente.

También De la Osa (2017) en el cultivo de la remolacha tuvo resultados favorables en la masa seca y fresca de la raíz con el uso de este promotor del crecimiento. En las tres evaluaciones realizadas durante el ciclo del cultivo todos los tratamientos con VIUSID agro superaron significativamente al control en la masa fresca y seca. El comportamiento más favorable en la última evaluación correspondiente a la cosecha lo obtuvo con la dosis 1,0 L ha⁻¹.

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 70 dds. En el tratamiento control, de la producción total, el 23,70 % se encontró en el follaje y el 76,30 % en las raíces. En las plantas donde se aplicó dosis 1,0 L ha⁻¹ el 26,51 % se encontró en el follaje y el 73,49 % en la raíz. Estas variante fueron las que tuvieron el comportamiento menos favorable ya que la relación raíz/follaje fue significativamente menor con ambos tratamientos con diferencias significativas con el resto de las variantes. El comportamiento más favorable fue alcanzado por las dosis 0,2 y 0,5 L ha⁻¹ donde la relación raíz tallo fue superior significativamente. El tratamiento con dosis 0,7 L ha⁻¹ no difirió de las dosis de mejor comportamiento pero tampoco de los tratamientos menos favorables.

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.

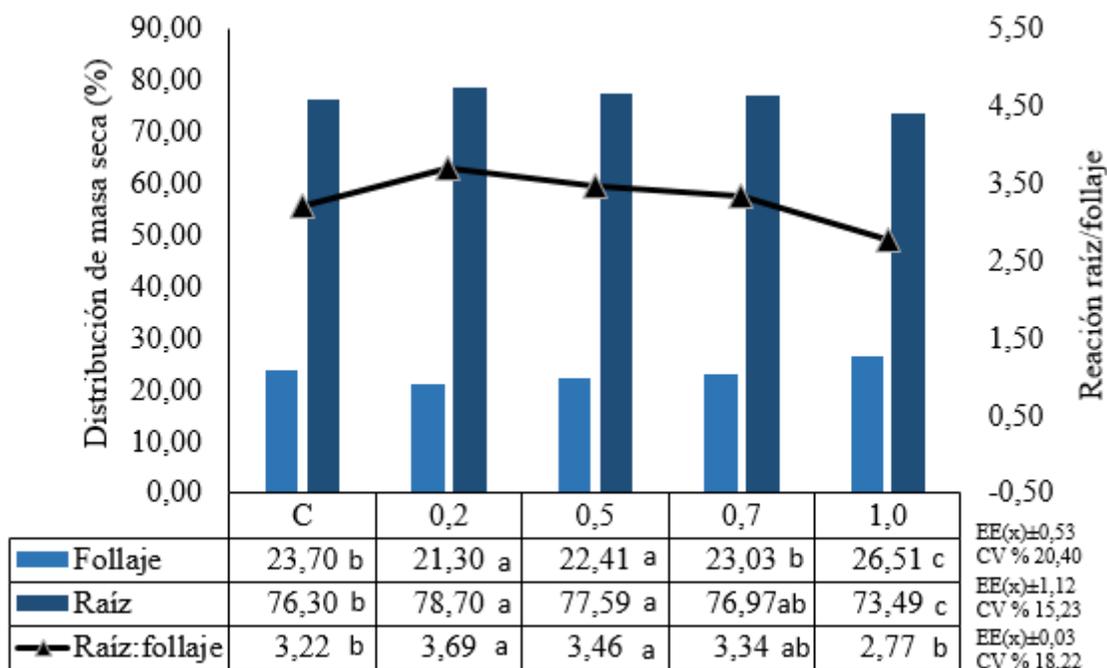


Figura 3.3. Efecto de los tratamientos en la distribución de masa seca (70 dds). Hipótesis para proporciones.

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 las dosis 0,2; 0,5 y 0,7 L ha⁻¹ como se mencionó anteriormente.

Estos resultados no coincidieron con los obtenidos por De la Osa (2017), el que aplicó el VIUSID agro con las mismas dosis evaluadas en este estudio y encontró una mejor relación raíz follaje a partir de la dosis 0,5 L ha⁻¹, incluida la variante con dosis superior. Por otra parte Ledesma (2017) obtuvo en el cultivo del rábano una mejor relación tallo reservante follaje con las dosis 0,5; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹.

