



**Facultad de Ciencias Agropecuarias
Carrera Agronomía**

TRABAJO DE DIPLOMA

Comportamiento morfofisiológico del genotipo de ajo (*Allium sativum* L) Criollo bajo el efecto de bioproductos de usos agrícolas.

Morphophysiological behavior of the Criollo garlic (*Allium sativum* L) genotype under the effect of agricultural bioproducts.

**Autor: Carlos Michel Cervantes Rodríguez
Tutor: Dr. Marcos Tulio García González**

Copyright©UNISS

Sancti Spíritus, 2022

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, y se encuentra depositado en los fondos del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez” subordinada a la Dirección de General de Desarrollo 3 de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su publicación bajo la licencia siguiente:

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez”.

Comandante Manuel Fajardo s/n, Olivos 1. Sancti Spíritus. Cuba. CP. 60100

Teléfono: 41-334968

Pensamiento

“La agricultura es una de las ciencias más complejas, más difíciles y, a la vez, más fascinantes, porque comprende una serie de ciencias, porque se apoya en toda una serie de ciencias”.

Fidel Castro Ruz



A mi tutor Marcos T. García quien sin su constante apoyo y consejos acertados no pudiese haber llegado a donde estoy.

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

A mi tutor el DrC. Marcos T. García González, por su apoyo sincero, paciencia y dedicación en la realización de este trabajo.

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

Con el objetivo de evaluar el comportamiento morfofisiológico del ajo bajo el efecto de bioproductos de usos agrícolas, se diseñó un experimento en bloque al azar con cinco tratamientos y tres réplicas. Los bioestimulantes utilizados fueron VIUSID Agro, FitoMas-E, Microorganismos Eficientes, la combinación de todos y un testigo. Se evaluaron parámetros morfofisiológico como, el diámetro del bulbo, diámetro del pseudotallo, número de dientes por bulbo, los índices de crecimiento, el índice de eficiencia foliar, razón de área, entre otros. Los resultados mostraron un incremento significativo ($p \leq 0,05$) en los indicadores morfológicos con la aplicación de los bioestimulantes, el mejor resultado en el diámetro del bulbo fue con los Microorganismos Eficientes el cual reportó incrementos en relación al testigo del 14,59 %, la tasa absoluta de crecimiento con los Microorganismos Eficientes mostró un incremento promedio respecto al testigo fue de $0,032 \text{ g} \cdot \text{día}^{-1}$. En la tasa de asimilación neta los mejores resultados se obtuvieron con el empleo individual de VIUSID agro, Microorganismos Eficientes y la combinación de todos los bioestimulantes superando al testigo. Los Microorganismos Eficientes fue el bioestimulante que mostró el mejor comportamiento en los parámetros morfofisiológicos en todo el experimento superando al resto de los tratamientos y el testigo. Todos los bioestimulantes influyeron positivamente en el rendimiento agrícola. El mejor valor en este indicador se obtuvo con el tratamiento Microorganismos Eficientes quien alcanzó diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) al resto de los tratamientos y superó al testigo en $2,87 \text{ t ha}^{-1}$, lo que significó un incremento del rendimiento en 38,78 %.

Synthesis

In order to evaluate the morphophysiological behavior of garlic under the effect of bioproducts from agricultural uses, a randomized block experiment with five treatments and three replications was designed. The biostimulants used were VIUSID Agro, FitoMas-E, Efficient Microorganisms, the combination of all of them and a control. Morphophysiological parameters such as bulb diameter, pseudostem diameter, number of teeth per bulb, growth rates, leaf efficiency index, area ratio, among others, were evaluated. The results showed a significant increase ($p \leq 0.05$) in the morphological indicators with the application of biostimulants, the best result in the diameter of the bulb was with the Efficient Microorganisms, which reported increases in relation to the control of 14,59 % the absolute growth rate with the Efficient Microorganisms showed an average increase with respect to the control was $0,032 \text{ g.day}^{-1}$. In the net assimilation rate, the best results were obtained with the individual use of VIUSID agro, Efficient Microorganisms and the combination of all the biostimulants, surpassing the control. The Efficient Microorganisms was the biostimulant that showed the best behavior in the morphophysiological parameters throughout the experiment, surpassing the rest of the treatments and the control. All biostimulants positively influenced agricultural yield. The best value in this indicator was obtained with the Efficient Microorganisms treatment, which reached significant statistical differences ($p \leq 0,05$) to the rest of the treatments and exceeded the control by $2,87 \text{ t ha}^{-1}$, which meant an increase in yield in 38,78 %.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Situación Problémica.....	3
Problema Científico	4
Hipótesis.....	4
Objetivo.....	4
Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1 Cultivo de Ajo (<i>A sativum</i>).....	5
1.1.1 Origen.	5
1.2 Clasificación Taxonómica.....	5
1.3 Morfología del Cultivo.	6
1.3.1 Raíz.	6
1.3.2 Tallo.	6
1.3.3 Hojas.....	6
1.3.4 Flores.....	7
1.3.5 Bulbo.....	7
1.4 Fenología del cultivo	7
1.5 Factores edafoclimáticos del cultivo.	8
1.5.1 Clima.....	8
1.5.2 Suelos.....	9
1.6 Preparación de los suelos.....	9
1.7 Siembra.....	9
1.7.1 Época de Siembra.....	9
1.8 Fertilización	10
1.9 Riego	10
1.10 Principales plagas y enfermedades del cultivo del ajo.	10

1.11 Control de malezas	11
1.12 Clones	11
1.13 Bioestimulantes	12
1.13.1 FitoMas-E.....	13
2.13.2 Microorganismos eficientes.....	15
1.13.3 VIUSID Agro.....	19
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.	23
2.1 Generalidades y Métodos.....	23
2.2 Diseño experimental, forma de aplicación y tratamientos.	23
2.3 Indicadores a evaluar	24
2.3.1 Altura de las plantas:.....	24
2.3.2 Diámetro del pseudotallo y del Bulbo:.....	24
2.3.3 Número de Dientes por Bulbo:	24
2.3.4 Área foliar:	24
2.3.5 Índices de crecimiento:	25
2.3.5.1 Índice Área Foliar (IAF).....	25
2.3.5.2 Relación o razón de Área Foliar (RAF).....	26
2.3.5.3 Tasa de Asimilación Neta (TAN)	26
2.3.5.4 Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)	27
2.3.5.5 Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC).....	27
2.3.6 Contenido Relativo de Agua (CRA)	27
2.3.7 Déficit de Saturación	27
2.3.8 Índice de estabilidad de la membrana (IEM).....	28
2.3.9 Clorofilas A y B	28
2.3.10 Clorofila a+b o total	28
2.3.11 Contenido de Carotenos	28
2.3.12 Rendimiento Agrícola (t ha ⁻¹).....	29

2.4 Análisis Estadístico	30
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	31
3.1 Efecto de los tratamientos en la altura de las plantas.....	31
3.2 Efecto de los tratamientos en el diámetro del pseudotallo.....	32
3.3 Efecto de los tratamientos en el diámetro del bulbo.	34
3.4 Efecto de los tratamientos en el número de dientes por bulbo	35
3.5 Efecto de los tratamientos en el área foliar.	35
3.6 Efecto de los tratamientos en el índice de área foliar (IAF)	37
3.7 Efecto de los tratamientos en la razón de área foliar.	39
3.8 Efecto de los tratamientos en los índices de crecimiento.	41
3.8.1 Efecto de los tratamientos en la tasa absoluta de crecimiento. .	41
3.8.2 Efecto de los tratamientos en la tasa de asimilación neta.....	42
3.8.3 Efecto de los tratamientos en la tasa de crecimiento relativo	43
3.9 Efecto de los tratamientos en el contenido relativo de agua.....	44
3.10 Efecto de los tratamientos en el índice de estabilidad de la membrana.....	46
3.11 Efecto de los tratamientos en el contenido de clorofila A y B.....	47
3.12 Efecto de los tratamientos en el contenido de clorofilas totales....	49
3.13 Efecto de los tratamientos en el contenido de carotenos a los ddb.	60 50
4. CONCLUSIONES	55
5. BIBLIOGRAFÍA.....	56

Introducción

El ajo (*Allium sativum* L.) es una de las plantas hortícolas más antiguas cultivadas, originaria de Asia Central que pertenece a la familia *Alliaceae*, segunda especie del género *Allium* más utilizada en el mundo, después de la cebolla. Es conocida desde la antigüedad con el sobrenombre de especia de la vida o *spice of life* por sus propiedades medicinales. Sus hojas e inflorescencias jóvenes son consumidas como vegetales verdes, mientras que los bulbos frescos sirven de condimento y agente aromático en la cocción de muchos alimentos y en la industria farmacéutica (Gálvez, 2017; Musefiu, 2018; López *et al.*, 2019; Guerra *et al.*, 2019).

La producción mundial de esta hortaliza en el 2020 rondó las 26 millones de toneladas, siendo China y la India los mayores productores a nivel mundial con un volumen de producción conjunta de más de 22 millones de toneladas, solo el gigante asiático produce el 83% de la producción mundial de este cultivo (Grosso *et al.*, 2014; Atlasbig, 2020).

Es un vegetal económicamente importante debido a sus propiedades medicinales y nutricionales que posee, lo que provoca una alta demanda en la población, por lo que está priorizado en la agricultura dentro de las líneas de producción de hortalizas en el país. Entre las propiedades medicinales de este cultivo, destaca su papel en la prevención de enfermedades cardiovasculares, la reducción de los niveles de glucosa en sangre, el efecto antitumoral y antibacteriano. El ajo demanda un riguroso manejo de las prácticas agrícolas y fitotecnicas y en especial del riego y la nutrición, ya que el déficit o el exceso de estos recursos en el suelo causan sustanciales pérdidas ambientales y productivas (Bayan *et al.*, 2014; Pupo-Feria *et al.*, 2016; Montoya-Ramos *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2021).

La producción nacional en el año 2020 del cultivo de *A. sativum* rondó las 23 257 toneladas, mientras que la producción de este cultivo en la provincia y el municipio de Sancti Spíritus en el año en cuestión fue de 1 284.4 y 1212.6 t respectivamente (Atlasbig, 2020; ONEI, 2020a; ONEI, 2020b).

Estos volúmenes productivos aún no cumplen la demanda existente a nivel nacional y provincial de dicho cultivo, de ahí la necesidad de buscar alternativas para aumentar la producción del mismo, la cual se ve afectada por las prácticas de modelos de agricultura intensiva y de altos insumos, ya que al cultivo del ajo se realizan aplicaciones, en muchos casos de forma excesiva, de productos químicos, para el manejo de plagas y para su fertilización. Es por ello que en los últimos años se está promoviendo a nivel mundial reemplazar la aplicación de agroquímicos por la utilización de bioproductos agrícolas y estimuladores del crecimiento vegetal (Pupo *et al.*, 2016; Drobek *et al.* 2019; Carmona y Melendrez *et al.*, 2019).

La utilización y el estudio de los bioestimulantes y sus efectos, es una alternativa práctica que contribuye al desarrollo de los sistemas de producción agrícola sostenibles. Los bioestimulantes se definen como cualquier sustancia o microorganismo capaz de aumentar la eficiencia en la nutrición, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad de los cultivos. Constituye también una de las grandes prioridades de la Agenda 2030, la cual está enfocada transformar el sistema productivo en nuestro país (Martínez-Balmori *et al.*, 2021; Liane *et al.*, 2021; de Araujo *et al.*, 2021; Abreu *et al.*, 2021; Avila *et al.*, 2021).

Existen estudios internacionales en la utilización de bioproductos agrícolas como es el caso de Montenegro (2017), el cual evaluó la respuesta del cultivo de ajo a tres frecuencias de aplicación de abonos orgánicos, obteniendo que resultados satisfactorios en cuanto a la altura de planta, peso de bulbo, número de dientes por bulbo y rendimiento en la producción, con aplicaciones a los 20 y 40 días después de la emergencia de la plántula.

También Huaman (2019), aplicó microorganismos eficientes (EM) en diferentes sustratos de materia orgánica en el cultivo de ajo bajo invernadero en Puno, obteniendo los mejores resultados con respecto al crecimiento en altura y diámetro con la aplicación de tierra negra + estiércol de ovino y EM una dosis de 15 ml.

En Cuba también se viene trabajando el uso de bioproductos en este vegetal, tal es el caso de Abreu *et al.* (2021), los cuales evaluaron el efecto del producto QuitoMax® en el rendimiento del ajo, obteniendo una respuesta positiva en las variables altura de la planta y número de hojas con la dosis de 150 mg ha⁻¹.

Situación Problémica

Según Carmona y Melendrez (2019), el rendimiento del cultivo del ajo ronda las 13 t ha⁻¹ los cuales son bajos comparados con el resto del mundo, por ello la necesidad de buscar alternativas para satisfacer la demanda existente. Dentro de las alternativas a utilizar destaca el uso de bioproductos agrícolas.

En Cuba existen estudios sobre el uso de bioproductos agrícolas en el cultivo de *A. sativum*. Donde destacan autores como, Martínez-Balmori *et al.* (2021), los que observaron las propiedades físico mecánicas y químicas del ajo cultivado con diferentes concentraciones de QuitoMax®, donde obtuvieron modificaciones en los indicadores de calidad evaluados (calibre, pungencia, % de ácidos orgánicos, contenido de carbohidratos reductores y proteínas), que contribuyeron al incremento de la calidad interna y dependieron de la concentración del bioestimulante y la variedad utilizada.

También Carmona y Melendrez (2019), evaluaron el efecto de dosis de VIUSID agro en el cultivo en cuestión en el municipio Taguasco, dichos autores lograron mejoras en los indicadores morfoagronómicos (altura de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, diámetro del seudotallo, masa del bulbo y rendimiento) con la dosis de 0.25 Lha⁻¹.

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

Problema Científico

¿Qué influencia podría tener el uso de bioproductos agrícolas en los parámetros morfofisiológicos del genotipo de ajo Criollo?

Hipótesis

A partir del uso de bioproductos agrícolas será posible favorecer los parámetros morfofisiológicos del genotipo de ajo Criollo.

Objetivo

Evaluar los parámetros morfofisiológicos del genotipo de ajo Criollo bajo el efecto bioproductos agrícolas.

Objetivos Específicos

1. Determinar el efecto en las variables morfológicas del genotipo de ajo Criollo bajo el uso de bioproductos agrícolas.
2. Determinar el efecto en las variables fisiológicas del genotipo de ajo Criollo bajo el uso de bioproductos agrícolas.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1.1 Cultivo de Ajo (*A sativum*).

El género de plantas *Allium* es uno de los mayores existentes donde se incluyen más de 600 especies conocidas. La mayoría de estas especies se caracterizan por ser bulbos. Sus principales usos son culinarios, agroindustriales y medicinales. El ajo es una de las especies de gran importancia económica, siendo la segunda hortaliza de mayor importancia dentro del género (Carbajal, 2018). Según DAPRO (2020), la producción mundial de este cultivo en el 2018 fue 28 millones de toneladas.

1.1.1 Origen.

Es una planta originaria de la región de Asia, donde se propagó al área mediterránea y de ahí al resto del mundo. Se estima que se cultiva desde hace miles de años y que ya se consumía en la India y en Egipto desde el año 3.000 A.C. Los españoles lo introdujeron en el continente americano a finales del siglo XV (Acosta, 2020; Rodríguez, 2021).

1.2 Clasificación Taxonómica.

Según Arencibia (2018), el cultivo del Ajo (*A. sativum*) se clasifica taxonómicamente:

REINO: *Plantae*

DIVISIÓN: *Magnoliophyta*

CLASE: *Liliopsida*

ORDEN: *Amaryllidales*

FAMILIA: *Alliaceae*

GÉNERO: *Allium*

ESPECIE: *Allium sativum* (L.)

1.3 Morfología del Cultivo.

El Ajo se distingue por ser una planta monocotiledónea, herbácea, bulbosa y bianual. Este cultivo posee una altura de 30 a 100 cm y sus hojas se distinguen por ser planas, estrechas y largas (Carbajal, 2018).

