

Evaluación de bioestimulantes en Vivero en plántula de Ají (*Capsicum annuum*) en la subregión de Urabá

Slim Alvarez Alarcon ¹, Mariana Restrepo Valencia¹; Juan Sebastián Cossío Sánchez¹;

Slim Camilo Álvarez Alarcón¹, Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación– Sennova. Grupo de Investigación ABIBE. Tel 57 (54) 8280072 IP 44222. CP: 05784. E-mail: alvaslim@sena.edu.co

Resumen

Este estudio evaluó el efecto de diferentes bioestimulantes en plántulas de ají (*Capsicum annuum*) en vivero, bajo dos mezclas de sustrato. Se aplicaron tratamientos con fertilización química, extracto de alga y Super Magro, sobre dos tipos de sustratos (50/50 y 70/30 de arena y bokashi), en un diseño experimental de bloques completamente al azar. Los resultados mostraron que la combinación de sustrato 50/50 con Globafol (un bioestimulante) promovió el mejor crecimiento, alcanzando un promedio de altura de 30,57 cm a los 77 días, seguido por un incremento significativo en el número de hojas, con un promedio de 21 hojas por plántula. La longitud de las raíces también fue notable, con un promedio de 13,5 cm, mientras que la acumulación de materia seca alcanzó los 3,13 g/plántula, lo que reflejó un desarrollo radicular saludable. Estos resultados muestran el potencial de los bioestimulantes como alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, mejorando la productividad sin causar un impacto negativo en el medio ambiente o la salud del suelo.

Palabra clave: nutrición, bioestimulantes, Sustrato, Bokashi

Summary

This study evaluated the effect of different biostimulants on chili seedlings (*Capsicum annuum*) in the nursery, under two substrate mixtures. Treatments with chemical fertilization, algae extract and Super Magro were applied on two types of substrates (50/50 and 70/30 sand and bokashi), in a completely randomized block experimental design. The results showed that the combination of 50/50 substrate with Globafol (a biostimulant) promoted the best growth, reaching an average height of 30.57 cm at 77 days, followed by a significant increase in the number of leaves, with a average of 21 leaves per seedling. Root length was also notable, averaging 13.5 cm, while dry matter accumulation reached 3.13 g/seedling, reflecting healthy root development. These results show the potential of biostimulants as a sustainable alternative to chemical fertilizers, improving productivity without causing a negative impact on the environment or soil health.

Keyword: nutrition, biostimulants, Substrate, Bokashi

1. Introducción

La agricultura moderna enfrenta el desafío de satisfacer la creciente demanda de alimentos mientras minimiza los impactos ambientales asociados al uso intensivo de fertilizantes y productos químicos. Estas prácticas, aunque efectivas a corto plazo, han generado problemas graves como la degradación del suelo, la contaminación de recursos hídricos y la afectación de la biodiversidad agrícola (López et al., 2021). Frente a este panorama, los bioestimulantes han emergido como una alternativa sostenible que mejora la productividad de los cultivos y reduce la dependencia de insumos químicos.

El uso de bioestimulantes ha demostrado resultados prometedores en diversos cultivos. Por ejemplo, la aplicación de *Trichoderma harzianum* y FitoMas-E® ha mejorado significativamente la germinación y el crecimiento de plántulas de tomate (Santana Baños et al., 2016). Asimismo, el bioproducto QuitoMax® ha mostrado una respuesta agronómica favorable en este mismo cultivo, incrementando el rendimiento y la calidad del fruto (Terry Alfonso et al., 2017). En otros casos, como en el chile habanero, los bioestimulantes han mejorado la calidad de los frutos, resaltando su impacto en la sostenibilidad agrícola (Murillo-Cuevas et al., 2021).

Además de su uso directo en cultivos, los bioestimulantes enriquecen los sustratos utilizados en la producción de plantines, optimizando su desarrollo inicial y promoviendo la sostenibilidad en sistemas hortícolas (Vivencio Vicencio, 2011). Por ejemplo, los extractos de algas marinas y aminoácidos han mostrado efectos positivos en el crecimiento de la lechuga bajo sistemas

hidropónicos de raíz flotante (Estudillo Bahena & González Fuentes, 2017), mientras que extractos de *Sargassum* spp. han favorecido el crecimiento y la actividad antioxidante en plántulas de tomate (Sariñana-Aldaco et al., 2021).