3.8 Efecto de los tratamientos en los índices de crecimiento

La tasa absoluta de crecimiento (TAC) se observa en la tabla 3.5, a los 70 días posteriores a la siembra los tratamientos de mejor comportamiento fueron los tratamientos con VIUSID agro. El tratamiento de mejores resultados fue la dosis 1,0 L ha⁻¹ que difirió significativamente de todas las variantes y superó al control significativamente en 0,20 g· día⁻¹. El resto de las variantes con el producto también superaron al control 0,10; 0,14 y 0,12 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.

En la tasa de asimilación neta a los 70 días posteriores a la siembra los tratamientos 0,5 y 1,0 L ha⁻¹ difirieron significativamente del control y lo superaron en 26,0 y 28,0 %. El tratamiento 0,2 L ha⁻¹ también difirió significativamente del control y lo superó en un 10,0 %. Esto significó que estas variantes obtuvieron una mayor ganancia neta en masa seca por unidad de área foliar.

La tasa de asimilación neta (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 las dosis de VIUSID agro de comportamiento más favorable tuvieron una mayor eficiencia fotosintética promedio.

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)	TCR (g·g⁻¹ día⁻¹)	RAF (cm²g⁻¹)
control	0,30 ± 0,01 c	0,0050 ± 0,002 c	0,024± 0,001 c	5,96 ± 0,42 b
0,2 L ha ⁻¹	0,40 ± 0,02 b	0,0055 ± 0,003 b	0,028 ± 0,001 b	5,38 ± 0,23 a
0,5 L ha ⁻¹	0,44 ± 0,01 b	0,0063 ± 0,004 a	0,029 ± 0,001 b	4,99 ± 0,32 a
0,7 L ha ⁻¹	0,42 ± 0,01 b	0,0052 ± 0,001 bc	0,027 ± 0,001 b	5,78 ± 0,30 ab
1,0 L ha ⁻¹	0,50 ± 0,02 a	0,0064 ± 0,004 a	0,035 ± 0,001 a	6,08 ± 0,31 b
CV (%)	28,26	23,84	20,00	21,98

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 crecimiento relativo (TCR) se observa que a los 70 días posteriores a la siembra los tratamientos con VIUSID agro difirieron significativamente del control. El comportamiento más favorable fue del tratamiento con la dosis mayor el que difirió además del resto de las variantes con el producto y superó al control en 0,011 ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ día}^{-1}$), lo que significó un incremento del 45,83 % de este indicador. El resto de los tratamientos con VIUSID agro superaron significativamente a la variante sin el producto y los incrementos respecto este fueron de 16,67; 20,83 y 12,50 % respectivamente.

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 (Santos *et al.*, 2010).

En la razón del área foliar (RAF) a los 50 días posteriores a la siembra el mejor comportamiento fue de los tratamientos 0,2 y 0,5 L ha⁻¹ de VIUSID agro ya que difirieron significativamente del control y de la dosis mayor. La dosis 0,7 L ha⁻¹ no difirió de las variantes mencionadas ni del control. 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.

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.

Otros autores (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.

Estos resultados no coincidieron con los planteados por De la Osa (2017), en el cultivo de la remolacha que obtuvo el efecto más favorable con la dosis de 0,2 y 1,0 L ha⁻¹. Sin embargo Ledesma (2017) obtuvo los mejores resultados con las dosis 0,2; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ sin diferencias significativas entre ellos pero superaron al control significativamente y por tanto necesitaron 5,69; 6,41 y 4,25 cm² menos que este, para producir una unidad de masa seca.

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 a los 70 dds. En la potencia de la fuente el mejor comportamiento fue de los tratamientos con VIUSID agro los que difirieron significativamente del control. Los incrementos en relación a este fueron (por el orden consecutivo a partir de este) de 23,33; 40,0; 23,33 y 73,33 % respectivamente. El comportamiento más favorable fue del tratamiento con dosis mayor. Estos resultados de potencia de fuente se pueden interpretar como el momento en el cual el tejido fotosintético fue más eficiente en este proceso metabólico y las redes vasculares fueron más eficientes en la carga floemática de azúcares (Wardlaw, 1990).

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).