1.3.1 Raíz.

El sistema radical del ajo está formado por un conjunto de raíces adventicias que nacen del tallo verdadero, las mismas alcanzan una profundidad de 60-70 cm, pero el grueso de estas raíces se sitúa en una capa de suelo comprendida a una profundidad de 40 – 45 cm, son fasciculadas, blancas y de 0,1 a 0,5 mm de diámetro (Arroyo, 2018; Arencibia, 2018).

1.3.2 Tallo.

El tallo verdadero se distingue por ser blando y liso de unos 40 cm de altura, el mismo aparece por el centro de las hojas. Se trata de un tallo hueco y rollizo. De él salen las hojas, de forma alargada y plana, las cuales se estructuran a lo largo del tallo de forma alternada. Su parte basal es denominado disco y se integra por una masa cónica, tunicada que al alcanzar la madurez se vuelve dura. En esta parte del tallo se encuentran los bulbillos. El tallo llega a medir 30 mm de diámetro y 5 mm de altura denominándose tallo verdadero y se encuentra subterráneo a partir de este crecen las hojas y nace la raíz (Montenegro, 2017; Carbajal, 2018).

1.3.3 Hojas.

Las hojas están unidas al tallo y se caracterizan por ser delgadas distribuyéndose de forma alterna. Miden de uno a tres cm de ancho y de largo alcanzan los 20 a 50 cm. Las hojas se integran de una vaina y un limbo el cual tiene las características de ser planas, acanaladas, largas, estrechas, comprimidas, con una nervadura central y terminan en una punta. La vaina se distingue por tener una forma cilíndrica y formar el falso tallo o pseudotallo corto y erecto. En ellas no se acumulan sustancias nutritivas, forman las túnicas, con una coloración diversa y su función es proteger a los bulbillos (Arroyo, 2018; Carbajal, 2018).

1.3.4 Flores.

Se encuentran contenidas en una espata membranosa que se abre longitudinalmente en el momento de la floración y permanece marchita debajo de las flores. Se agrupan en umbelas. Cada flor presenta seis pétalos blancos, seis estambres y un pistilo. Aunque se han identificado clones fértiles, los bajos porcentajes de brotación de las semillas y las plántulas de bajo vigor hacen que el ajo se haya definido como un apomíctico obligado, término que se refiere a su capacidad para producir embriones sin existir fecundación previa (Arencibia, 2018).

1.3.5 Bulbo.

Está formado por las yemas axilares de las hojas, desarrolladas y transformadas en órganos de reserva. Cada yema origina un diente de ajo, con respecto a la formación del bulbo, es un proceso morfogénico, en el cual las hojas de reserva, se desarrollan de las yemas axilares de las hojas envainadoras, estableciéndose dos estados: una etapa inductiva controlada por bajas temperaturas y días largos, y otra morfológica cuantitativamente dependiente de las condiciones termo y fotoperiódicas (Guzman y Huaman, 2019).

1.4 Fenología del cultivo

Según Aguado (2015), plantea que existen cinco etapas ecofisiológicas principales y que se distinguen de la siguiente manera:

1. Brotación, que se inicia con la plantación y finaliza con la emergencia de la hoja de brotación por sobre la superficie del suelo.
2. Crecimiento vegetativo inicial, etapa de bajo ritmo de acumulación de materia seca en la que esencialmente se expanden las raíces y las hojas preformadas en el bulbillo y a expensas de sus reservas.
3. Rápido crecimiento vegetativo, que se trata de una etapa de muy activo crecimiento de la parte aérea, con notable aumento de la altura de la planta y de la expansión de hojas. Es una etapa de suma importancia, ya que al

comienzo de la misma tendría lugar el primer paso en el proceso de inicio de la bulbificación, que es la iniciación de las yemas laterales, y hacia su finalización ocurriría el segundo y último paso en este proceso, que consiste en la transición a hoja de reserva.

4. Rápido crecimiento del bulbo, que describe una etapa de muy activo crecimiento de la porción subterránea del vástago de la planta, a la máxima tasa de “llenado”.

5. Crecimiento final del bulbo, en la que el ritmo de “llenado” del mismo disminuye respecto de la etapa anterior, mientras la planta se va acercando al estado de dormición; esta etapa es normalmente interrumpida por la cosecha comercial del cultivo antes de que pudiese completarse la senescencia total del área foliar días después de brotación Absorción relativa de N (%)

1.5 Factores edafoclimáticos del cultivo.

El *A. sativum* se caracteriza por ser capaz de adaptarse a diferentes condiciones climáticas, pero con ello se afecta la productividad del mismo según la incidencia de los factores edafoclimáticos en la etapa de desarrollo de los bulbos.

1.5.1 Clima.

1.5.1.1 Fotoperiodo.

Esta planta requiere de días cortos en sus primeros estadios, pero para la formación de los bulbos es necesario que la duración de los días sea mayor de las 10 horas (Arencibia, 2018).

1.5.1.2 Temperatura.

El ajo es una hortaliza resistente al frío, que tiene un rango de temperatura de 10 a 30 °C para un desarrollo total, también indica que la raíz de los dientes de ajo empieza a crecer a temperatura de 20 a 30 °C obteniendo mejores resultados de producción. La tuberización del ajo está influenciada por la temperatura a la que está expuesta la planta, siendo una temperatura óptima

para la maduración del bulbo de 12 a 18 °C (Guzman Borja y Huaman Espinoza, 2019).

1.5.1.3 Humedad.

Una humedad relativa por debajo del 60% y la ausencia de precipitaciones favorecen la presencia de pulgones y trips. Un exceso de humedad, cuando se aproxima la cosecha, favorece la pudrición de la cutícula externa que recubre al bulbo, este puede abrirse y perder su valor comercial; también pueden producirse súper brotamientos o germinaciones inadecuadas de los dientes ajo. (Gavilanes, 2013; Huaman, 2019).

1.5.2 Suelos.

El ajo es capaz de adaptarse a diversos tipos de suelos si están bien drenados. Principalmente en terrenos ligeros, ricos en materia orgánica, con pH entre 6.0 y 6.5, buena disponibilidad de nutrientes (Verástegui, 2019).

1.6 Preparación de los suelos.

Debido a la poca profundidad de las raíces (específicamente en la capa activa donde se desarrolla el mayor porcentaje de raíces) en este cultivo (20 cm) es de vital importancia realizar una buena preparación del suelo con una profundidad de 30-40 cm, que comprende la nivelación del terreno, el arado y la fragmentación de terrones hasta se obtenga un suelo bien mullido (Gavilanes, 2013).

1.7 Siembra

Pueden ser utilizadas diferentes marcos de siembra, se puede utilizar un marco de plantación de camellón 50 a 60 cm y de narigón 8 a 12 cm. Con una densidad de 0,8 – 1,2 t.ha⁻¹ (Romero, 2018).

1.7.1 Época de Siembra

La época óptima de plantación es entre el 15 de octubre y el 1 de diciembre, pudiéndose extender en algunas zonas hasta el 15 de diciembre. Esto se hace buscando temperaturas menos frías durante los primeros 30-40 días y temperaturas más bajas en la época de formación del

bulbo. La época de plantación se extiende desde el 25 de septiembre hasta el 30 de diciembre (Marrero *et al.*, 2009).

1.8 Fertilización

El uso de fertilizantes en las plantaciones de ajo, posee una buena eficiencia cuando las fórmulas completas o la aplicación de 60 kg de nitrógeno(N), y 100 a 130 de fósforo (P) en la siembra. Esta hortaliza es muy sensible a los excesos o deficiencias de nutrientes, el nitrógeno y potasio son los elementos más absorbidos, seguidos del azufre, calcio y fosforo. Es una planta sensible a las deficiencias de Zinc, Boro, Molibdeno; indicando que estos dos últimos elementos tienen cierta influencia para una buena conservación del bulbo (Verástegui, 2019; Huaman, 2019).

1.9 Riego

El riego es un elemento indispensable en la producción de ajo y la aplicación del mismo depende en gran medida del clima, el suelo y de la edad del cultivo. El sistema de riego más indicado es por aspersión, pero también se emplea el riego de surcos. En el primer mes del cultivo los riegos deben realizarse cada dos días y durante al menos una hora. Entre los 30 y 90 días se debe regar cada cuatro o cinco días y se irá aumentando progresivamente el tiempo de riego hasta aplicar dos horas cuando las plantas tengan tres meses de edad. Entre los 90 y 120 días se aplicaran dos horas de riego cada siete días aproximadamente. Durante los 120 a 140 días, cuando se acerca la cosecha deben suspenderse los riegos para favorecer el secado de los bulbos (Gavilanes, 2013; Verástegui, 2019).

1.10 Principales plagas y enfermedades del cultivo del ajo.

Las principales plagas y enfermedades del cultivo de ajo son el Gusano del suelo (*Agrotis spp*) el cual causa afectaciones en las hojas y en el cuello de las plántulas jóvenes, los Nemátodos del tallo y bulbo (*Ditylenchus dipsaci*) es un endoparásito migratorio que se alimenta en el tejido parénquimas, en tallos y bulbos, los Trips (*Thrips tabaco*) son ninfas diminutas, sin alas y adultas se esconden en la parte inferior de la hoja y raspan y chupan la savia, produciendo marchitamiento y languidez, particularmente en tiempo de sequía,

la Mancha púrpura (*Alternaria* spp), el Mildiu (*Peronospora scheleideni*) y la Pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* B) esta última desencadena la formación de áreas podridas en los bulbos, mientras las plantas se marchitan y posteriormente mueren colapsadas (Montenegro, 2017; Soto, 2019; Huaman, 2019; Acosta, 2020)

1.11 Control de malezas

El control de malezas se realiza generalmente tanto mecánica como químicamente. La elección del método de control o los productos químicos a usar está principalmente supeditada a las malezas presentes. Se debe tener en cuenta que la ejecución de labranzas mecánico-manuales puede dañar al bulbo e incidir en el rendimiento del mismo (Aljaro *et al.*, 2009; Romero, 2018).

La competencia por los recursos del suelo por parte de las malezas se manifiesta espacial y temporalmente. En la competencia espacial cobra importancia la cantidad de individuos por unidad de superficie (plantas/m²), en el segundo caso, la etapa del ciclo de cultivo en que interactúan (días desde plantación). El período crítico de competencia es el lapso de tiempo en el cual las malezas provocan mermas de rendimiento por competencia por agua, nutrientes y luz, ya que el cultivo de *A. sativum* posee una escasa habilidad competitiva (Guzman y Huaman, 2019; Rodríguez, 2021).

1.12 Clones

El clon “Criollo” fue el utilizado en el experimento, son conocidos por dicho nombre en el país un número de clones que después de ser introducidos se adaptaron a nuestras condiciones edafoclimáticas y posteriormente fueron seleccionados y mejorados (Marrero *et al.*, 2009).

Según Izquierdo y Gómez (2010), el clon criollo presenta las siguientes características:

Clon	Criollo-3
Altura de follaje (cm)	26,9 – 28,6

Número de hojas	4 – 5
Materia seca (%)	38,1 – 39,9
Ciclo Vegetativo	140
Color de follaje	Verde oscuro

1.13 Bioestimulantes

El concepto de bioestimulante son una gama de sustancias y microorganismos que muestran efectos característicos sobre el crecimiento, desarrollo y metabolismo de las plantas. Se adoptaron inicialmente en la agricultura orgánica para cultivos especiales y producciones hortícolas de alto valor. Sin embargo, en la actualidad se ha incorporado a la producción de cultivos convencionales, ya que son capaces de mejorar la productividad y la calidad de las plantas (Yakhin *et al.*, 2017; Reg, 2019).

Los bioestimulantes son un grupo de fertilizante cuya función es estimular los procesos de nutrición vegetal independientemente del contenido de nutrientes del producto con el único objetivo de mejorar una o más de las siguientes características de la planta o la rizosfera vegetal: (a) eficiencia en el uso de nutrientes; (b) tolerancia al estrés abiótico; (c) rasgos de calidad; (d) disponibilidad de nutrientes confinados en el suelo o la rizosfera; (e) inducción de la fotosíntesis (Jardiny, 2020; Del Buono, 2021).

Según Povolo *et al.* (2022), los bioestimulantes incluyen una amplia gama de productos derivados de materias primas naturales y se pueden clasificar en cinco grupos en función de la fuente y el modo de acción: (a) hidrolizados de proteínas y otros compuestos que contienen N; (b) Sustancias de humato (SA); (c) extractos de algas marinas; (d) Biopolímeros (quitosano y otros polímeros); (e) Bioestimulantes microbianos (hongos micorrízicos y no micorrízicos, rizobacterias promotoras del crecimiento). La naturaleza química altamente compleja y diversa de los bioestimulantes vegetales, emplean una amplia gama de vías bioquímicas y redes reguladoras para provocar sus efectos en las plantas (Omoarelojie *et al.*, 2021).

El mercado global de bioestimulantes está proliferando rápidamente y su alcance en el 2018 fue cerca de 2241 millones de dólares. Existe actualmente un creciente interés en estos bioproductos, el cual se ve confirmado por el creciente número de productos registrados anualmente, con una tasa anual compuesta, de 2013 a 2018, del 12.5%. El éxito que poseen en Europa se debe a la contundente implementación de políticas destinadas a promover la agricultura sostenible y el uso de insumos seguros, con mínimos impactos ambientales. También se puede apreciar el interés creciente de otras potencias en estos productos como China e India (Unión Europea, 2014; Xu y Geelen, 2018; Caradonia *et al.*, 2019; Yaseen y Takacs-Hajos, 2022).

1.13.1 FitoMas-E.

El FitoMas-E es un derivado de la industria azucarera cubana obtenido en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), producto natural con un 20 % de materia orgánica, que actúa como bionutriente vegetal con marcada influencia antiestrés, presenta un efecto bioestimulante ya que potencializa el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Este producto se obtiene por procedimientos exclusivamente biológicos y físicos con una tecnología sencilla y a un costo muy inferior a los precios del mercado internacional (Hurtado *et al.*, 2019; Rosell-Pardo *et al.*, 2019)

FitoMas-E al ser un bionutriente natural a base de sustancias activas de alta energía (aminoácidos, nitrogenados) bases y polisacáridos), así como minerales que contienen nitrógeno, fósforo y potasio, estimula con éxito el crecimiento y desarrollo de los cultivos, reduce el ciclo del cultivo, estimula y vigoriza desde la brotación hasta la fructificación, disminuye los daños por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, plagas, ciclones, podas y trasplantes. Este bioestimulante se puede aplicar directamente sobre las hojas de la planta, así como en sistemas de fertirrigación durante cualquier fase fisiológica del cultivo, independientemente de la parte de la planta que constituya el interés económico del cultivo (Feria *et al.*, 2019; Gómez-Kosky *et al.*, 2019; Liriano *et al.*, 2020; González *et al.*, 2021; Díaz *et al.*, 2021).

Según ACPA (2010), este bioestimulante presenta las características siguientes:

1.13.1.1 Composición química

Componentes g/l	% peso/peso	
Extracto orgánico	150	13,00
N total	55	4,80
K ₂ O	60	5,24
P ₂ O ₅	31	2,70

1.13.1.2 Recomendaciones

Caña de azúcar. Aplicación foliar: 2 litros/ha

Otros cultivos. Aplicación foliar: 0,2 a 2 litros/ha

Inoculación de semillas. Remoje en una mezcla con agua al 1-2% entre 2 y 3 horas antes de llevar al semillero.

Agua de riego. Dosis 5 litros/ha.

Compost. 0,05 litros/t de M.O. a descomponer

1.13.1.3 Efectos.

Aumenta y acelera la germinación de las semillas, botánicas o agámicas. Estimula el desarrollo de las raíces, tallos y hojas. Mejora la nutrición, floración y cuajado de los frutos.

Reduce el ciclo del cultivo frecuentemente. Potencia la acción de herbicidas y otros plaguicidas lo que permite reducir las dosis recomendadas. Acelera el compostaje y la degradación de los residuos de cosechas. Ayuda a superar los efectos negativos del estrés por salinidad, sequía, excesos de humedad, fototoxicidad, enfermedades y plagas.

1.13.1.4 Momento de aplicación.

En cualquier fase fenológica del cultivo: germinación, semillero, vivero, fase de crecimiento vegetativo, prefloración, formación y cuajado del fruto. Una sola aplicación es efectiva, aunque pueden ser varias durante el ciclo.