Por otro lado, el uso de abonos orgánicos foliares, como el biol supermagro y los téis de compost y lombricompost, ha demostrado ser efectivo para mejorar la productividad de cultivos como la lechuga (Aliaga, 2007; Bonillo et al., 2015). Estas prácticas no solo ofrecen beneficios agronómicos, sino que también promueven la conservación de los agroecosistemas al minimizar el impacto ambiental de las prácticas agrícolas convencionales.

En este contexto, los bioestimulantes representan una herramienta clave para la transición hacia sistemas agrícolas más sostenibles, que no solo aseguren la productividad de los cultivos, sino que también contribuyan a la salud ambiental y al bienestar de las comunidades agrícolas.

2. Desarrollo

La utilización de bioestimulantes ha emergido como una alternativa sostenible para enfrentar los retos de la agricultura moderna. Estos productos, basados en compuestos orgánicos y microorganismos, contribuyen al desarrollo de cultivos al mejorar la asimilación de nutrientes, estimular el crecimiento y aumentar la resistencia frente a condiciones adversas. A continuación, se presenta una revisión del estado del arte sobre los principales tipos de bioestimulantes utilizados en la agricultura, organizados por categorías.

2.1. Ácidos húmicos y fúlvicos

Los ácidos húmicos y fúlvicos son compuestos orgánicos derivados de la materia orgánica descompuesta que favorecen la retención de nutrientes y mejoran la estructura del suelo. Su aplicación ha demostrado beneficios en la capacidad de intercambio catiónico del suelo y en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Aliaga (2007) destaca su inclusión en el biol supermagro, un abono líquido que mejora la productividad y la salud de los cultivos, al enriquecer el suelo y facilitar la absorción de nutrientes esenciales.

2.2. Aminoácidos y mezclas de péptidos

Los aminoácidos y péptidos desempeñan un papel crucial en la síntesis de proteínas y en procesos metabólicos clave para el desarrollo vegetal. Su aplicación como bioestimulantes ha demostrado ser efectiva en cultivos hidropónicos. Estudillo Bahena y González Fuentes (2017) evidenciaron el impacto positivo de aminoácidos y extractos marinos en el crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo un sistema de raíz flotante, mejorando la absorción de nitrógeno y aumentando la biomasa vegetal.

2.3. Extractos de algas y de plantas

Los extractos de algas son reconocidos por su capacidad para promover el crecimiento vegetal gracias a su contenido de fitohormonas, polisacáridos y minerales. Sariñana-Aldaco et al. (2021) estudiaron los efectos de extractos de *Sargassum* spp. en plántulas de tomate, observando un incremento significativo en la actividad antioxidante y el desarrollo radicular. De igual forma, Bonillo, Filippini y Lipinski (2015) reportaron beneficios similares al aplicar té de compost y lombricompost en lechugas, destacando su potencial para mejorar la calidad y cantidad de la cosecha.

2.4. Quitosanos y otros biopolímeros

Los quitosanos, derivados de la quitina, actúan como bioestimulantes al mejorar la resistencia de las plantas frente a patógenos y al estrés abiótico. Terry Alfonso et al. (2017) evaluaron el impacto del bioproducto QuitoMax® en el cultivo de tomate, obteniendo mejoras significativas en el desarrollo de las plantas y en la producción de frutos, lo que subraya la efectividad de este biopolímero en la agricultura.

2.5. Hongos beneficiosos

El uso de hongos beneficiosos, como *Trichoderma harzianum*, ha demostrado ser altamente efectivo como bioestimulante y

agente de control biológico. Santana Baños et al. (2016) encontraron que la combinación de *Trichoderma harzianum* y FitoMas-E® mejoró la germinación y el desarrollo de plántulas de tomate, además de estimular el crecimiento inicial del cultivo. Este tipo de bioestimulantes también contribuye a la salud del suelo al aumentar la actividad microbiana beneficiosa.

2.6. Bacterias beneficiosas

Las bacterias beneficiosas, como las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR, por sus siglas en inglés), son fundamentales para la fijación de nitrógeno, la solubilización de fósforo y la producción de fitohormonas. Murillo-Cuevas et al. (2021) documentaron la efectividad de bioestimulantes basados en bacterias en el cultivo de chile habanero, mejorando tanto el rendimiento como la calidad de los frutos. Asimismo, Vivencio Vicencio (2011) destacó la importancia de estas bacterias en la producción de plantines, optimizando el desarrollo inicial de diversas hortalizas.