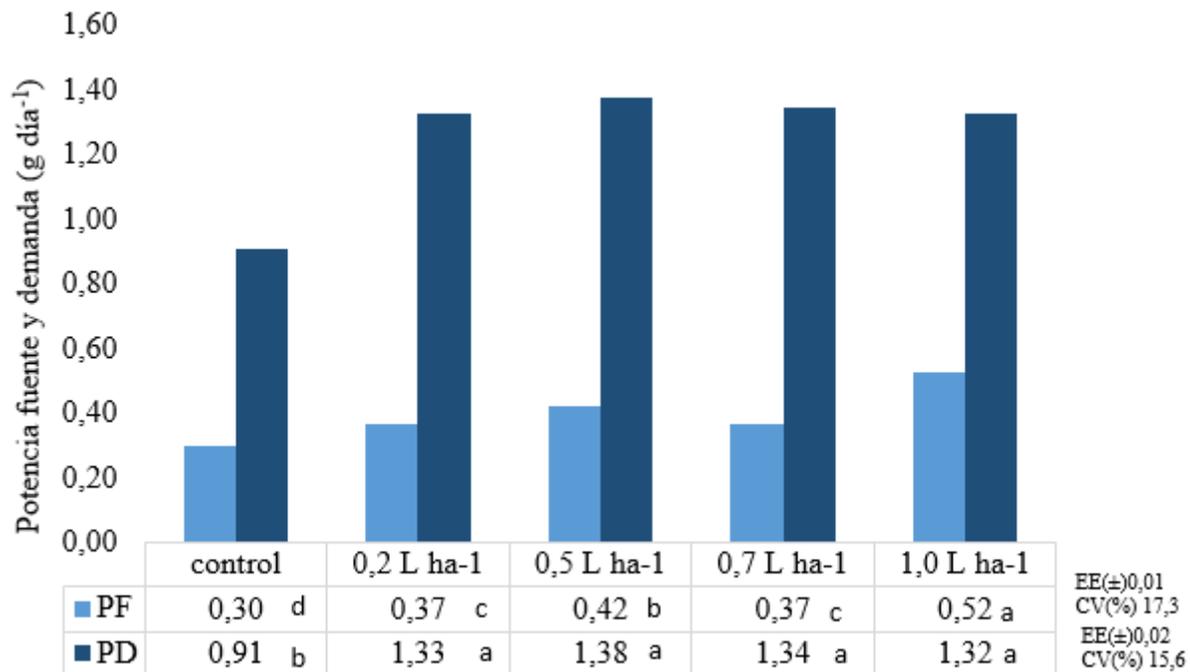


Figura 3.4. Efecto de los tratamientos en la potencia de la fuente (PF) y la demanda (PD) a los 50 y 70 dds. Medias con letras desiguales difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey

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 importante 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.

Estos resultados coincidieron con los obtenidos por De la Osa (2017), en la remolacha y Ledesma (2017), en el rábano ambos tuvieron una mejor relación fuente demanda en los tratamientos con VIUSID agro que en el 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 3.6 el comportamiento más favorable fue de los tratamientos 0,2; 0,5 y 0,7 L ha⁻¹, los que difirieron significativamente del control y de la dosis mayor. Los incrementos respecto al no tratado fueron de 35,29 y 29,41 %. Esto significó que la eficiencia de las hojas (de las plantas de los tratamientos de mejor comportamiento) para producir masa seca útil o comercial, fue superior cuando se usó VIUSID agro en las dosis 0,2; 0,5 y 0,7 L ha⁻¹.

Este comportamiento coincidió parcialmente con los resultados alcanzados por De la Osa (2017), en el cultivo de la remolacha. Este autor con el uso de las mismas dosis de este experimento obtuvo que los tratamientos con VIUSID agro superaron significativamente al control pero la dosis mayor fue la de mejor comportamiento.

Ledesma (2017), en el cultivo del rábano evaluó el efecto de la aplicación de dosis de VIUSID agro en el índice de eficiencia foliar y obtuvo que los tratamientos con VIUSID agro tuvieron un mejor comportamiento con diferencias significativas en relación al control. Los tratamientos con mejor efecto fueron los aplicados con dosis iguales y superiores a 0,5 L ha⁻¹.