1.13.1.5 Cultivos.

Se puede usar sobre las más variadas especies botánicas: caña de azúcar, frutales, granos, cereales, tubérculos y raíces, plantas medicinales, remolacha, tabaco, hortícola de frutos (tomate, pimiento, pepino, melón) hortícola de hojas (col, lechuga, brócoli, apio), frutales tropicales (banano, plátano, piña, papayo), leguminosas, forestales, pastos, ornamentales, flores y césped.

1.13.1.6 Medidas medioambientales.

FitoMas-E no es tóxico a los animales y a las personas en las dosis de empleo. Se puede mezclar con la mayoría de los agroquímicos de uso corriente. En caso de vertimiento diluir con agua suficiente. Evitar el contacto y transporte junto con alimentos. Mantener lejos del alcance de los niños y almacenar en los lugares habituales para este tipo de producto

2.13.2 Microorganismos eficientes.

Una de las posibles alternativas propuestas contra el exceso de fertilización química, es la biofertilización con microorganismos del suelo, los cuales, reproducidos en una mezcla, producen un efecto potencializado sobre los cultivos y otros procesos agropecuarios. Como tecnología, los microorganismos eficientes (ME), surgen desde la década de los años 60, pero los estudios estos microorganismos eficaces se iniciaron en la década de 1970 por el Dr. Teruo Higa, con el objetivo de mejorar la utilización de la materia orgánica en la producción agrícola, en sus ensayos y experimentos reunió unas 2000 especies de microorganismos de los cuales 80 mostraron efectos eficaces (Melendrez y Sánchez, 2019).

Por accidente, el doctor colocó una mezcla de los ME en arbustos pequeños y al cabo del tiempo observó un estímulo importante en el crecimiento de los mismos. En el año 1982 el profesor presentó una formulación comercial para el

acondicionamiento biológico de los suelos y dona al mundo la tecnología de los microorganismos eficientes, denominados por el cómo EM (siglas en inglés de Effective Microorganisms o Microorganismos Eficaces, efectivos o eficientes) y crea a EMRO (EM Research Organization), organización sin ánimo de lucro para difundir la tecnología, distribuida en cada país por organizaciones con igual orientación. Esta tecnología ha sido investigada, desarrollada, aplicada y utilizada en más de 80 países del mundo (Calero-Hurtado *et al.*, 2019; Reinaldo, 2020).

Estos EM o ME son un cultivo mixto de especies seleccionadas de microorganismos benéficos (fundamentalmente bacterias fotosintéticas y productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores) que puede ser aplicado como inoculante para incrementar y equilibrar la diversidad microbiana de los suelos, muchas veces deteriorado por las malas prácticas agronómicas (Aguilar y Reinaldo, 2019).

Estos poseen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, descomponer los residuos orgánicos, desintoxicar el suelo de plaguicidas, suprimir enfermedades de plantas y patógenos del suelo, incrementar el reciclado de nutrientes y producir componentes bioactivos como vitaminas, hormonas y enzimas que estimulan el crecimiento plantas. Las bacterias constituyentes de ME intervienen en la síntesis de aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares. Sin embargo, las levaduras se relacionan con la producción de hormonas y enzimas que intervienen en la división celular activa (Melendrez y Sánchez, 2019; Lambert *et al.*, 2019).

En Cuba, la tecnología desarrollada de los ME en sus inicios por la Estación de Pastos y Forrajes de Indio Hatuey, provincia de Matanzas, es utilizada en varias regiones del país por campesinos y productores como tratamiento de enfermedades digestivas en animales, probiótico, control de olores en instalaciones productivas, tratamientos de residuales, biofertilizantes y control biológico en la agricultura (Ferral *et al.*, 2019)

Los ME tienen efectos sobre la nutrición y adquisición del agua. También es conocido el efecto positivo que tienen sobre la estimulación del desarrollo de las raíces y de la mejora en la nutrición debido a una mejora en la adquisición de nutrientes. Es sabido que existen varios microorganismos que son responsable de la solubilización de nutrientes como P y K, otros son capaces de fijar el N atmosférico convirtiéndolos en formas asimilables para las plantas. Algunos microorganismos tienen la capacidad de producir cambios en el balance fitohormonal principalmente en la producción de ácido indol acético, así como en la habilidad para solubilizar minerales del suelo como los fosfatos haciéndolos más disponibles (Aung *et al.*, 2018)

De manera similar existen numerosos hongos y bacterias capaces de solubilizar minerales que contienen potasio mediante la producción de ácidos orgánicos e inorgánicos y la producción de polisacáridos. Investigadores al inocular mezclas de microorganismos en el cultivo de fresa se lograron reducir las demandas de productos químicos, y se incrementaron el número de oves, el número de frutos y la calidad de los mismos (mayor cantidad de azúcares solubles, ácidos orgánicos, vitaminas (ácido ascórbico y ácido fólico) (Cercado, 2020).

Según Tanya y Leiva-Mora (2019), los principales beneficios de los ME en la agricultura son:

Uso en semilleros: existe un aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico, aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

Uso en las plantas: inducen mecanismos de eliminación de insectos y enfermedades en las plantas, puesto que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y

desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad de fotosíntesis a través de un mayor desarrollo foliar (Haney *et al.*, 2015).

Grupos de los microorganismos eficientes

Según Melendrez y Sánchez (2019) los Microorganismos eficientes, se clasifican en 4 grupos:

a. Las levaduras (*Sacharomyces* spp.): estas utilizan las sustancias que son liberadas por las raíces de las plantas, sintetizan las vitaminas y activan otros microorganismos eficaces en el suelo, donde las sustancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas producidas por las levaduras, provocan actividad celular en las raíces.

b. Actinomicetos: Son bacterias que producen antibióticos y por eso controlan hongos y bacterias patógenas y aumentan la resistencia de las plantas.

c. Bacterias productoras de ácido láctico (*Lactobacillus* spp. y *Pediococcus* spp.): producen ácido láctico que controlan algunos microorganismos fitopatógenos como el nutriente a las plantas.

d. Bacterias fotosintéticas: utilizan la energía solar en forma de luz y calor. Las sustancias excretadas por las raíces de las plantas en la síntesis de vitaminas y nutrientes, aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, que favorecen el crecimiento de las plantas, así como aumentan las poblaciones de otros microorganismos eficaces, como los fijadores de nitrógeno, como los actinomicetos y los hongos micorrízicos.

1.13.3 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, 2021 a).

1.13.3.1 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 (2021 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.

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.

1.13.3.2 Características de los componentes del VIUSID agro

Según Catalysis (2021 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.

1.13.3.3 Algunos beneficios que aporta el VIUSID agro

Según Catalysis, (2021 c) y Catalysis, (2021 d), algunos de los beneficios que aporta este bioestimulante son:

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.

brotos, 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.

ores y por consiguiente aumenta el número de frutos.

frutos sin cambiar la calidad de éstos, en especial lo relacionado con contenido de carbohidratos y azúcares.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1 Generalidades y Métodos.

El experimento se realizó en una finca perteneciente a la CCS “Julio Calviño” ubicada en los Limpios, Banao, pertenecientes al municipio y provincia de Sancti Spíritus, Cuba. El clon utilizado fue “Criollo”, la siembra se realizó el 19 de septiembre del 2019 y la última evaluación se realizó el 28 de enero del 2020, la semilla fue sometida a un proceso de vernalización con el objetivo de eliminar la dormancia y estimular la brotación, por aproximadamente 10 días antes de realizar la siembra. Las variables climáticas fueron registradas por la Estación de Meteorología Provincial de Sancti Spíritus, la temperatura promedio fue de 24,3 °C, la humedad relativa media diaria 82,6 % y la precipitación pluvial acumulada 1003,6 mm. El tipo de suelo donde se ejecutó el experimento era Ferralítico Rojo Lixiviado (Hernández-Jiménez *et al.*, 2019).

El tipo de riego utilizado fue por surcos con una frecuencia de 3 días entre cada riego. Se utilizó insecticida con el objetivo de controlar el Trips (*T. tabaci*) una vez a la semana con dos aplicaciones. Se efectuó una fertilización con NPK (9; 13; 17) a partir de los 15 días después de la brotación (ddb), con una frecuencia quincenal y una aplicación final de N al final del ciclo vegetativo.

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 medían 6 m², con una distancia entre parcelas de 2 metros y un total de 15 parcelas. El marco de siembra fue 0,04 x 0,35 m. Se seleccionaron 8 plántulas por tratamiento. Las aplicaciones se realizaron en horarios de la mañana El VIUSID Agro y el FitoMas-E con una frecuencia de 15 días y los Microorganismos Eficientes semanalmente. La primera aplicación de los bioproductos se realizó a los 12 ddb y la última el 13 de enero del 2020. El aspersor manual fue calibrado antes de comenzar con las fertilizaciones. Para el establecimiento de las dosis se tuvo en cuenta las recomendaciones del fabricante e investigaciones realizadas por diferentes autores en el cultivo planteados anteriormente.

Esquema 1: Diseño de Bloques al azar

Tratamientos y Dosis

E	B	A	C	D
B	A	C	D	E
A	C	D	E	B

A: VIUSID Agro – 0.25 Lha⁻¹

B: FitoMas-E – 1.5 Lha⁻¹

C: M E – 100 ml L⁻¹

D: VIUSID+ FitoMas-E + ME

E: Control

2.3 Indicadores a evaluar

Los muestreos realizaron a los 45 y 60 ddb. Para un total de dos evaluaciones en todo el experimento.

2.3.1 Altura de las plantas:

Se midió desde la base del tallo hasta la yema apical con una regla milimetrada.

2.3.2 Diámetro del pseudotallo y del Bulbo:

Ambos indicadores se midieron utilizando un pie de rey, el valor se expresó en milímetros.

2.3.3 Número de Dientes por Bulbo:

Se contó manualmente el número de dientes por bulbo al finalizar el experimento.

2.3.4 Área foliar:

El Área Foliar (AF) se determinó por el método del factor, este método se basa 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 requiere conocer o determinar el coeficiente de área foliar para poder usarlo.

$$A_t = \sum (l a) f \qquad f = \frac{Ah}{l.a}$$

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)

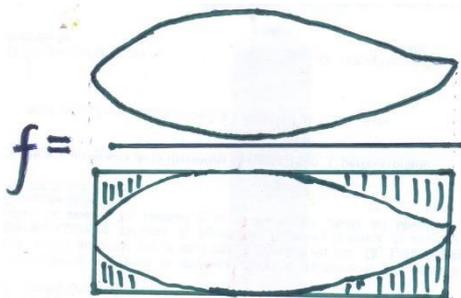


Figura 1. Coeficiente de Área Foliar.

2.3.5 Índices de crecimiento:

Los cálculos del Índice de Área Foliar, la Relación de Área Foliar, la Tasa de Asimilación Neta, la Tasa de Crecimiento Relativo y la Tasa Absoluta de Crecimiento se realizaron según la metodología adaptada por (Gardner *et al.*, 2013).

2.3.5.1 Índice Área Foliar (IAF): Expresa la relación entre el área foliar y el área de terreno que ocupa la planta.

$$IAF = \frac{AreaFoliar}{AreaSuelo}$$

2.3.5.2 Relación o razón de Área Foliar (RAF): Expresa la proporción de superficie de hojas de la planta por unidad de masa presente en un momento dado.

$$RAF = \frac{1}{2} \left(\frac{A1}{P1} + \frac{A2}{P2} \right)$$

A1: Área foliar de la planta (cm²) a los 45 días posteriores a la siembra

A2: Área foliar de la planta (cm²) a los 60 días posteriores a la siembra

P1: Masa seca de la planta (g) a los 45 días posteriores a la siembra

P2: Masa seca de la planta (g) a los 60 días posteriores a la siembra

2.3.5.3 Tasa de Asimilación Neta (TAN): Es la producción de materia seca elaborada por la planta, determinada fundamentalmente por el balance entre la fotosíntesis y la respiración. Se calculó mediante la fórmula:

$$TAN = \frac{P2 - P1}{A2 - A1} \cdot \frac{\ln A2 - \ln A1}{t2 - t1} = g \text{ dm}^{-2} \text{ d}^{-1}$$

P1: Masa de la materia seca total (g) a los 45 días posteriores al trasplante

P2: Masa de la materia seca total (g) a los 60 días posteriores al trasplante

A1: Área Foliar (cm²) a los 45 días posteriores al trasplante

A2: Área Foliar (cm²) a los 60 días posteriores al trasplante

t1: 45 días de sembrado

t2: 60 días de sembrado

2.3.5.4 Tasa de Crecimiento Relativo (TCR): Expresa cantidad de masa seca producida por unidad de masa seca presente por unidad de tiempo. Se calculó mediante la fórmula:

$$TCR = \frac{2(P2 - P1)}{(P2 + P1)(t2 - t1)}$$

P1: Masa de la materia seca inicial por planta (g)

P2: Masa de la materia seca final (g)

t2 – t1: intervalo de tiempo transcurrido entre la medición inicial y la final

2.3.5.5 Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC): Expresa cantidad de masa seca producida por unidad de tiempo. Es la pendiente de la curva sigmoideal del crecimiento en el tiempo. Se calculó mediante la fórmula:

$$TAC = \frac{P2 - P1}{t2 - t1}$$

P1: Masa de la materia seca inicial por planta (g)

P2: Masa de la materia seca final (g)

t2 – t1: intervalo de tiempo transcurrido entre la medición inicial y la final

2.3.6 Contenido Relativo de Agua (CRA): El contenido relativo de agua es un indicador del estado hídrico de una hoja.

$$\text{Contenido Relativo de Agua (\%)} = \frac{(P \text{ so fresco} - \text{Peso seco})}{(\text{Peso saturación} - \text{Peso seco})} * 100$$

2.3.7 Déficit de Saturación

El déficit de saturación se calculó utilizando la fórmula:

$$\text{Déficit de Saturación (\%)} = \frac{(\text{Peso Turgente} - \text{Peso Peso fresco})}{(\text{Peso Turg nte} - \text{Peso seco})} * 100$$

2.3.8 Índice de estabilidad de la membrana (IEM): La estabilidad de la membrana fue estimada tomando muestras de hojas frescas en dos sets de tubos de ensayo que contenían agua desionizada, el primer set fue calentado a 40 °C por 30 minutos en baño caliente y la conductividad eléctrica fue medida y registrada (C1) al finalizar el tiempo indicado. El segundo set fue calentado en autoclave a 100 °C durante 10 minutos y al cabo de este tiempo la conductividad eléctrica fue medida (C2). La estabilidad de la membrana fue calculada mediante la fórmula:

$$IEM = [1 - (\frac{C1}{C2})] 100$$

2.3.9 Clorofilas A y B: Se cortaron discos de las hojas con un peso fresco de 0.10g, luego se trituraron en un mortero junto con polvo de vidrio, se le agregó 5 ml o en un primer momento de Alcohol metílico al 90%, esta mezcla se agregó en un tubo falcon de 10 ml, se realizó el enjuague en el mortero con los otros 5 ml de alcohol y se agregó a el tubo falcon, luego se cubrieron con papel aluminio y se colocaron a la sombra durante dos minutos. Después fueron puestos en una centrifuga durante 15 minutos a una velocidad de 3000 rpm. Luego se analizó en el espectrofotómetro en las longitudes de ondas correspondientes con cada elemento (663 y 646). Luego se tomaron los valores de Ab y se sustituyeron en las ecuaciones:

$$Chla \text{ (mg/ml)} = 12.25 * Ab_{663} - 2.79 * Ab_{646}$$

$$Chlb \text{ (mg/ml)} = 21.50 * Ab_{646} - 5.10 * Ab_{663}$$

2.3.10 Clorofila a+b o total:

Se calculó sumando las medias totales de la clorofila A+B.

2.3.11 Contenido de Carotenos:

Se calculó utilizando la fórmula:

$$\text{Caroten} = \frac{1000 * Ab_{470} - 1.82 * Chla - 58.02 * Chlb}{1000}$$

2.3.12 Rendimiento Agrícola (t ha⁻¹)

Se cuantificó multiplicando el número promedio de bulbos por la masa fresca de los bulbos y por el área, y se expresó en t ha⁻¹ (Alarcón-Zayas, 2018).