3. Metodología

Este trabajo fue realizado por aprendices e instructores de la institución Servicio Nacional de Aprendizaje SENA – Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario y turístico SENA, de Apartadó Antioquia, cuyas coordenadas son 7° 53' 31.6" de latitud norte y 76° 37' 53.8" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 25 m. en una zona de vida Bosque húmedo Tropical (bh-T), con temperatura promedio anual de 28°C; Se utilizó un diseño en bloque completamente al azar (DBCA), el bloqueo es realizado por dos tipos de sustratos sustrato 1 (bocashi+ arena 70%/30%) y sustrato 2 (bocashi+ arena 50%/50%), a estos sustratos se le aplicó tres tratamientos (1: fertilización química 2: Extracto de Alga y 3: El super magro) con tres repeticiones cada replica tendrá 8 unidades experimentales para un total de 48 plantas por tratamiento ver tabla 1 a y b, estas plantas se le realizan su fertilización cada 15 días, la toma

de dato se realiza cada 15 días; se le procederá a medir Variables fenológicas: Número de hojas por planta; Ancho de las hojas (Cm); Largo de la hoja (Cm) ; Área foliar (Cm); Altura de la planta (Cm); Diámetro de la planta (Cm); dentro de estas variables se encuentran unas destructivas las cuales se tomarán cada mes Peso inicial (gr), en fresco (gr) y seco de las plantas (gr); Peso del sistema radicular (gr); Número de raíces; Largo de la raíz primaria (cm); como se observa en la imagen 1ª y 1b.

Tabla 1a . Tratamientos bloque arena bokashi 50/50

Blouqe	Tratamiento	Replica	U.E
50% arena 50% bokashi	15-15-15 5gr por planta -----0	3	8
	10 Cm3/Litro Globafol 100 Cm3/planta--1	3	8
	20 cm3/litro 100 cm3----2	3	8

Tabla 1b . Tratamientos bloque arena bokashi 30/70

Blouqe	Tratamiento	Replica	U.E
30% arena 70% bokashi	15-15-15 5gr por planta -----0	3	8
	10 Cm3/Litro Globafol 100 Cm3/planta--1	3	8
	20 cm3/litro 100 cm3----2	3	8

Imagen 1a, Unidades Experimentales
Tomado de : Restrepo, 2024



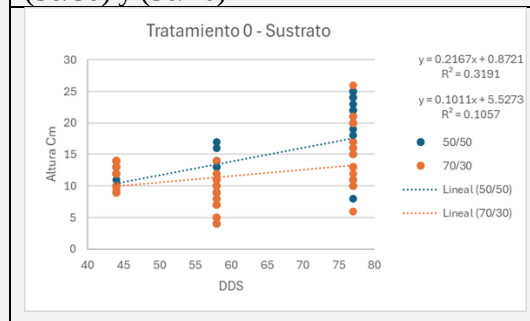
Imagen 1b, Toma de datos

Tomado de : Restrepo, 2024



4. Resultado

Grafica 1. Efecto de fertilización química en dos tipos de sustratos arena/bokashi (50/50) y (30/70)

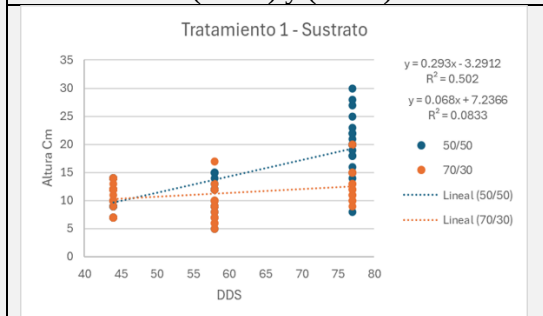


La gráfica 1.se presume una relación lineal entre la altura de las plantas y el tiempo bajo el efecto de fertilizantes químicos en dos proporciones de sustratos. La pendiente de las ecuaciones lineales indica un crecimiento más acelerado en el sustrato 50/50 en comparación con el 30/70, lo que sugiere que un balance equitativo entre arena y bokashi optimiza la disponibilidad de nutrientes y la aireación del suelo.

Vivencio Vicencio (2011) destacó que sustratos enriquecidos con bokashi mejoran la estructura y la capacidad de retención de nutrientes, promoviendo un crecimiento uniforme. Además, Aliaga (2007) resaltó que el uso de fertilizantes químicos puede ser efectivo, pero requiere un sustrato adecuado

para maximizar su eficiencia y evitar pérdida de nutrientes.