El índice de cosecha (IK) también aparece reflejado en la tabla 3.6 este expresa la eficiencia productiva de la planta. Se observa no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Esto significó que la producción útil o comercial por unidad de producto biológico total no difirió significativamente con las variantes usadas.

Estos resultados no coincidieron con De la Osa (2017), ni Ledesma (2017), ambos investigadores reportaron incrementos del índice de cosecha (IK) cuando se aplicó VIUSID agro en dosis iguales

y superiores a 0,5 L ha⁻¹. Además en ambos experimentos los tratamientos con VIUSID agro difirieron significativamente del control.

En el rendimiento agrícola fue superior cuando se usó VIUSID agro, el comportamiento más favorable se alcanzó con la dosis 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ con incrementos en relación al no tratado de 1,18 y 1,08 kg m^{2 (-1)} lo que significó un incremento de los rendimientos del 44,19 y 40,45 %. Las variantes de dosis 0,2 y 0,5 L ha⁻¹ también difirieron significativamente del control y lo superaron en un 17,60 y 36,70 % respectivamente

Tabla 3.6. 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	0,17 ± 0,01 b	0,76 ± 0,008 a	2,67 ± 0,01 d
0,2 L ha ⁻¹	0,23 ± 0,02 a	0,79 ± 0,007 a	3,14 ± 0,02 c
0,5 L ha ⁻¹	0,23 ± 0,01 a	0,78 ± 0,007 a	3,65 ± 0,02 b
0,7 L ha ⁻¹	0,22 ± 0,01 a	0,77 ± 0,006 a	3,85 ± 0,01 a
1,0 L ha ⁻¹	0,18 ± 0,01 b	0,76 ± 0,008 a	3,75 ± 0,02 ab
CV (%)	22,17	10,31	26,41

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

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 a), 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.

De la Osa (2017), con el uso de iguales dosis a las de este estudio obtuvo resultados similares ya que los rendimientos más elevados con diferencias significativas en relación al control los obtuvo con las variantes del producto. Los mejores efectos fueron obtenidos con las dosis iguales y superiores a 0,5 L ha⁻¹.

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 (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.

Además Peña *et al.* (2017 b), en el cultivo del frijol obtuvo incrementos en el rendimiento superior al 50 % cuando usó dosis de 0,8 L ha⁻¹. Además obtuvieron que la aplicación foliar del promotor del crecimiento VIUSID agro no afectó la germinación de las semillas de plantaciones tratadas. También en el cultivo del frijol Peña *et al.*, (2017 c) cuando evaluaron este producto en diferentes variedades obtuvieron incrementos de los rendimientos con todas las variantes con VIUSID en relación al control en todas las variedades evaluadas.

Otros autores como Atta *et al.* (2017), en el cultivo del maíz obtuvieron resultados satisfactorios en el incremento de los rendimientos al aplicar foliar el VIUSID agro. Los mejores efectos fueron alcanzados con la dosis 0,192 L ha⁻¹ con un intervalos de 14 días, 5 aplicaciones en el ciclo del cultivo. El incremento de rendimiento en relación al control fue de 26,0 %.

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 0,7 L ha⁻¹.
- ❖ La aplicación foliar de dosis de VIUSID agro favorece el índices de eficiencia foliar, el mejor resultado se alcanzó con la dosis 0,2; 0,5 y 0,7 L ha⁻¹. El rendimiento agrícola fue superior al aplicar el promotor del crecimiento; el mejor comportamiento se obtuvo con la dosis 0,7 y 1,0 L ha⁻¹.