2.4 Análisis Estadístico

Los datos se procesaron con el uso del paquete estadístico SPSS versión 20.0 (2018) para Windows. Para la normalidad se realizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov y la d'écima de Levene para la homogeneidad. Cuando existió normalidad y homogeneidad se realizó un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) y la prueba de rangos múltiples Tukey cuando ($P < 0.05$).

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1 Efecto de los tratamientos en la altura de las plantas.

A los 30 después de la brotación (ddb) en la altura del cultivo no se apreciaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos y el testigo (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de los tratamientos en la altura de las plantas a los 30, 45 y 60 ddb.

Tratamientos	Altura de la planta (cm)		
	30 (ddb)	45 (ddb)	60 (ddb)
Testigo	4,68 a	8,35 c	17,58 c
FitoMas-E	4,80 a	8,30 c	17,51 c
M.E	4,97 a	10,92 a	23,06 a
VIUSID Agro	4,86 a	9,62 b	21,46 ab
Combinados	5,16 a	10,68 ab	20,02 bc
Error Típico	0,80	0,25	0,49
CV (%)	10,63	16,50	15,77

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

Los M.E y la combinación de los bioestimulantes fueron los tratamientos de mejor comportamiento a los 45 ddb en este indicador (Tabla 1). El mayor valor lo obtuvo los Microorganismos Eficientes el cual difirió estadísticamente del testigo y el resto de los tratamientos, exceptuando los bioestimulantes combinados. Los M.E superaron al testigo en 2,57 cm, significando un incremento respecto al testigo de 30,77 %.

Se alcanzaron resultados similares en este indicador en esta investigación a los obtenidos por Calero *et al.* (2019), con la aplicación asociada entre *Rhizobium leguminosarum* y microorganismos eficientes en el cultivo del fríjol en la Cooperativa de Créditos y Servicios “Mártires de Taguasco” en la provincia de Sancti Spiritus, donde el tratamiento de M.E (foliar y en surcos) supero al control en 72,29 %.

A los 60 días después de la brotación los bioproductos M.E y VIUSID Agro mostraron los mejores comportamientos en este indicador. El bioestimulante M.E fue el que alcanzó mayores diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto al testigo y difirió al resto de los tratamientos exceptuando al VIUSID Agro. El incremento con relación al testigo del tratamiento con mayores valores fue de 31,17 %, superando a este en un 5,48 cm (Tabla 1).

Arencibia (2018), aplicó el bioestimulante QuitoMax® en el cultivo del *A. sativum* en el organopónico perteneciente a la Universidad de Matanzas donde reportó un efecto estimulador en cuanto a la altura de la planta con dicho bioestimulante, siendo el tratamiento de 150 mg ha⁻¹ el de mayor diferencia significativa respecto al testigo.

Se obtuvieron resultados análogos en este experimento a los reportados por Huaman (2019), quien aplicó Microorganismos Eficaces en diferentes sustratos de materia orgánica en el cultivo de ajo, dicho autor alcanzó los mejores resultados respecto al testigo con las dosis de 10 y 15 ml de M.E, incrementándose la altura de la planta con respecto al testigo en un 14,97 y 31,78 %.

Por otra parte, los resultados en este indicador distan de los alcanzados por Carmona y Melendrez (2019), quienes evaluaron el efecto del bioestimulante VIUSID Agro en el cultivo del ajo en el municipio de Taguasco, quienes reportaron los mejores resultados estadísticos en las dosis de 0,25 y 0,50 L ha⁻¹, los cuáles superaron al control en un 22,40 y 17,85 %.

3.2 Efecto de los tratamientos en el diámetro del pseudotallo.

Se puede observar que las plantas tratadas con M.E y VIUSID presentaron un comportamiento superior en el diámetro del pseudotallo. El bioestimulante M.E fue el que alcanzó mayores diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto al testigo y difirió al resto de los tratamientos exceptuando al VIUSID Agro. El incremento con relación al testigo del tratamiento con mayor valores estadísticos fue de 31,31 %, superando a este en un 1,4 mm (Tabla 2).

Este indicador es importante por transportar los fotosintatos producidos. El grosor del falso tallo es un indicador importante para demostrar la eficiencia en la actividad metabólica de las plantas, por las sustancias de reservas acumuladas en este. Ello sugiere que este órgano de la planta responde de manera significativa como resultado de una mayor actividad metabólica a partir del efecto estimulador del producto M.E.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos en algunos indicadores morfológicos.

Tratamientos	Diámetro del Bulbo (mm)	Números de dientes por bulbo	Diámetro del pseudotallo (mm)
Testigo	29,25 b	20,25 a	4,47 b
FitoMas-E	29,87 b	20,00 a	4,87 b
M.E	33,52 a	20,75 a	5,87 a
VIUSID Agro	31,42 ab	21,00 a	5,05 ab
Combinados	29,82 b	19,5 a	4,17 b
Error Típico	0,44	0,66	0,17
CV (%)	6,51	14,53	15,95

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

Estos resultados no presentan similitudes con los reportados por Pupo-Feria *et al.* (2016), donde obtuvieron mayores valores en el diámetro del pseudotallo con la aplicación de EcoMic y la combinación de FitoMas-E + EcoMix en la provincia Las Tunas en el cultivo del *A. sativum*, estos autores reportaron incrementos en esta variable con respecto al testigo de un 6,32 y 10,12 % respectivamente.

Los resultados obtenidos en este indicador presentan similitudes parciales con los informados en el experimento de Carmona y Melendrez (2019), quienes evaluaron diferentes dosis de VIUSID Agro en el cultivo del ajo en la provincia de Sancti Spíritus, los mismos reportaron resultados satisfactorios en el diámetro del pseudotallo, con incrementos respecto al testigo de 52,38 %.

3.3 Efecto de los tratamientos el diámetro del bulbo.

En la tabla 2 se observa el efecto de los tratamientos en el diámetro del bulbo, donde los resultados superiores fueron obtenidos por los bioestimulantes M.E y VIUSID Agro. El mayor valor obtenido con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto al testigo y al resto de los tratamientos fue el del bioestimulante microorganismos eficientes (M.E), superando en un 4,27 mm al testigo, lo cual significa un incremento de 14,59 % con respecto al mismo. Los demás bioestimulante no mostraron diferencias significativas entre ellos y el testigo.

Desde los 60 días se produce una disminución de la velocidad de crecimiento porque la planta comienza la etapa de tuberización, lo que provoca la reducción del ritmo de crecimiento en la parte aérea y la senescencia foliar como una consecuencia del traslado de fotosintatos al bulbo. Es conocido el efecto positivo que poseen los M.E en la estimulación y desarrollo en las plantas al mejorar la nutrición, la adquisición de nutrientes y agua (López *et al.*, 2019; Cercado, 2020).

Estos resultados difieren a los descritos por Abreu *et al.* (2021), en cuyo experimento no existió diferencia estadísticamente significativa entre ninguno de los tratamientos en estudio en el diámetro del bulbo con el empleo de QuitoMax en el cultivo del ajo.

Se obtuvo resultados similares en esta investigación a los reportados por Huaman (2019), quién evaluó la aplicación de diferentes dosis M.E en el cultivo de *A. sativum* en la región del Puno, la dosis de 15 ml de M.E influyó significativamente en el diámetro del bulbo, el cual obtuvo valores de 6,01cm y lo cual representó el 163,44 %, respecto al testigo. Incrementándose el diámetro de bulbo de ajo en un 63,44 %.

Quispe (2019), obtuvo resultados positivos en el diámetro del bulbo, al evaluar la influencia de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en la Universidad Nacional “Jorge Basadre Grohmann” de Perú, donde

el tratamiento con mejores resultados supero al testigo en 5,26 mm, con un incremento con respecto a este de 7,79 %.

3.4 Efecto de los tratamientos en el número de dientes por bulbo

En el indicador número de dientes por bulbo no existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los bioestimulantes y el testigo (Tabla 2).

Los resultados obtenidos en este indicador son similares a los alcanzados por Abreu *et al.* (2021), quienes no encontraron diferencias significativas en el número de dientes por bulbo con la aplicación de bioestimulantes en este cultivo en cuestión en la Universidad de Matanzas de Cuba.

Estos resultados difieren a los obtenidos por Pupo-Feria *et al.* (2016), estos autores reportaron un aumento en el número de dientes por bulbo mediante la aplicación de FitoMas-E y la combinación de FitoMas-E + EcoMic en el cultivo del ajo.

López *et al.* (2019), reportaron incrementos en el número de dientes por bulbo con todos los tratamientos con bioproductos en el cultivo del ajo en la localidad de Topes de Collantes, Cuba, los tratamientos con bioproductos superaron al testigo y el mejor tratamiento reportó incrementos en este indicador del 28,8 %.

3.5 Efecto de los tratamientos en el área foliar.

En este parámetro a los 45 ddb el mejor resultado lo obtuvo el bioproducto Micoorganismos Eficientes, diferenciando del resto de los tratamientos y el testigo. Superando a este último en 23,71 cm², lo cual significa un incremento de 25,86 % con respecto al mismo (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en el área foliar a los 45 y 60 ddb.

Tratamientos	Área Foliar (cm ²)	
	45 (ddb)	60 (ddb)
Testigo	91,68 b	133,41 b
FitoMas-E	100,40 b	140,08 b
M.E	115,39 a	176,06 a
VIUSID Agro	95,33 b	168,66 a
Combinados	93,11 b	134,88 b
Error Típico	2,44	3,51
CV (%)	15,60	14,76

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

Los tratamientos M.E y VIUSID Agro alcanzaron los mayores valores estadísticos en este indicador a los 60 días después de la brotación, superando al resto de los tratamientos y al testigo. Con valores superiores en el área foliar con relación al testigo de 42,65 y 35,25 cm², significando incrementos de 31,96 y 26,42 % respecto a este (Tabla 3).

Según Alarcon *et al.* (2020), un mayor valor en este indicador, propicia una mayor actividad fotosintética laminar; ya que el comportamiento de respuesta de la materia seca a incrementos de densidad de población depende principalmente del área foliar; las plantas con mayor área foliar son más eficiente a la aplicación de fertilizantes y son capaces de utilizar mejor la energía solar con una fotosíntesis más eficiente.

Keswani *et al.* (2020), demostraron mediante un experimento que los M.E poseen la capacidad de producir ácido indol-3-acético el cual propicia un mayor crecimiento foliar en las plantas.

Estos resultados obtenidos presentan similitudes parciales con los informados por Peña *et al.* (2018a), quienes evaluaron el efecto del bioestimulante VIUSID Agro en el cultivo del tabaco en Sancti Spíritus, obteniendo resultados

favorables en este indicador con los tratamientos del bioestimulante. Con incrementos respecto al control en los mejores tratamientos de 132,85; 130, 53 y 140 cm².

Por otra parte, Alarcon *et al.* (2020) evaluaron el efecto positivo de los microorganismos eficientes en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en Perú, donde el tratamiento de 25 cc/14d reportó la mayor área foliar, con 24 cm², resultado superior a los otros tratamientos y al testigo.

También Marqués y Damião (2018), aplicaron microorganismos eficientes en el cultivo del café (*Coffea arabica* L.) en la provincia Cuanza Sul, Angola, donde en este indicador sobresalió el tratamiento de 2 ml m², quien superó estadísticamente al control en 109,1 cm², lo que significa un incremento con respecto a este de un 22,98 %.

3.6 Efecto de los tratamientos en el índice de área foliar (IAF)

Los bioestimulantes que mostraron los mayores índices de área foliar a los 45 ddb fueron FitoMas-E y los M.E. Los microorganismos eficientes difirieron estadísticamente del testigo y el resto de los tratamientos, exceptuando al bioproducto FitoMas-E, el mismo superó al testigo en 0,16, mostrando un incremento del 24,2 % con respecto al testigo (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en el índice de área foliar a los 45 y 60 ddb.

Tratamientos	Índice de Área Foliar	
	45 (ddb)	60 (ddb)
Testigo	0,66 b	0,60 b
FitoMas-E	0,72 ab	0,64 b
M.E	0,82 a	0,83 a
VIUSID Agro	0,66 b	0,66 b
Combinados	0,65 b	0,64 b
Error Típico	0,03	0,017
CV (%)	18,4	16

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

Estos resultados son parcialmente similares a los obtenidos por Álvarez (2018), quien evaluó el efecto del FitoMas-E en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en los laboratorios de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas (UCLV), obteniendo diferencias significativas en este indicador con respecto al testigo y el resto de los tratamientos.

Los valores alcanzados en este indicador distan a los informados por Brunet (2018), quién no obtuvo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de FitoMas-E y el testigo, en el cultivo del girasol. El incremento promedio en el IAF fue similar en cada uno de los tratamientos con valores de 1.72 para las plantas del testigo y de 1.64 para los tratados con FitoMas-E.

Los mayores índices de área foliar a los 60 ddb lo obtuvo el tratamiento de M.E el cual difirió significativamente del resto de los tratamientos y el testigo, superando al mismo en 0,23, significando un incremento del 38,33 % con respecto al testigo. El resto de los tratamientos no mostraron diferencias significativas entre ellos y el testigo.

Según Huarachi y Retamal (2018), la combinación de microorganismos promotores del crecimiento, causó mayor impacto en el IAF de las plantas aumentado la firmeza, el calibre y rendimiento en el cultivo de arándanos. Al evaluar dichos autores el efecto de microorganismos promotores de crecimiento sobre la productividad y calidad de la fruta en arándanos en la Universidad Adventista de Chile.

Por otra parte, Mena (2018) al evaluar la influencia de la fertilización foliar sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en el cultivo de maíz, mediante la aplicación de cinco bioestimulantes con 2 niveles de dosificación en Ecuador, no obtuvo diferencias significativas en este indicador, donde el promedio general fue de 0,37 y su coeficiente de variación de 7,89 %.

3.7 Efecto de los tratamientos en la razón de área foliar.

En la razón del área foliar (RAF) a los 45 días posteriores a la siembra el mejor comportamiento fue de los bioestimulante M.E y VIUSID el cuál mostró diferencias significativas con el resto de los bioproductos y el testigo. El tratamiento con menores valores estadísticos fue el de FitoMas-E. 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 (Figura 2).

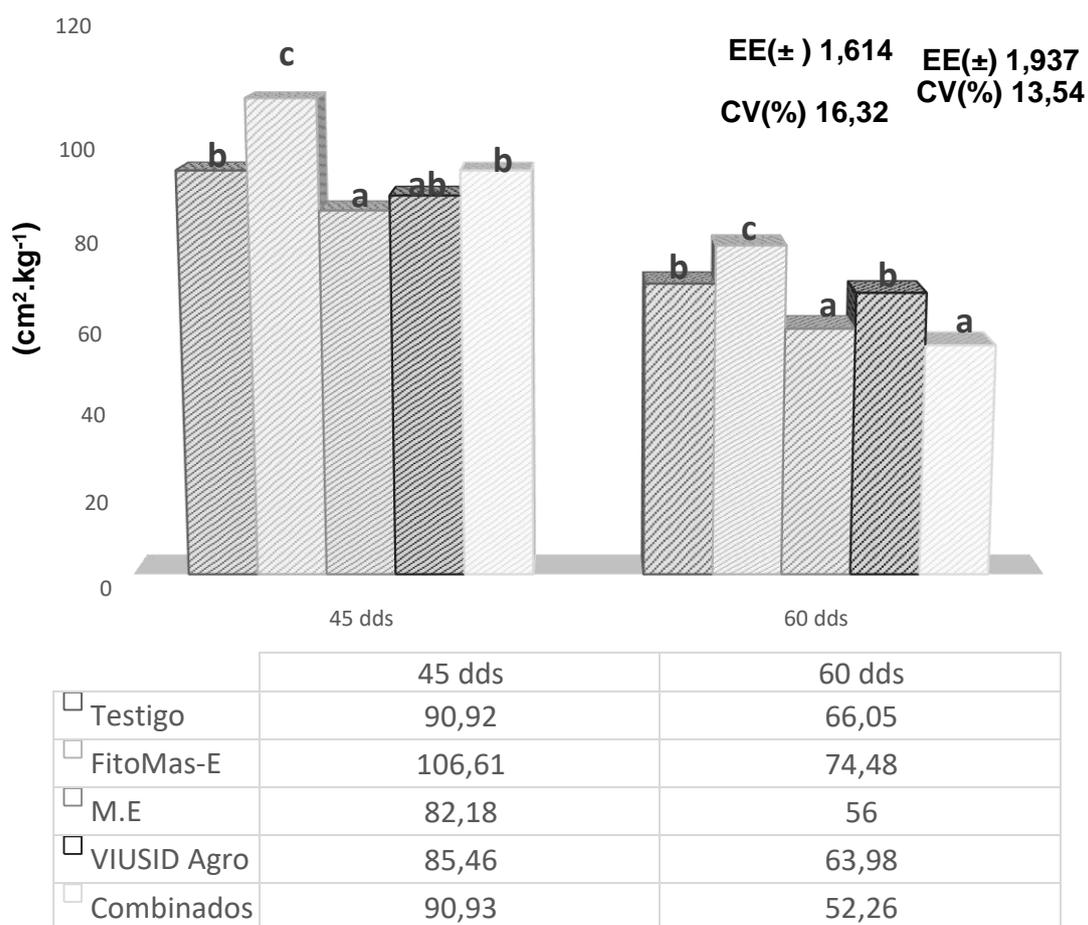


Figura 2. Efecto de los bioestimulantes en la RAF a los 45 y 60 ddb. Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey (Media \pm Error estándar).