Imagen 2. Efecto de la fertilización con globafol en dos tipos de sustratos arena/bokashi (50/50) y (30/70)



En esta gráfica 2, las ecuaciones lineales muestran una pendiente más pronunciada en el sustrato 50/50 cuando se utiliza Globafol, lo que indica un crecimiento más rápido en comparación con el sustrato 30/70. Se puede observar el mismo comportamiento de la gráfica 1.

1. Santana Baños et al. (2016) señalaron que los bioestimulantes, como Globafol, estimulan procesos fisiológicos clave como la fotosíntesis y la absorción de nutrientes, lo que incrementa el crecimiento en etapas iniciales del cultivo. Por otro lado, Bonillo et al. (2015) documentaron que fertilizantes foliares orgánicos son más efectivos cuando se aplican en combinación con sustratos que mejoran la

retención de humedad y la disponibilidad de nutrientes.

La gráfica 3. correspondiente a Super Magro en los dos tipos de sustratos (50/50 y 70/30) no se presentó el mismo comportamiento.

Aliaga (2007) destacó que fertilizantes líquidos como Super Magro son ideales para mejorar la actividad microbiana y liberar nutrientes de manera gradual, especialmente en suelos con un alto contenido de materia orgánica. Además, Estudillo Bahena y González Fuentes (2017) indicaron que los bioestimulantes líquidos enriquecen el suelo y promueven el desarrollo radicular, lo que contribuye a un crecimiento constante en diferentes tipos de sustratos.

Al comparar las gráficas (1, 2 y 3) y las ecuaciones lineales en el sustrato con mejor respuesta (50/50) se observa que:

$Y=0.2167x+0.8721$Fertilización química

$Y=0.293x+3.2912$Globafol

$Y=0.2071x+1.7362$ super magro

El orden de la tasa de crecimiento por tratamiento son globafol, fertilización química y super magro respectivamente

Tabla 2. Efecto de la aplicación de fertilizante químico, globafol y super magro

DDS	Altura cm			Nº Hojas			D mm
Tratamiento	44	58	77	44	58	77	77
0	11	9,23	16,71	7,67 c	5,18	8,43	0,13 a
1	11,75	10,19	17,41	8,10 ab	5,25	8,32	0,12 ab
2	11,9	10,27	16,43	8,2 a	5,36	8,07	0,10 b
	0,72ns	0,30ns	0,68ns	0,017	0,85ns	0,77ns	0,018

DDS: días después de la siembra

En esta tabla, se evalúan las respuestas en altura, número de hojas y diámetro de plántulas tratadas con fertilizantes químicos, Globafol y Super Magro, medidos en diferentes días después de la siembra (DDS). Aunque no todas las diferencias son

significativas, el tratamiento 1 (Globafol) mostró valores consistentes en las variables de altura y número de hojas superando a fertilizantes químicos y super magro a los DDS 77 con promedio de 17.41; 16.71 y 16.43 cm respectivamente, para diámetro

presentaron promedio de 0.13 y 0.12 mm en donde el fertilizante de síntesis química y globafol presentaron una media semejante en la prueba de tukey y por ultimo 0.10 mm super magro.

El uso de fertilizantes orgánicos como Globafol puede tener un efecto modulador en el crecimiento vegetal, resultados similar son

reportado por Aliaga (2007), quien destacó el impacto positivo de productos como el biol supermagro en la productividad agrícola. Además, Bonillo, Filippini y Lipinski (2015) evidenciaron que abonos foliares orgánicos pueden ser igual o más efectivos que los fertilizantes químicos en cultivos como la lechuga, optimizando la calidad del follaje.

Table 3. Efecto de la interacción de los sustratos arena/bokashi con la aplicación de fertilizantes químicos, globafol y super magro; en las variables altura, hoja y diámetro

DDS	Altura Cm			N° Hojas			Diametro mm
Tratamiento	44	58	77	44	58	77	77
T0+50-50	11	10,15 ab	18,94 a	7,65	5,73	9,36 a	0,13
T0+70-30	11	8,35 b	14,60 bc	7,7	4,8	7,55 ab	0,14
T1+50-50	11,27	11 ab	20,30 a	7,85	5,33	9,20 ab	0,14
T1+70-30	11,72	9,4 b	13,28 c	8	5	7,07 b	0,1
T2+50-50	12,14	11,26 a	18,73 ab	8,35	5,05	8,63 ab	0,11
T2+70-30	12,2	9,46 ab	14,25 c	8,52	5,57	7,55 ab	0,1
	0,78ns	0,031	0,01	0,53ns	0,36ns	0,004	0,99ns