RECOMENDACIONES

- ❖ Replicar el experimento en el tiempo, con diferentes variedades otras variantes de dosis en varios municipios de la provincia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alimentos, (2017). Información de alimentos para su dieta. Extraído el 15 de junio de 2017 desde <https://alimentos.cc/remolacha>.
- Altieri, M.A, (1997). Creando formas agroecológicas entre cooperativas en producción Agropecuaria y organoponía. La Habana, Cuba, 50p.
- Atta, M.M.M., Abdel-Lattif, H.M. & Absy, R. (2017). Influence of Biostimulants Supplement on Maize Yield and Agronomic Traits. *Bioscience Research*, 14(3), 604-615.
- 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.
- Beovides Y., Rodríguez, D., Peña, K., Galvez, D. (2017). Efecto del VIUSID agro® en plantas de malanga colocasia ‘inivit mc-2012’ producidas in vitro durante la fase de aclimatización, *Agricultura Tropical* 3(2), 57-61.
- 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.
- Bibing, W. (2005). Proyectos. Extraído el 25 de octubre de 2017 desde <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/20005/fichero/1.Memoria%252F1.7.pdf>
- Blanco, A. (2007). Química biológica. Buenos Aires, Argentina. 8va edición, Editorial, El Ateneo pp. 22-26.
- Cabrera, L. O. (2013). Utilización de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), después del corte del principal en el municipio Taguasco. Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- Cakmak, I. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*, 302(1), 1-17. Doi: 10.1007/s11104-007-9466-3
- Carbó, C. (2009). Aminoácidos en la planta. Extraído el 22 de marzo 2014 desde <http://www.ccarbo.com/descargar/fichas%20tecnicas/bio%20plant%20aminoalpha.pdf>
- Catalysis (2017 a). VIUSID agro promotor del crecimiento de reconocimiento mundial. Extraído el 12 de junio 2017 desde <http://www.catalysisagrovete.com>
- Catalysis (2017 b) ¿Qué es VIUSID agro? Extraído el 12 de junio 2017 desde <http://www.catalysisagro.com/es/>

- Catalysis (2017 c) ¿Cómo usar VIUSID agro? Extraído el 12 de junio 2017 desde <http://www.catalysisagro.com/es/>
- Catalysis (2017 d) Promotor del crecimiento vegetal. Extraído el 12 de junio 2017 desde <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/05/viusid.html>
- Catalysis. (2014). VIUSID agro, promotor del crecimiento. Extraído el 20 de marzo 2014 desde <http://www.catalysisagrovete.com>
- Clavijo, J. (1989). Análisis de crecimiento en malezas. *Revista Comalfi*, 15(2), 12-16.
- Cookson, S. J., Van Lijsebettens, M. y Granier, C. (2005). Correlation between leaf growth variables suggest intrinsic and early controls of leaf size in *Arabidopsis thaliana*. *Plant, Cell and Environment*, 28 (11), 1355-1366.
- Costa, C. C., Oliveira, C. D., Silva, C. J., Timossi, P. C. y Leite, I. C. (2006) Crecimiento, productividad e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. *Horticultura Brasileira*, 24 (3), 118-122.
- Davies, D. D. (1982). Physiological aspects of protein turn over. *Encycl Plant Physiol*, 45, 481–487.
- De la Osa, R. (2017). Efecto de dosis de VIUSID agro en el comportamiento morfofisiológico y productivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- 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.
- Ecoagricultor, (2015). Remolacha beterrada beneficios nutricionales. Extraído el 17 de octubre del 2017 desde <https://www.ecoagricultor.com/remolacha-beterrada-beneficios-nutricionales/>
- Espasa, R. (2007). La fertilización foliar con aminoácidos. Extraído el 22 de marzo 2014 desde <http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revista/pdfhort/hort1983123335.pdf>

- Expósito, P. O. (2013). Utilización de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en el municipio de Taguasco. Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- Foyer, C. & Paul, M. (2001). Source-Sink Relationships. pp. 11. In: Encyclopedia of Life Sciences. Nature Publishing Group, United Kingd
- Frutas – hortalizas, (2017). Origen y producción de remolacha. Extraído el 22 de octubre del 2017 desde <http://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Origen-produccion-Remolacha.html>
- Fuentes, F. E. y Abreu, E., Fernández, E. y Castellanos, M. (1999). Experimentación agrícola. La Habana, Cuba. Ed. Félix Varela. 225 pp.
- Funes, E. (2010). La agricultura urbana es una solución efectiva. Gente nueva, La Habana, 120p
- 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 Agodesarrollo 2014. Varadero, Cuba
- Gálvez, D., Rodríguez, S. J., Milián, M. (2017). VIUSID agro en la propagación in vitro de papa (*Solanum tuberosum* L.) informe de investigación INIVIT 11p.
- 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.
- Gonzáles, 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.
- Hortalizas y Verduras, (2017). Guía práctica de verduras. Extraído el 09 de abril de 2017 desde <http://verduras.consumer.es/remolacha/introduccion>.