Estos resultados distan de los reportados por Ledesma (2017), al aplicar VIUSID Agro en el cultivo de la remolacha (*B. vulgaris*), donde obtuvo los mejores resultados con las dosis 0,2; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ sin diferencias significativas entre los tratamientos pero superaron al testigo significativamente

y por tanto necesitaron 5,69; 6,41 y 4,25 cm² menos que este, para producir una unidad de masa seca.

En la RAF a los 60 ddb el mejor comportamiento fue del bioestimulante combinados y los M.E los cuales mostraron diferencias significativas con el resto de los bioproductos y el testigo. Este indicador define la relación entre el área foliar total y la masa seca total por planta. Esto significa que la mayor área de la hoja por unidad de masa de la planta, se obtiene al comienzo del ciclo vegetativo y tiende a disminuir con la maduración de la planta. El tratamiento de FitoMas-E fue inferior, y fue superado por todos los bioestimulantes y el testigo.

Los resultados alcanzados distan de los reportados por Rodríguez *et al.* (2019), donde obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en este indicador al aplicar diferentes dosis de FitoMas-E en el cultivo *P. vulgaris*, donde las diferentes dosis del bioproducto presentaron valores menores que el testigo.

Los valores expresados en este indicador muestran similitudes parciales a los informados por Pérez (2019), al evaluar el efecto de cuatro bioestimulantes foliares en la fisiología y los rendimientos del pimiento (*Capsicum annuum* L.) en la provincia de Sancti Spíritus, Cuba, donde los mejores valores obtenidos por este autor en este indicador fueron en los tratamientos con FitoMas-E y Microorganismos Eficientes.

Los resultados expresados en este indicador distan a los reportados por Coca y Calzada (2021), al investigar el efecto de diferentes dosis de VIUSID Agro en el cultivo de *B. vulgaris* en el organopónico “El Picante” en Sancti Spíritus, donde la mejor dosis difirió significativamente del testigo con un valor de 4,99 cm².kg⁻¹.

Otros autores como Chávez *et al.* (2019), desarrollaron un experimento durante los meses de enero a marzo del 2019 bajo condiciones de casa de cultivo en el Instituto Tecnológico Superior Calzacón, Santo Domingo, Ecuador, donde evaluaron la eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de *P. vulgaris*, en el parámetro RAF demostraron que los bioestimulantes

influenciaron un mayor incremento en el tiempo de este, potencializando el crecimiento de las plántulas.

3.8 Efecto de los tratamientos en los índices de crecimiento.

3.8.1 Efecto de los tratamientos en la tasa absoluta de crecimiento.

La mayor tasa de crecimiento absoluto a los 45 ddb en el experimento lo obtuvo el bioestimulante de M.E el cual difirió significativamente ($p \leq 0,05$) respecto al testigo y el resto de los tratamientos. Presentando valores superiores de 96,9 % respecto al testigo, superando al mismo en 0,032 ($\text{g} \cdot \text{día}^{-1}$). Los bioestimulantes combinados superaron al resto de los tratamientos individuales y al testigo, mostrando un incremento con relación al testigo de 75,75 % (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto de los tratamientos en los índices de crecimiento a los 45 y 60 ddb.

Tratamientos	TAC ($\text{g} \cdot \text{día}^{-1}$)	TAN ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$)	TCR ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$)
	45 ddb		
Testigo	0,033 c	0,0006 b	0,049 c
FitoMas-E	0,038 c	0,0007 b	0,064 b
M.E	0,065 a	0,0010 a	0,069 ab
VIUSID Agro	0,034 c	0,0006 b	0,049 c
Combinados	0,058 b	0,0011 a	0,071 a
Error Típico	0,0023	0,00008	0,0018
CV (%)	31,9	29,6	18,3
	60 ddb		
Testigo	0,0333 c	0,006 bc	0,074 bc
FitoMas-E	0,0374 c	0,004 c	0,063 d
M.E	0,0636 a	0,009 a	0,080 ab
VIUSID Agro	0,0353 c	0,007 ab	0,085 a
Combinados	0,0569 b	0,006 bc	0,066 cd
Error Típico	0,00208	0,0004	0,002
CV (%)	29,1	40	17

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

El tratamiento con Microorganismos Eficientes mostró el mejor valor en la tasa de crecimiento absoluto a los 60 ddb, donde se apreciaron diferencias significativas con respecto a los tratamientos y el testigo. Siendo superior a este último en $0,0303 \text{ g} \cdot \text{día}^{-1}$, lo cual significó un incremento del 90% (Tabla 5).

Estos resultados obtenidos distan completamente de los informados por Peña *et al.* (2018b), donde reportaron con la aplicación diferentes dosis de VIUSID en el cultivo del rábano diferencias significativas en este indicador con respecto al testigo, con un incremento respecto a este de $0,0689 \text{ g} \cdot \text{día}^{-1}$ y una producción diaria de masa seca mayor en un 47.92 %.

También difieren de los alcanzados por Álvarez (2018), quien obtuvo mediante la aplicación fraccionada de FitoMas-E en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) resultados estadísticamente superiores al resto de los tratamientos y el testigo, superando este último en $0,22 \text{ g} \cdot \text{día}^{-1}$ lo que indica que con dosis fragmentada de ese bioestimulante se produce un mayor incremento del tamaño por unidad de tiempo.

3.8.2 Efecto de los tratamientos en la tasa de asimilación neta.

En la tasa de asimilación neta los mayores valores se obtuvieron con los bioestimulantes combinados y el tratamiento de M.E, los cuales difirieron significativamente con todos los tratamientos y el testigo. Ambos tratamientos superaron al testigo en 83,3 % y 66,6 % respectivamente (Tabla 5). En el resto de los tratamientos no existió diferencia significativa entre ellos, ni con el testigo.

Los bioestimulantes M.E y VIUSID Agro mostraron los mayores valores en la tasa de asimilación neta a los 60 ddb, el tratamiento de microorganismos eficientes difirió estadísticamente del resto de los tratamientos y el testigo, superando a este último en un $0,003 \text{ (g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1})$, lo cual representa el 50 % respecto al testigo. El tratamiento con menores resultados en este indicador fue el FitoMas-E, con valores inferiores al resto de los tratamientos y el testigo (Tabla 5).

Zambrano (2019), durante la época de seca en el 2019 en Manabí, evaluó mediante la aplicación de cuatro bioestimulantes las respuestas en el crecimiento en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Dicho experimento obtuvo un claro efecto positivo de los bioestimulantes sobre el crecimiento del cultivo,

lo cual sugiere que estos productos promueven e inducen mayor actividad metabólica relacionada al desarrollo vegetal.

Estos resultados son parcialmente análogos a los expresados por Coca y Calzada (2021), al aplicar diferentes dosis de VIUSID Agro en el cultivo de la remolacha (*Beta vulgaris* L.), donde todos los tratamientos con el bioproducto difirieron estadísticamente del testigo, con una diferencia respecto a este de 0,0013 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$) representando esto un incremento de 26 %.

Los resultados obtenidos difieren de los alcanzados por Osman *et al.* (2018), los cuales evaluaron el efecto del FitoMas-E en el cultivo de *Helianthus annuus* L. en Santa Clara, donde los tratamientos con este bionutriente superaron al testigo en este indicador.

3.8.3 Efecto de los tratamientos en la tasa de crecimiento relativo

El efecto de los tratamientos sobre la tasa relativa de crecimiento (TRC), denominada como el índice de eficiencia de producción de materia seca, se observa como a los 45 ddb la combinación de todos los bioproductos y los M. E alcanzaron los mayores valores de almacenamiento de gramos de masa seca por gramos de masa seca presente por unidad de tiempo superando significativamente al testigo. El mejor resultado lo obtuvo los bioestimulantes combinados el cual superó en un 44,8 % al testigo. El incremento de los tratamientos de M.E y FitoMas-E con respecto al testigo fueron de 0,015 y 0,02 ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$), lo que representa un aumento con respecto al testigo del 40,8 y 30,6 % (Tabla 5).

En la tasa de crecimiento relativo se observa como a los 60 días posteriores a la siembra los bioproductos VIUSID Agro y los M. E alcanzaron los mejores resultados. El comportamiento del VIUSID fue superior y difirió del resto de los tratamientos (exceptuando a los M.E) y superó al testigo en 0,011 ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$), lo que significó un incremento del 14,86 % de este indicador (Tabla 5).

Los resultados obtenidos no se asimilan a los informados por Díaz (2019), donde obtuvo con la aplicación de FitoMas-E y EcoMic en el cultivo del frijol (*P.*

vulgaris) resultados satisfactorios en este indicador, donde los mayores valores correspondieron a los tratamientos con EcoMic con ganancias de $0,03 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ en comparación con el testigo mostrando un incremento respecto a este de un 25 %.

Estos valores obtenidos en este indicador son parcialmente similares a los reportados por Peña *et al.* (2018b), quienes mediante la aplicación diferentes dosis de VIUSID Agro en el cultivo del rábano (*Rhapanus sativus* L.) no mostraron diferencias estadísticas significativas entre ellos y el testigo.

Los resultados en este indicador difieren de los obtenidos por Marcos (2020), quien investigó en México, el efecto de una serie de bioestimulantes comerciales en el cultivo del anturio, donde las mayores tasas de crecimientos relativos fueron alcanzados por el testigo.

Los valores obtenidos en este indicador mostraron similitud a los informados por Montejo-Martínez *et al.* (2018), al aplicar un grupo de microorganismos eficientes en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en México; donde la tasa de crecimiento relativo en la biomasa foliar, en el período de 30 y 90 ddb fue diferente entre los tratamientos ($p = 0,028$).

3.9 Efecto de los tratamientos en el contenido relativo de agua.

Todos los tratamientos con bioestimulantes tuvieron un efecto positivo en el contenido relativo de agua (CRA). Los bioestimulantes aplicados, al estimular el crecimiento y la formación de raíces permitieron a las plantas realizar una mayor absorción del agua favoreciendo su estado hídrico. Los mayores porcentos de contenido hídrico se obtuvieron en los bioproductos VIUSID Agro y M. E, los cuáles superaron al testigo en 12,20 y 14,45 % respectivamente (Figura 3).

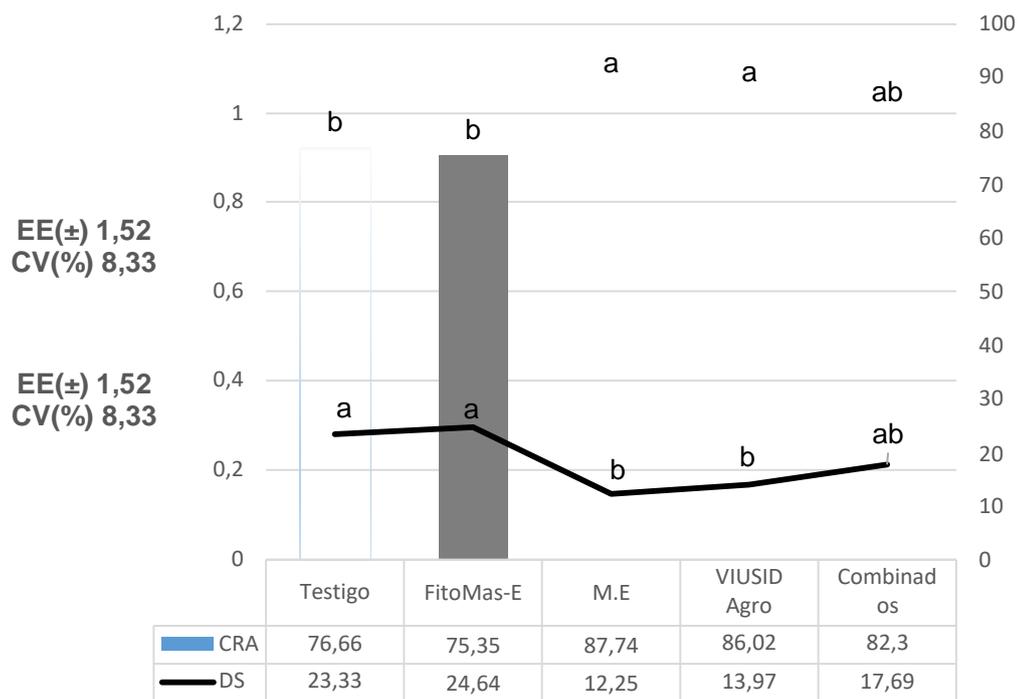


Figura 3. Efecto de los bioestimulantes en el CRA y DS. Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey (Media \pm Error estándar).

En la figura 3 se pueden observar los valores obtenidos en el déficit de saturación (DS), donde los mayores valores fueron alcanzados en el tratamiento de Testigo y FitoMas-E, los cuales mostraron diferencias estadísticas significativas con respecto al resto de los tratamientos, exceptuando el tratamiento de bioproductos combinado. Lo que nos permite suponer los bioestimulantes influyen en la capacidad de retención e hidratación de los tejidos.

Morales-Guevara *et al.* (2018), evaluaron el efecto de dos biostimulantes y hongos micorrízicos en plantas de tomate en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas en Cuba bajo condiciones semicontroladas, donde los tratamientos tanto con los bioestimulantes como el biofertilizante utilizado, mostraron una respuesta favorable del estado hídrico de la planta, respecto al tratamiento testigo.

También Prado *et al.* (2018), obtuvieron resultados satisfactorios al aplicar un bioestimulante en el cultivo del frijol (*P. vulgaris*) bajo dos regímenes de riego, donde los tratamientos con el bioproducto superaron al testigo en este indicador.

3.10 Efecto de los tratamientos en el índice de estabilidad de la membrana.

En la estabilidad de la membrana el tratamiento que obtuvo los mejores resultados fue el VIUSID Agro, el cual difirió estadísticamente del resto de los tratamientos y el testigo, reportando incrementos respecto a este de 23,37 % (Figura 4).