- 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, (2016). El cultivo de la remolacha azucarera parte I. Extraído el 26 de octubre de 2017 desde http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_remolacha_azucarera__parte_i_.asp
- IPES (2005). Promoción del Desarrollo Sostenible - Agricultura Urbana (en español). 145p.
- 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 February, 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.
- Ledesma, W. (2017). Efecto de dosis de VIUSID agro en el comportamiento morfofisiológico y productivo de la remolacha (*Beta vulgaris* 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, 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.
- Maza, N. J., Caballero, M.W., Rivera, C. M. (2017). Influencia de VIUSID agro en la producción de semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.). Informe de investigación INIVIT 14 p
- 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.

Molina, E., Soto, G. y Méndez, G. (2003). Quelatos como fertilizantes en editores. Taller de abonos orgánico. CATIE, Sabanilla, Costa Rica pp.6-8.

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. (2016). Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Producción agrícola por cultivos seleccionados. Edición 2016; 15p. Extraído el 17 de junio del 2017 desde <http://www.one.cu/aec2016/09%20Agricultura%20Ganaderia%20Silvicultura%20Pesca.pdf>

Opac, L. (2005). Exigencias ecológicas y nutricionales de la remolacha (*Beta vulgaris* L.). Extraído el 11 de noviembre del 2017 desde http://biblioteca.uajms.edu.bo/opac_css/doc_num.php?explnum_id=3696

Peña K, Rodríguez J. C, Olivera, D. (2017 c). Efecto de un promotor del crecimiento en el comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Avances en la investigación agropecuaria AIA. 21(1): 35-45

Peña K, Rodríguez J. C, Santana, M., Olivera, D., Valle, C. D., Dorta, R. (2017 b). Effects of a growth promoter on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crops. Acta agronómica 66(3): 360-366. <https://doi.org/10.15446/acag.v66n3.53820>

Peña, K. (2014). Efecto del VIUSID agro en la germinación de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Informe de resultados. Catalysis 12p.

Peña, K., Rodríguez, J. C, Olivera, D., Meléndrez, J. F., Rodríguez, L. I., Valdéz, R. y Rodríguez, L. (2017 a). Efects of growth promoter on different 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 andreaeanum* 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, A. V. (2017). Efecto del VIUSID agro en la germinación y crecimiento de plántulas de arroz in vitro. Informe de investigación Instituto Nacional de Granos 5p.
- 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.
- Propiedadesde.net. (2015). Propiedades y beneficios de la remolacha. Extraído el 19 de noviembre del 2017 desde <https://propiedadesde.net/propiedades-de-la-remolacha/>
- 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>
- Regmurcia, L. (2016). Remolacha – Historia. Región de Murcia Digital. Extraído el 18 de mayo de 2016 desde http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-23592-DETALLE_REPORTAJESPADRE

- Ríos, Y., Dibut, B., Rojas, M., Ortega, M., Arozarena, N. y Rodríguez, J. (2016). Interacción de la bacteria *Gluconacetobacter diazotrophicus* y hortalizas de raíz. Extraído el 20 de octubre del 2017 desde http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362016000500004&script=sci_arttext&tlng=en
- 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.
- Rojas, M., Sánchez, D., Rosales, K. y Lugo, D. (2017). Antagonismo de *Bacillus* frente a hongos fitopatógenos de cultivos hortícolas. Extraído el 17 de noviembre del 2017 desde http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-27522017000200005&script=sci_arttext&tlng=pt
- Ruiz, B. (1999). Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. Extraído el 05 de septiembre del 2017 desde <http://www.inifapcirpac.gob.mx/PotencialProductivo/Jalisco/AltosNorte/RegionAltosNorteReqAgroecologicos.pdf>
- 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.
- Sanz, E. (2017). La activación molecular secreto del éxito. Departamento de científico laboratorios Catalysis 25p.
- 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
- SPSS. (2006). Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 15.0.1. Chicago, USA: SPSS Inc.
- 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
- 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
- Valle, C. D., Peña, K. (2015 junio). El VIUSID agro una alternativa en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Ponencia presentada en Congreso Internacional de Suelos. La Habana, Cuba.
- Velázquez, M. (2013). Alternativas de Empleos de las Agromena en la producción de alimentos .Centro Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIIMM), 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.