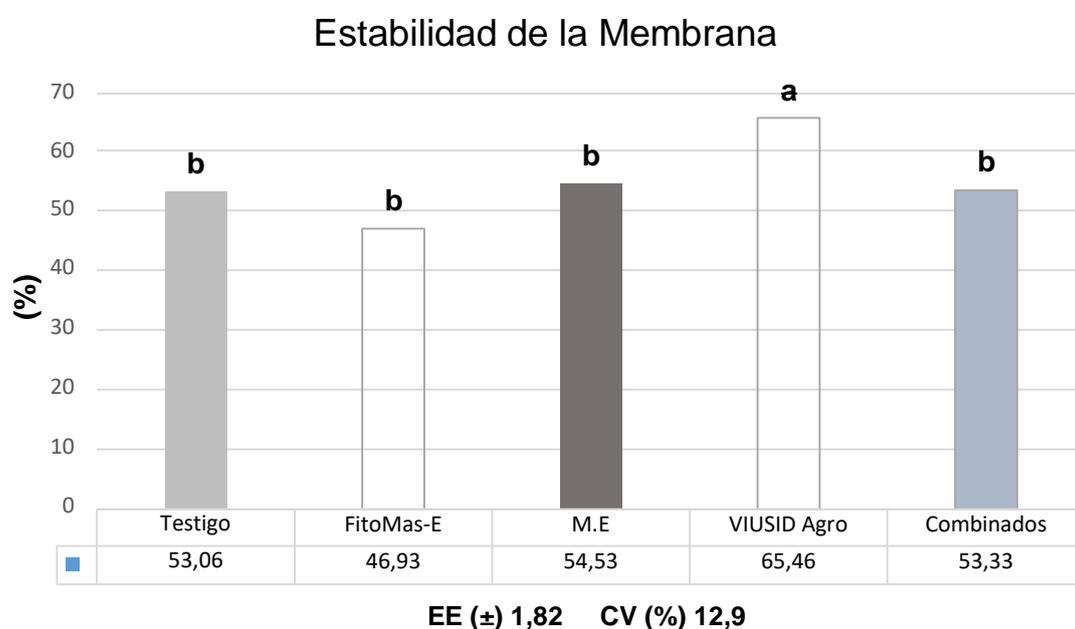


Figura 4. Efecto de los bioestimulantes en el índice de estabilidad de la membrana. Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey (Media \pm Error estándar).

Chapi (2018), al estudiar la incidencia de los Brasinoesteroides en el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en Ecuador, afirma que los bioestimulantes tales como los brasinoesteroides y sus análogos son capaces de influir sobre la estabilidad de las enzimas de la membrana.

Dávila (2021), evaluó el efecto de distintos bioestimulantes en el cultivo del frijol en Perú; donde las aplicaciones de quitosano o quitosana (sustancia activa del bioestimulante QuitoMas, intervinieron en la estabilidad de la membrana celular y en la activación de las enzimas antioxidantes de las plantas.

También Rady *et al.* (2021) evaluaron el efecto de ácido giberélico y miel de abejas en cultivos de habas con el objetivo de incrementar la tolerancia a la sequía de este cultivo. Estos autores demostraron que la aplicación de estas sustancias, aumenta la estabilidad de la membrana, al reportar valores superiores en los tratamientos de 5,1% respecto al testigo en condiciones de riego. Lo que demuestra la capacidad de los bioestimulantes de influenciar en las propiedades y actividades de la membrana celular.

Desoky *et al.* (2021), investigaron como la aplicación de bioestimulantes a partir de extractos derivados de granos de maíz (MgE) y materia prima de propóleo (PrmE) promueven el crecimiento y la productividad en el cultivo de habas. Estos investigadores informaron que los MgE mejoraron la estabilidad de las membranas celulares, reduciendo los impactos destructivos de los factores estresantes en el crecimiento y desarrollo del cultivo.

3.11 Efecto de los tratamientos en el contenido de clorofila A y B.

El mayor valor obtenido con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto al testigo y al resto de los tratamientos a los 45 y 60 ddb en el indicador Clorofila A, fue el del bioestimulante microorganismos eficientes (M.E), superando al control en un 26,03 y 51,16 % respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto de los tratamientos en el Contenido de Clorofila A y B a los 45 y 60 ddb.

Tratamientos	Clorofila A	
	45 (ddb)	60 (ddb)
Testigo	4,5655 c	5,6631 c
FitoMas-E	4,9574 b	5,9137 c
M.E	5,7540 a	8,5608 a
VIUSID Agro	4,6619 c	6,0281 c
Combinados	4,5814 c	7,0463 b
Error Típico	0,108	0,26

CV (%)	9,79	17,8
Clorofila B		
Testigo	1,6232 a	1,7456 c
FitoMas-E	1,5596 a	2,0117 bc
M.E	1,6724 a	3,1107 a
VIUSID Agro	1,0471 b	2,0949 b
Combinados	1,3286 ab	2,2149 b
Error Típico	0,1690	0,113
CV (%)	22,22	22,4

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

Según Vallejos *et al.* (2021), el contenido de clorofila está estrechamente vinculado con la capacidad fotosintética de la planta y por ende con el rendimiento. Estos autores reportaron incrementos en el contenido de clorofila a y b con la aplicación de diferentes bioestimulantes agrícolas en el cultivo de la papa, en Bolivia.

En la evaluación realizada a la clorofila b a los 45 ddb todos los tratamientos exceptuando el VIUSID Agro mostraron los mejores valores. Mientras a los 60 ddb el tratamiento que obtuvo mayores valores y reportó diferencias significativas con el resto de los tratamientos y el testigo fueron los Microorganismos eficientes, superando al testigo en un 78,20 % (Tabla 6).

Según Leal-Almanza *et al.* (2018), este aumento en el contenido de clorofila puede estar relacionado con una adecuada fertilización con N, el cual es estimulado por la acción de los bioestimulantes agrícolas, dichos autores mediante la aplicación de microorganismos promotores de crecimiento vegetal con yeso agrícola en papa (*Solanum tuberosum* L.) en México, obtuvieron resultados satisfactorios en este indicador.

Se encontraron similitudes en este indicador con el experimento realizado por Schneider (2019) en la Universidad de Passo Fundo perteneciente a Brasil, en el cual evaluó el efecto de distintos bioestimulantes en la composición bioquímica y fisiológica del cultivo de la soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Donde reportó un aumento del 8 % en el contenido de clorofila b con la aplicación de bioestimulantes con respecto al control.

Los valores obtenidos en este indicador son similares a los expresados por Héctor-Ardisana *et al.* (2020), al evaluar la influencia de diferentes bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador; resaltando que en el cultivo de la acelga (*Beta vulgaris* L. subsp. cicla) principalmente los microorganismos eficientes son los que conducen a incrementos significativos en el contenido de clorofila y a mejoras en el suelo.

4.12 Efecto de los tratamientos en el contenido de clorofilas totales.

En este indicador tanto a los 45 como a los 60 días después de la brotación el mayor valor lo reportó el tratamiento con Microorganismos Eficientes el cual difirió significativamente de todos los tratamientos y el testigo, superando a este último en un 10,82 y 74,98 % respectivamente (Figura 5).

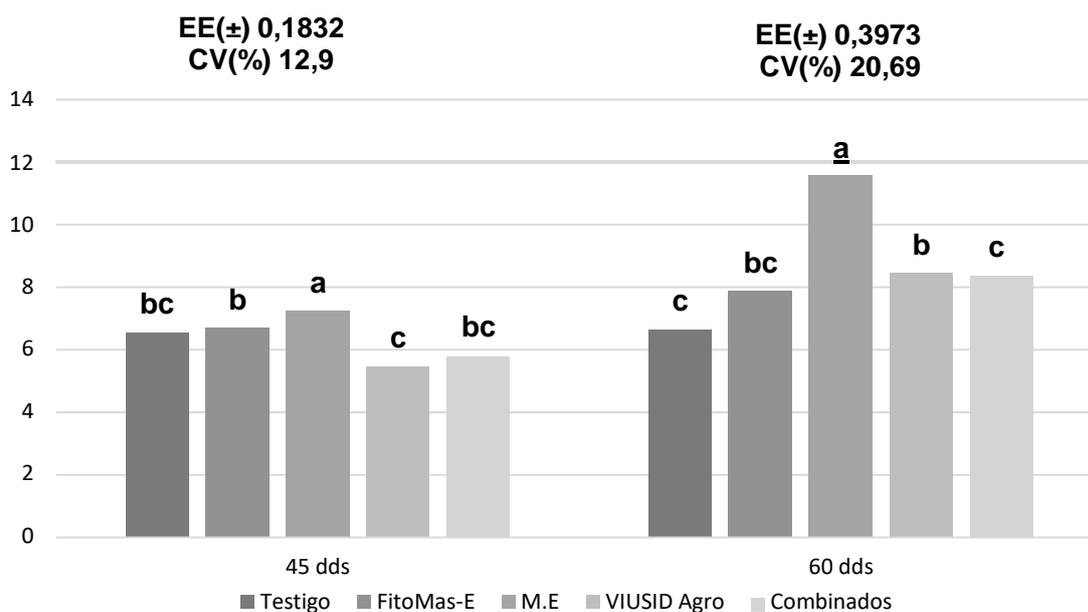


Figura 5. Efecto de los bioestimulantes en el Contenido de Clorofila Totales a los 45 y 60 ddb. Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey (Media \pm Error estándar).

Estos resultados no se asemejan a los informados por Engel (2021) quién no obtuvo diferencias significativas en este indicador mediante la aplicación de

bioestimulantes a partir de extractos de algas en el cultivo de *Glicine max* L. en la Universidad de Sao Paulo, Brasil.

Barbosa *et al.* (2018), evaluaron el intercambio gaseoso y el índice de clorofila mediante la aplicación de un bioestimulante estomático en el cultivo de la uva variedad *BRS Isis* cultivadas en Brasil. Obteniendo los mejores valores en el tratamiento solo con el bioestimulante, el cual superó en un 20 % al testigo.

Los resultados obtenidos en esta investigación no muestran similitud con los alcanzados por Agrárias (2018), quien evaluó el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes en el cultivo del mango (*Mangifera indica* L.), donde no reportó diferencias estadísticas significativas en este indicador con respecto al testigo en los tratamientos con bioestimulantes en el cultivo en estudio.

Por otra parte, Haider *et al.* (2021) realizaron una investigación donde evaluaron los efectos de la aplicación conjunta de biocarbón y microorganismos en la mejora el rendimiento de la soja y como un remedio a la contaminación del suelo con cadmio, en experimento realizado en China. Los resultados obtenidos en este experimento se asemejan a los reportados por dichos autores, quienes informaron el máximo contenido de clorofila mediante la aplicación de microorganismos, con incrementos de 5,58 % respecto al control.

Por otra parte, Masood *et al.* (2020) investigaron como el microorganismo promotor de crecimiento *Bacillus pumilus* en combinación con fertilizaciones de nitrógeno promueven el crecimiento y la absorción de minerales en el cultivo del tomate en Nanjing, China. Reportando que la combinación de N + *B. pumilus* mostró un aumento estadísticamente significativo en el contenido de clorofila de la hoja superando en un 8 % al control.

3.13 Efecto de los tratamientos en el contenido de carotenos a los 60 ddb.

En este indicador los tratamientos con mejor comportamiento fueron los de microorganismos eficientes y la combinación de todos los bioestimulantes. El mayor valor estadístico lo obtuvo el tratamiento de Microorganismos Eficientes el cual tuvo diferencias estadísticamente significativas respecto testigo y al

resto de los tratamientos exceptuando al tratamiento de los bioestimulantes combinados, reportando incrementos respecto al testigo de 41,21 % (Figura 6).

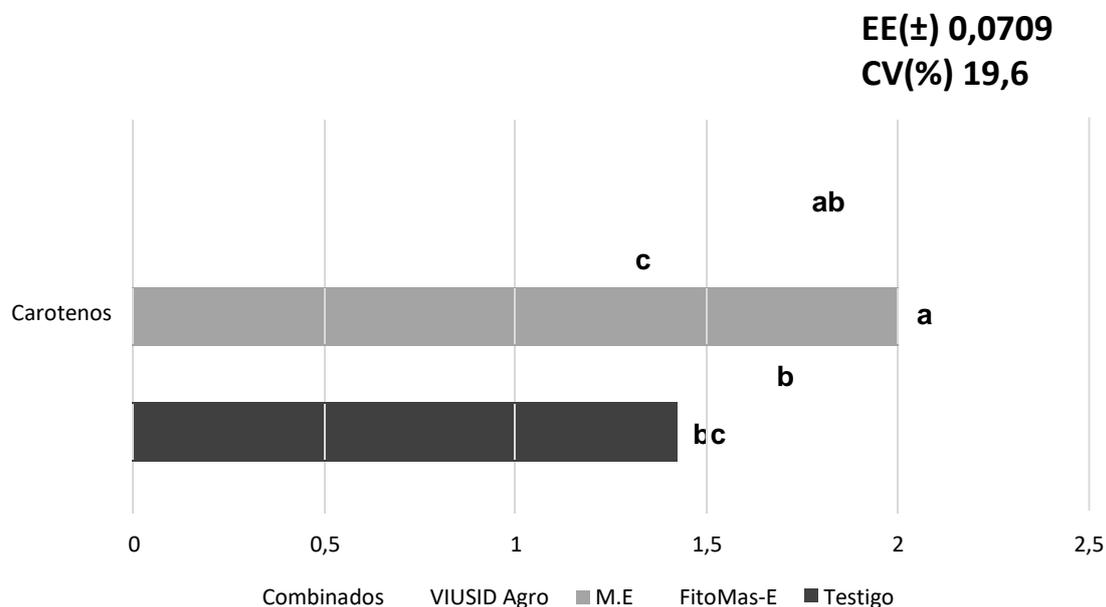


Figura 6. Efecto de los bioestimulantes en el Contenido de Carotenos a los 60 ddb. Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey (Media \pm Error estándar).

Según Chen *et al.* (2019), los carotenoides, como pigmentos de antena transfieren su energía luminosa absorbida a la clorofila para otras reacciones fotoquímicas. Dichos autores investigaron el efecto de las fertilizaciones con silicatos, selenio y microorganismos sobre la toxicidad con plomo en el jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), obteniendo con el tratamiento de microorganismos [0,5 ml kg⁻¹(suelo)] un aumento en el contenido de carotenos del 11,27 % respecto al control.

Por otra parte, Costa *et al.* (2020) sugieren que este pigmento está involucrado en la capacidad de las plantas para aumentar su crecimiento al capturar más energía luminosa y transferir esa energía al aparato fotosintético. Los mismos autores evaluaron la influencia de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en el cultivo el ajo, obteniendo mediante la inoculación de las mismas un aumento en el contenido de carotenoides, donde los tratamientos con mayores

valores estadísticos respecto al control fueron M13C (*Bacillus megaterium*) y M18B (*Enterobacter cloacae*).

Los resultados obtenidos en la investigación distan de los logrados por Helaly *et al.* (2020), quienes no obtuvieron diferencias significativas en este indicador en el cultivo de col (*Brassica oleracea* var. *Acephala*). Los mismos evaluaron el efecto de diferentes microorganismos promotores del crecimiento sobre el rendimiento, el valor nutricional y el crecimiento en el cultivo de *B. oleracea*, el estudio se realizó en la Universidad de Massachusetts, Estados Unidos.

Se encontraron similitudes en este indicador con el experimento realizado por Riahi *et al.* (2020), los cuales investigaron sobre el uso de microorganismos promotores del crecimiento vegetal como una herramienta biotecnológica eficiente para potenciar la producción de biomasa y metabolitos secundarios del cultivo industrial *Pelargonium graveolens* L'Hér. en la Universidad de Manouba en Túnez; obteniendo los niveles más altos en este indicador con la aplicación del microorganismo promotor del crecimiento *Oceanobacillus iheyensi*, superando al control y al resto de tratamientos.

3.14 Efecto de los tratamientos en el rendimiento agrícola.

Todos los biostimulantes tuvieron un efecto positivo en el rendimiento agrícola. El mejor valor en este indicador se obtuvo con la aplicación del bioestimulante M.E quien alcanzó diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) al resto de los tratamientos y superó al testigo en $2,87 \text{ t ha}^{-1}$, lo que significó un incremento del rendimiento en 38,78 % (Figura 7).

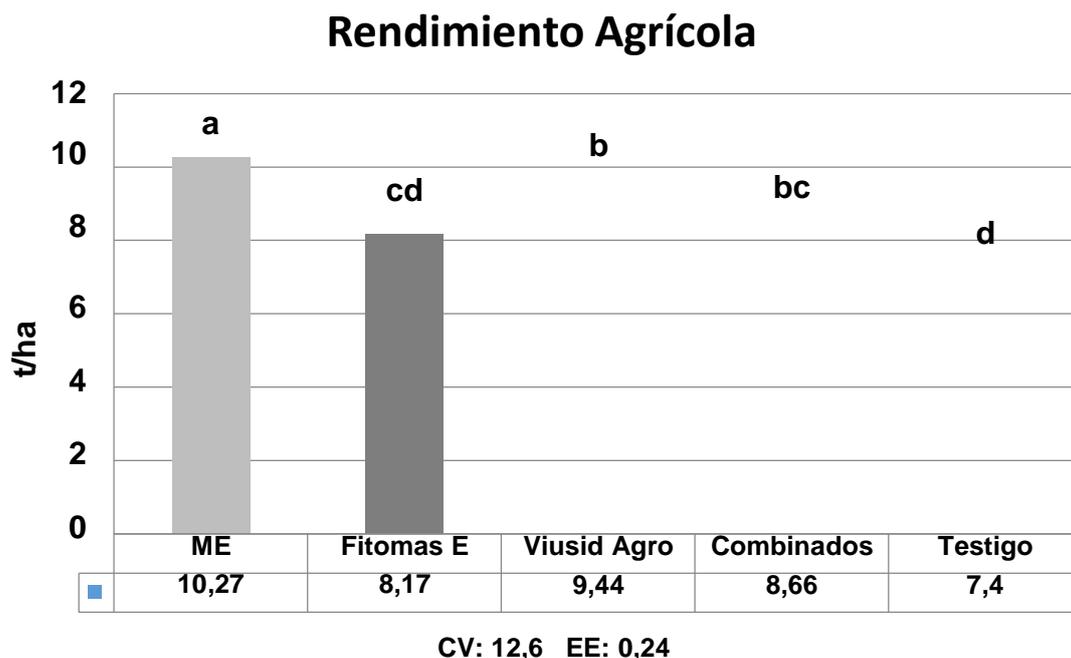


Figura 7. Efecto de los bioestimulantes en el Rendimiento Agrícola. Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para ($p \leq 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Tukey (Media \pm Error estándar).

El ajo es un cultivo muy sensible a las condiciones del medio y su época de desarrollo es muy limitada en el año, fuera de estas condiciones, su rendimiento puede ser afectado significativamente. Diferentes autores se han referido a la importancia de conocer las particularidades de la fisiología y ecología de esta especie para lograr altos rendimientos (Abreu *et al.*, 2021).

Quispe (2019), obtuvo resultados satisfactorios en el rendimiento del cultivo de la cebolla con la aplicación de bioestimulantes, el cual superó estadísticamente al testigo en 5,94 t h⁻¹, con un incremento con respecto al testigo de 17,52 %.

Estos resultados difieren a los obtenidos por Carmona y Melendrez (2019), quienes mediante la aplicación de VIUSID Agro en el cultivo del ajo en el municipio de Taguasco, Cuba, reportaron un incremento del rendimiento agrícola del cultivo del ajo de 1,5 t h⁻¹ con respecto al testigo, lo que significa un incremento de este indicador en relación al testigo del 62,13 %.

Por su parte Pupo-Feria *et al* (2016), obtuvieron los mejores resultados en este indicador al aplicar la combinación de FitoMas-E + EcoMic en el cultivo del ajo en la provincia de las Tunas, donde este tratamiento reportó valores de 4,46 t h⁻¹, lo que significó un incremento del 22,19 % con respecto al testigo.

4. CONCLUSIONES

1. La dosis de 100 ml L⁻¹ de Microorganismos Eficientes fue el bioestimulante que mostró el mejor comportamiento en los parámetros morfofisiológicos en el cultivo del ajo superando al resto de los tratamientos y el testigo.
2. Todos los bioestimulantes influyeron en el rendimiento agrícola. El mejor valor en este indicador se obtuvo con el tratamiento Microorganismos Eficientes quien alcanzó diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) al resto de los tratamientos y superó al testigo en 2,87 t ha⁻¹, lo que significó un incremento del rendimiento en 38,78 %.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, E. O., Liriano González, R., Aquino Arencibia, A., & Pérez Ramos, J. (2021). Efecto del producto QuitoMax® en el rendimiento del ajo. *Centro Agrícola*, 48(2), 47-56. ISSN 0253-5785
- Acosta, D. M. (2020). Caracterización y Evaluación Morfoagronómica en 09 Cultivares de Ajos (*Allium sativum* L.) Precoces en la Estación Experimental Agraria Donoso-Huaral. Recuperado el 06 de diciembre del 2021 desde: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4259>
- ACPA (2010). Fitomas E. Recuperado el 10 de febrero del 2022 desde: <http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2010/REVISTA%2002/09%20FITOMAS.pdf>
- Agrárias, C. D. C. (2018). Bioestimulantes no cultivo da *mangueira* cv. Kent no submédio do vale do SÃO FRANCISCO (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Vale do São Francisco). Recuperado el 06 de septiembre del 2021 desde: <http://www.producaovegetal.univasf.edu.br/Arquivos/jackson.pdf>
- Aguado, G. D. (2015). Respuesta de clones de ajo mediterráneo al efecto combinado de densidades de plantación y condiciones de provisión de nitrógeno (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo). Recuperado el 28 de enero del 2022 desde: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/5282>
- Aguiar, L. O. A., & Reinaldo, J. R. M. (2019). Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes sobre el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) en un suelo Pardo sialítico mullido, sin carbonatos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 111-118. Recuperado a partir de <https://ceema.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/299>

- Alarcon, J., Recharte, D. C., Yanqui, F., Moreno, S. M., & Buendía, M. A. (2020). Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 67-73. ISSN 2077-9917
- Alarcón-Zayas, A., Muñoz-Arias, O., Viltres-Rodríguez, R., Boicet-Fabré, T., & González-Gómez, G. (2018). Efecto de Enerplant® en el rendimiento y calidad de la cebolla. *Centro Agrícola*, 45(2), 12-20.
- Aljaro, A., Monardes, H., Urbina, C., Martín, A., & Muñoz, E. (2009). Manual de cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.). Santiago, Chile: Universidad de Chile. Recuperado el 08 de febrero del 2022 desde: http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_ajo_y_cebolla.pdf
- Álvarez, D. (2018). Efectividad de FitoMas-E® en el crecimiento y rendimiento agrícola en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Doctoral dissertation, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Agronomía). Recuperado el 08 de marzo del 2022 desde: <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/10118>
- Arencibia, A. A. (2018). Título: Evaluación del uso del bioestimulador QuitoMax® en el rendimiento biológico del ajo (*Allium sativum* L.) en condiciones de organopónico (Doctoral dissertation, Universidad de Matanzas). Recuperado el 25 de diciembre del 2021 desde: [http://cict.umcc.cu/repositorio/tesis/Trabajos%20de%20Diploma/Agronom%C3%ADa/2018/Evaluaci%C3%B3n%20del%20uso%20del%20bioestimulador%20QuitoMax%20en%20el%20rendimiento%20biol%C3%B3gico%20del%20ajo%20\(Allium%20sativumL.\)%20en%20condiciones%20de%20organop%C3%B3nico%20\(Alejandro%20Aquino%20Arencibia\).pdf](http://cict.umcc.cu/repositorio/tesis/Trabajos%20de%20Diploma/Agronom%C3%ADa/2018/Evaluaci%C3%B3n%20del%20uso%20del%20bioestimulador%20QuitoMax%20en%20el%20rendimiento%20biol%C3%B3gico%20del%20ajo%20(Allium%20sativumL.)%20en%20condiciones%20de%20organop%C3%B3nico%20(Alejandro%20Aquino%20Arencibia).pdf)
- Arroyo, S. T. (2018). Comparativo de dos técnicas de siembra y dos niveles de fertilización con guano de las islas en precocidad y rendimiento de *Allium sativum* L. var. Serrano en Santiago de Chuco, La Libertad. Recuperado el

08 de enero del 2022 desde:
<https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13260>

Atlasbig. (2020). Producción mundial de ajo por países. Recuperado el 15 de noviembre del 2021 desde <https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-ajo>

Aung, K., Jiang, Y. y He, S. Y. (2018). The role of water in plant in plant microbe Interaction. *The Plant Journal*, 93: 771-780.

Barbosa, Á. F. R., DA Silva, M. A., & Lucena, Í. H. (2018). Trocas gasosas e índice de clorofila em plantas de uva da variedade brs isis cultivadas no vale do SÃO FRANCISCO submetidas ao bioestimulante estomático. Recuperado el 29 de septiembre del 2021 desde: https://www.confex.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/228_tge%C3%ADdcepdudvbcinvdsfsabe.pdf

Bayan L., Koulivand P. H. & Gorji A. (2014). Garlic: a review of potential therapeutic effects. *Avicenna Journal of Phytomedicine* 4 (1), 1-14.

Brunet, E. (2018). Efecto del FitoMas–E sobre indicadores de crecimiento, rendimiento y poscosecha del girasol (*Helianthus annuus* L. cv. CIAP JE-94) (Doctoral dissertation, Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Agronomía). Recuperado el 15 de marzo del 2022 desde: <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/10183>

Calero H. A., Pérez D., Y., Quintero R. E., Olivera V. D., & Peña C. K. (2019). Efecto de la aplicación asociada entre *Rhizobium leguminosarum* y microorganismos eficientes sobre la producción del frijol común. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(2), 295-322. ISSN 2500-5308

- Calero Hurtado, A., Olivera Viciado, D., Pérez Díaz, Y., González-Pardo Hurtado, Y., Yáñez Simón, L. A., & Peña Calzada, K. (2020). Manejo de diferentes densidades de plantación y aplicación de microorganismos eficientes incrementan la productividad del arroz. *Idesia (Arica)*, 38(2), 109-117. ISSN 0718-3429
- Caradonia, F., Battaglia, V., Righi, L., Pascali, G., La Torre, A., (2019). Plant biostimulant regulatory framework: prospects in Europe and current situation at international level. *J. Plant Growth Regul.* 38, 438–448. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9853-4>.
- Carbajal, N. N. (2018). Termoterapia y cultivo in vitro de ajo (*Allium sativum* L.) para la eliminación del virus del enanismo amarillo de la cebolla (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). Recuperado el 20 de noviembre del 2021 desde: <http://eprints.uanl.mx/15790/>
- Carmona, L. M., & Melendrez, J. F. (2019). Efecto de dosis de VIUSID agro en el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) en el municipio Taguasco. *InfoCiencia*, 23(2), 60-70.
- Catalysis (2021 a). VIUSID agro promotor del crecimiento de reconocimiento mundial. Recuperado el 15 de febrero del 2021 desde: <http://www.catalysisagrovetee.com>
- Catalysis (2021 b) ¿Qué es VIUSID agro? Recuperado el 08 de febrero del 2021 desde: <http://www.catalysisagro.com/es/>
- Catalysis (2021 c) ¿Cómo usar VIUSID agro? Recuperado el 20 de febrero del 2021 desde: <http://www.catalysisagro.com/es/>

Catalysis (2021 d) Promotor del crecimiento vegetal. Recuperado el 08 de febrero del 2021 desde: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/05/viusid.html>

Chapi, T. E. (2018). Estudio de la incidencia de Brasinoesteroides en el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.), en San Vicente de Pusir, Cantón Bolívar, Provincia de Carchi, 2017 (Bachelor's thesis, El Angel: UTB, 2018). Recuperado el 21 de septiembre del 2021 desde: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/4379>

Chávez, J. E. C., Castro, G. L. O., Tinoco, A. D. C. C., & García, G. A. C. (2019). Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103, 10(1), 14-22. Recuperado a partir de http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/184

Chen, Z., Xu, J., Xu, Y., Wang, K., Cao, B., & Xu, K. (2019). Alleviating effects of silicate, selenium, and microorganism fertilization on lead toxicity in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Plant Physiology and Biochemistry*. doi:10.1016/j.plaphy.2019.10.027

Cercado, N. Y. (2020). Uso de microorganismo eficientes (ME) como alternativa sustentable y sostenible en la producción Agrícola (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020). Recuperado el 20 de febrero del 2022 desde: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8354>

Coca, L. R., & Calzada, K. P. (2021). Efecto del VIUSID agro en el comportamiento morfofisiológico de la remolacha (*Beta vulgaris* L.). *InfoCiencia*, 25(1), 12.

Costa, P. S. P., Cardoso, F. P., Martins, A. D., Teixeira Buttrós, V. H., Pasqual, M., Dias, D. R., ... Dória, J. (2020). Endophytic Bacteria of Garlic Roots Promote Growth of Micropropagated Meristems. *Microbiological Research*, 126585. doi:10.1016/j.micres.2020.126585

DAPRO. (2020). Informe estadístico del ajo. Gobierno del estado plurinacional de Bolivia. Recuperado el 18 de diciembre del 2021 desde: https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI_2102202097cf4_InformeEstadisticoAjo2020.pdf

Dávila Ramos, J. I. (2021). Efecto de bioestimulantes en la altura de planta, el número de vainas y el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Sumac Puka. Recuperado el 15 de marzo del 2022 desde: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4395>

de Araujo Bitencourt, G., Costa, S. L., Junior, J. M. I., Algarve, B. B., & de Arruda, R. M. D. S. (2021). Germinação do eucalipto e espécies bioindicadoras sob o uso de dois biofertilizantes. *Revista de Estudos Ambientais*, 23(1), 37-45. Doi: <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2021v23n1p37-45>

del Buono, D. (2021). Can biostimulants be used to mitigate the effect of anthropogenic climate change on agriculture? It is time to respond. *Science of The Total Environment*, 751, 141763. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141763>

Desoky, E. S. M., Elrys, A. S., Mansour, E., Eid, R. S., Selem, E., Rady, M. M., ... & Semida, W. M. (2021). Application of biostimulants promotes growth and productivity by fortifying the antioxidant machinery and suppressing oxidative stress in faba bean under various abiotic stresses. *Scientia Horticulturae*, 288, 110340. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110340>

Díaz A, López Y, Suárez C and Díaz L. 2021. Efecto del FitoMas-E y dos proporciones de materia orgánica sobre el crecimiento de plántulas de café en vivero. *Centro Agrícola* 48 (1): 14-22.

Engel, D. C. H. (2021). Bioestimulantes a hidrolizado de proteína e a extrato de algas podem modular o metabolismo de nitrogênio em soja? (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo). Doi: <https://doi.org/10.11606/D.11.2021.tde-07102021-110737>

Feria, C. P., Ramírez, G. G., Lemes, V. P., Figueredo, O. C., & Avila, S. S. (2019). Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*, L.) a la aplicación de dos bioproductos (Original). Redel. *Revista Granmense de Desarrollo Local*, 3(4), 89-102. ISSN: 2664-3065

Ferral Manresa, C., Fuentes Chaviano, P. F., & Calderón Amézaga, D. M. (2019). Uso de microorganismos eficientes autóctonos, en el manejo de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del tomate. *Centro Agrícola*, 46(4), 38-43.

Fuentes, F. E. y Abreu, E., Fernández, E. y Castellanos, M. (1999). Experimentación agrícola. La Habana, Cuba. Ed. Félix Varela. 225 pp.

Gálvez Patón, Laura (2017). *Etiología, epidemiología y estrategias de control de la podredumbre del diente de ajo (Allium sativum L.)*. Tesis (Doctoral), Recuperado el 10 de noviembre del 2021 desde: E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM). <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.45532>.

Gavilanes, M. V. (2013). Introducción a la producción de unibulbos con la aplicación de un complejo hormonal en plantas de ajo (*Allium sativum* L.) CV nacional o criolla (Bachelor's thesis). Recuperado el 10 de enero del 2022 desde: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/5489>

- Grosso, L., Salusso, F., Ramos, D., Crespi, R., & Pugliese, M. (2014). Respuesta de un cultivo de ajo regado con efluentes urbanos tratados, aplicación de biosólidos y fertilización líquida. Recuperado el 13 de noviembre del 2021 desde: https://www.produccionvegetalunrc.org/images/fotos/847_FDF%20AJO.pdf
- Gómez-Kosky, R., Jaramillo, D. N., Esquiro, C. R., Villegas, A. B., Calimano, M. B., Armas, P. M., ... Daniels, D. D. (2019). Effect of VIUSID Agro® and FitoMas-E® on the Ex Vitro Acclimatization of Sugarcane Plants (*Saccharum* spp.) Cultivar C90-469. *Sugar Tech*. doi:10.1007/s12355-019-00752-7
- González, A. (2001). Prevención y tratamiento antitumoral, antiviral y de otras enfermedades degenerativas. Departamento científico Catálisis S. L. Madrid, España.
- González, R. L., Ramos, J. P., Hernández, Y. P., Espinosa, I. P., González, S. B. J., & Jimenez, S. L. R. (2021). Uso de microorganismos eficientes y FitoMas-E® para aumentar el crecimiento y la calidad de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(3), 9699-9706. Doi: <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.90588>
- Guerra, D. G., Morales, S. J. R., Vazquez, K. D., Jiménez, A. R., & Cabrera, A. R. (2019). VIUSID Agro® en la propagación in vitro del ajo (*Allium sativum* L.). *Agricultura Tropical*, 5(1), 34-44. ISSN 2517 – 9292
- Guzman Borja, M. A., & Huaman Espinoza, R. M. (2019). Efecto de tres fitohormonas en pre y post cosecha en el cultivo de dos variedades de ajos (*Allium sativum* L.) en condiciones del centro poblado de San Miguel de Cuchis distrito de Vilcabamba-Pasco. Recuperado el 18 de enero del 2022 desde: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1560>

- Haider, F. U., Coulter, J. A., Cheema, S. A., Farooq, M., Wu, J., Zhang, R., ... Liqun, C. (2021). Co-application of biochar and microorganisms improves soybean performance and remediate cadmium-contaminated soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 214, 112112. doi:10.1016/j.ecoenv.2021.112112
- Haney, C. H., Samuel, B. S., Bush, J., Ausubel, F. M. (2015). Associations with rhizosphere bacteria can confer an adaptive advantage to plants. *Nat. Plants*, 1: 1-9.
- Héctor-Ardisana, E., Torres-García, A., Fosado-Téllez, O., Peñarrieta-Bravo, S., Solórzano-Bravo, J., Jarre-Mendoza, V. & Montoya-Bazán, J. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. *Cultivos Tropicales*, 41(4). ISSN 1819-4087
- Helaly, A. A., Hassan, S. M., Craker, L. E., & Mady, E. (2020). Effects of growth-promoting bacteria on growth, yield and nutritional value of collard plants. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(1), 77–82. doi:10.1016/j.aogas.2020.01.001
- Hernández-Jiménez, Alberto, Pérez-Jiménez, Juan Miguel, Bosch-Infante, Dalmacio, y Speck, Nelson Castro. (2019). La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40(1), e15. Recuperado en 09 de septiembre de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362019000100015&lng=es&tlng=es.
- Huaman, Z. L. (2019). Microorganismos eficaces (EM) en diferentes sustratos de materia orgánica en el cultivo de ajo bajo invernadero en Puno. Recuperado el 25 de noviembre del 2021 desde: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11330>

- Huarachi, J. D., & Retamal Salgado, J. (2018). Efecto de microorganismos promotores de crecimiento sobre la productividad y calidad de la fruta en árandanos (Doctoral dissertation, Universidad Adventista de Chile). Recuperado el 14 de marzo del 2022 desde: <http://sibunach.unach.cl:8080/cgi-bin/koha/catalogue/detail.pl?biblionumber=2283123>
- Hurtado, A. C., Rodríguez, E. Q., Díaz, Y. P., Calzada, K. P., & Hernández, J. J. (2019). Efecto entre microorganismos eficientes y fitomas-e en el incremento agroproductivo del frijol. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 17(1), 25-33. Doi: <https://doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1201>
- Izquierdo, H., & Gómez, O. (2010). Criollo-3, un genotipo de ajo de elevada productividad. *Cultivos Tropicales*, 31(3), 58-59.
- Jardin, P., Xu, L., & Geelen, D. (2020). Agricultural Functions and Action Mechanisms of Plant Biostimulants (PBs). *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*, 1–30. doi:10.1002/9781119357254.ch1
- Keswani, C., Singh, S. P., Cueto, L., García-Estrada, C., Mezaache-Aichour, S., Glare, T. R. & Sansinenea, E. (2020). Auxins of microbial origin and their use in agriculture. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 1-17.
- Lambert, T., Santiesteban, R., Ceiro, W. G., Fernández, M. E., López, G. D. L. M., & Corrales, W. C. (2019). Efecto de bioproductos en la producción de *Phaseolus vulgaris* L. y *Arachis hipogea* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 59-66. ISSN 2256-2273
- Leal-Almanza, J., Gutiérrez-Coronado, M. A., Castro-Espinoza, L., Lares-Villa, F., Cortes-Jiménez, J. M., & Santos-Villalobos, S. D. L. (2018). Microorganismos promotores de crecimiento vegetal con yeso agrícola en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo casa sombra. *Agrociencia*, 52(8), 1149-1159. ISSN 1405-3195

- 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.
- Li, X., Pan, Y., Qi, X., Zhang, S., Zhi, C., Meng, H., & Cheng, Z. (2021). Effects of exogenous germanium and effective microorganisms on germanium accumulation and nutritional qualities of garlic (*Allium sativum* L.). *Scientia Horticulturae*, 283, 110114.
- Liane, P. D. M. B. P., Álvarez-Pinedol, A., Méndez-Serpal, E. R., Mesa-Rebatol, M. S., Castro-Lizazol, P. I., & Izquierdo-Oviedoll, P. H. (2021). Physical Mechanical and Chemical Properties of *Allium sativum* L. Cultivated with Different Concentrations of QuitoMax®. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(1), e05. ISSN 1010 - 2760
- López Pérez, Y., Sosa Pérez, R., Méndez González, R., & Rodríguez Ledesma, Y. (2019). Aplicación foliar de humus líquido de lombriz en *Allium sativum* en Topes de Collantes, Cuba. *Centro Agrícola*, 46(2), 13-21. ISSN 0253-5785
- Marcos Lemus, M. D. L. A. (2020). Efecto de bioestimulantes comerciales en la producción floral de anturio (Bachelor's thesis). Recuperado el 08 de marzo del 2022 desde: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/14802/20210805145613-7958-TL.pdf?sequence=1>
- Marrero, A., Hernández, A., Caballero, R., Casanova, A., Jiménez, S., Iglesias, I., & Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. (2009). Guía técnica para la producción del cultivo del ajo. La Habana: MINAG. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales.

- Marqués, J. L. Á., & Damião, J. C. (2018). Producción de posturas de café con la aplicación de microorganismos eficientes en Angola. *Centro Agrícola*, 45(2), 29-33. ISSN 0253-5785
- Martínez-Balmori, D., Portuondo-Farías, L., Álvarez-Pinedo, A., Méndez-Serpa, R., Mesa-Rebato, S., Castro-Lizazo, I., & Izquierdo-Oviedo, H. (2021). Propiedades físico mecánicas y químicas de *Allium sativum* L. cultivado con diferentes concentraciones de QuitoMax®. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(1). ISSN 1010 - 2760
- Masood, S., Zhao, X. Q., & Shen, R. F. (2020). *Bacillus pumilus* promotes the growth and nitrogen uptake of tomato plants under nitrogen fertilization. *Scientia Horticulturae*, 272, 109581. doi:10.1016/j.scienta.2020.10958
- Melendrez, N. A., & Sánchez D. J. (2019). Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Cacatachi.
- Mena Ponce, M. G. (2018). Influencia de la fertilización foliar sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2018). Recuperado el 08 de marzo del 2022 desde: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5180>
- Montejo-Martínez, D., Casanova-Lugo, F., García-Gómez, M., Oros-Ortega, I., Díaz-Echeverría, V., & Morales-Maldonado, E. R. (2018). Respuesta foliar y radical del maíz a la fertilización biológica-química en un suelo Luvisol. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 325-341. ISSN 1659-1321
- Montenegro Rosero, O. F. (2017). Respuesta del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) a tres frecuencias de aplicación de abonos orgánicos (Bachelor's thesis, El Ángel: 2017).

- Montoya-Ramos, C. A., Barroso-Frómata, C. L., Monroy-Reyes, M. C. B., de Dios Robles, M. C. J., & Posos-Ponce, C. P. (2019). Hortalizas de bulbo, alternativas biológicas, rendimientos, fertilizantes minerales. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 23(2), 59-68. ISSN 1028 – 0871
- Morales-Guevara, D., Rodríguez-Larramendi, L., Dell'Amico-Rodríguez, J., Jerez-Mompie, E., & Estrada-Prado, W. (2018). Efecto de dos bioestimulantes y hongos micorrizicos en plantas de tomate sembradas a altas temperaturas. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 41-48. ISSN 1819-4087
- Musefiu, T. A. (2018). Growth Performance of the African Catfish, *Clarias Gariepinus*, Fed Varying Inclusion Levels of *Talinum Triangulare* as Feed Additives. *Biomedical Journal*, 1, 5.
- Omoarelojie, L. O., Kulkarni, M. G., Finnie, J. F., & Van Staden, J. (2021). Modes of action of biostimulants in plants. In *Biostimulants for Crops from Seed Germination to Plant Development* (pp. 445-459). *Academic Press*.
Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823048-0.00015-0>
- ONEI. (2020a). Anuario Estadístico Provincial de Sancti Spíritus. Recuperado el 18 de noviembre del 2021 desde: http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario_est_provincial/aep_sancti_spiritus_2021.pdf
- ONEI. (2020b). Anuario Estadístico Municipal de Sancti Spíritus. Recuperado el 18 de noviembre del 2021 desde: http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario_est_municipal/aem_sancti_spiritus_2020.pdf
- Osman, A. I., Brunet-Salazar, E., Barreda-Valdés, A., Colás-Sánchez, A., González-Aguilar, D., & Chacón-Iznaga, A. (2018). Efecto de FitoMas-E sobre el crecimiento de *Helianthus annuus* L. cv. CIAP JE-94 en periodo poco lluvioso. *Centro Agrícola*, 45(4), 12-19.

- Peña, K., Rodríguez, J. C., Olivera, D., Calero, A., Dorta, R., Meléndrez, J., & Kukurtcu, B. (2018a). Effect of the Growth Promoter VIUSID Agro on the Morphophysiological and Productive Performance of Tobacco Growth (*Nicotiana tabacum* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 8, 157-167. doi: 10.17265/2161-6264/2018.03.002
- Peña, K., Rodríguez, J. C., León, N., Valle, C. D., & Cristo, M. (2018b). Efecto de un promotor del crecimiento en características morfofisiológicas y productivas del rábano (*Raphanus sativus* L.). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 22(1), 28-46.
- Pérez, E. G. (2019). Efecto de cuatro bioestimulantes foliares en la fisiología y los rendimientos del pimiento (*Capsicum annum*). *InfoCiencia*, 23(1), 59-70.
- Povolo, C., Avolio, R., Doria, E., Marra, A., & Neresini, M. (2022). Development and validation of an analytical method to ensure quality requirements of hydrolysed proteins intended for agricultural use as biostimulants. *Talanta Open*, 100082. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.talo.2022.100082>
- Prado, W. E., Suárez, L. C., Mompie, E. J., García, M. C. N., Ramos, Y. C. M., & Domínguez, C. C. (2018). Artículo de investigación. *Revista Centro Agrícola*, 45(4). ISSN 2072-2001
- Pupo, C. (2019). Evaluación de alternativas agroecológicas en la fertilización del cultivo del ajo (*Allium sativum*, L.) en las condiciones edafoclimáticas del centro este de la provincia Las Tunas (Doctoral dissertation). Recuperado el 20 de noviembre del 2021 desde: <http://hdl.handle.net/123456789/4143>
- Pupo-Feria, C., González-Ramírez, G., Carmenate-Figueroa, O., Peña-Molina, L., Pérez-Lemes, V., & Rodríguez-Obrador, E. (2016). Respuesta del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) a la aplicación de dos bioproductos en las condiciones edafoclimáticas del centro este de la provincia Las Tunas,

Cuba. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 57-66. DOI: 10.13140/RG.2.2.24385.97125

Quispe, T. M. (2019). Influencia de bioestimulantes orgánicos en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Roja Ilabaya en Centro Experimental Agrícola III Los Pichones–Tacna. Recuperado el 08 de marzo del 2022 desde: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3693>

Rady, M. M., Boriek, S. H., El-Mageed, A., Taia, A., Seif El-Yazal, M. A., Ali, E. F., & Abdelkhalik, A. (2021). Exogenous gibberellic acid or dilute bee honey boosts drought stress tolerance in *Vicia faba* by rebalancing osmoprotectants, antioxidants, nutrients, and phytohormones. *Plants*, 10(4), 748.

Reinaldo, J. R. M. (2020). Microorganismos eficientes y su empleo en la protección fitosanitaria de los cultivos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 102-109. Recuperado a partir de <https://ceema.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/407>

Regulation (EU) 2019/1009 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009 and repealing Regulation (EC) No 2003/2003 (Text with EEA relevance). Off. J. Eur. Union. 2019. L170/1.

Riahi, L., Cherif, H., Miladi, S., Neifar, M., Bejaoui, B., Chouchane, H., & Cherif, A. (2020). Use of plant growth promoting bacteria as an efficient biotechnological tool to enhance the biomass and secondary metabolites production of the industrial crop *Pelargonium graveolens* L'Hér. under semi-controlled conditions. *Industrial Crops and Products*, 154, 112721. doi:10.1016/j.indcrop.2020.1127

- Rodríguez, N. A. (2021). Efecto del sistema de labranza sobre el control de malezas en un cultivo de ajo (*Allium sativum*) bajo riego en el valle bonaerense del Río Colorado. Recuperado el 20 de diciembre del 2021 desde: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5504>
- Romero, R. L. (2018). Evaluación de diferentes dosis de silicio, para el rendimiento en ajo (*Allium sativum* L.) en la provincia de Barranca, región Lima año 2015. Recuperado el 08 de enero del 2022 desde: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2262>
- Rosell-Pardo, R., Ramírez-Rubio, A. G., Dorado Reyes, M., Peña Alarcón, J. B., & Pacheco Ramírez, M. (2019). Evaluación de fitomas e en el cultivo del pepino en producción de parcela (Original). Redel. *Revista Granmense De Desarrollo Local*, 3(2), 135-148. Recuperado a partir de <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/811>
- 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.
- Schneider, J. R. (2019). Bioquímica e fisiologia da soja em ambiente protegido sob variações de déficit hídrico, xenobiótico e bioestimulante. Recuperado el 15 de marzo del 2022 desde: <http://tede.upf.br:8080/jspui/handle/tede/1790>
- Soto, L. (2018). Introducción y evaluación de parámetros de rendimiento de 4 variedades de cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) En condiciones de la provincia de ACOBAMBA". Recuperado el 15 de enero del 2022 desde: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3229>

- Tanya, M., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. ISSN 0253-5785
- Unión Europea, 2014. A legal framework for plant biostimulants and agronomic fertilizer additives in the EU: final report. <http://op.europa.eu>. URL (accessed 4.21.20).
- Vallejos, J., Nina, J. H., Guzmán, W., & Ortega, J. G. (2021). Efecto de Bioestimulantes en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) para la zona de Totora en Cochabamba, Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 25(1), 92-101.
- Verástegui, P. (2019). Análisis de la producción de ajos (*Allium sativum*) y estrategias de agronegocios en la provincia de CHUPACA, REGIÓN JUNÍN 2019. Recuperado el 08 de febrero del 2022 desde: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3387>
- Xu, L., Trinh, H. K., & Geelen, D. (2020). Biostimulant Mode of Action. *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*, 245–259. doi:10.1002/9781119357254.ch10
- Yakhin, O.I., Lubyantsev, A.A., Yakhin, I.A., Brown, P.H., 2017. Biostimulants in plant science: a global perspective. *Front. Plant Sci.* 7. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>.
- Yaseen, A. A., & Takacs-Hajos, M. (2022). The effect of plant biostimulants on the macronutrient content and ion ratio of several lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars grown in a plastic house. *South African Journal of Botany*, 147, 223-230. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.01.001>

Zambrano, F. E. (2019). Respuesta del crecimiento de plántulas de arroz en macetas a la aplicación de cuatro grupos de bioestimulantes (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL). Recuperado el 08 de marzo del 2022 desde: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1098>