DDS: días después de la siembra

Esta tabla refleja cómo diferentes proporciones de sustrato (50/50 y 70/30 de arena y bokashi) interactúan con los tratamientos en variables como altura, número de hojas y diámetro de las plántulas. Los mejores resultados en altura y número de hojas a los 77 DDS se obtuvieron con la combinación T1+50-50 (20,30 cm), destacando el rol de proporciones equilibradas de sustrato en el desarrollo del cultivo; al ver la variable altura se observa que los mejores valores se encuentran con los sustratos 50/50 siendo el Tratamiento 0 y 1 los mejores con una media sin diferencia significativa 20.30 y 18.94 cm respectivamente seguido por tratamiento 2 super magro 18.73 cm. En

cuanto a número de hojas no existe diferencia significativa en ninguno de los momentos evaluados 44 y 58 DDS, para los 77 días el p-Valor fue muy próximo a 0.005 por lo que la diferencia no es alta; en la variable diámetro de planta no existe diferencia significativa. Vivencio Vicencio (2011) destacó que los sustratos enriquecidos con bioestimulantes potencian la producción de plantines al mejorar la disponibilidad de nutrientes. Por otro lado, Sariñana-Aldaco et al. (2021) demostraron que extractos de *Sargassum spp.* favorecen el crecimiento aéreo, incluso en sistemas con limitaciones nutricionales, subrayando la importancia de complementar los sustratos con bioestimulantes eficaces.

Tabla 4. Efecto de la aplicación de fertilizantes químicos, globafol y super magro; en las variables de Largo de raíz, materia seca de Raíz, hoja y tallo

Tratamiento	Raíz Cm	MS Raíz	MS Hoja	MS Tallo
0	8,5	20,60	8,46	5,97
1	9,5	17,50	10,58	5,97
2	7,3	12,35	7,87	5,58
P-Valor	0,068ns	0,051ns	0,272ns	0,938ns

Esta tabla muestra cómo los tratamientos impactan la longitud radicular y la materia seca de raíces, hojas y tallos. Aunque las diferencias no son estadísticamente significativas en todas las variables, Globafol (tratamiento 1) se destacó con el mayor desarrollo radicular (9,5 cm), la mayor acumulación de materia seca en las hojas (10,58 %); en cuanto a materia seca de la raíz el tratamiento con fertilización química ocupó el primer puesto con 20.60% seguido de globafol con 17.50% y super magro se aleja de

media.

El crecimiento radicular promovido por Globafol es consistente con lo reportado por Terry Alfonso et al. (2017), quienes encontraron que el QuitoMax®, un quitosano, incrementa la biomasa radicular al mejorar la captación de agua y nutrientes. Asimismo, estudios como el de Murillo-Cuevas et al. (2021) han demostrado que los bioestimulantes mejoran la calidad del cultivo, particularmente en sistemas donde el desarrollo de la raíz es clave para la absorción de nutrient

Tabla 4. Efecto de la interacción de los sustratos arena/bokashi con la aplicación de fertilizantes químicos, globafol y super magro en las variables Largo de raíz, materia seca de Raíz, hoja y tallo

	Raíz Cm	MS Raíz	MS Hoja	MS Tallo
T0+50-50	7,23 bc	19,03	5,75	5,73
T0+70-30	10,66 a	34,16	7,17	6,21
T1+50-50	7 bc	14,05	13,67	6,69
T1+70-30	10 ab	10,64	7,49	5,18
T2+50-50	6 c	13,48	6,46	7,55
T2+70-30	8,3 b	17,51	5,28	3,6
P-Vaor	0,048	0,122 ns	0,371ns	0,234ns

Los resultados sugieren que la combinación de sustrato T0+70-30 (70% arena y 30% bokashi) con fertilizantes químicos produjo la mayor longitud de raíz (10,66 cm). Sin embargo, otras combinaciones como T1+50-50 también demostraron buenos resultados en acumulación de materia seca, particularmente en hojas (13,67 g). Aliaga (2007) destacó que los sustratos enriquecidos con bokashi mejoran la actividad microbiana, lo que podría explicar el aumento en el desarrollo radicular. Además, el estudio de Estudillo Bahena y González Fuentes (2017) señaló que los extractos de algas marinas favorecen tanto el crecimiento aéreo como subterráneo en cultivos hidropónicos, resultados que son relevantes para

sistemas enriquecidos como los evaluados aquí.

5. Conclusiones

Los datos analizados subrayan la importancia de integrar sustratos enriquecidos y bioestimulantes para maximizar la productividad de los cultivos. La combinación de bokashi con productos como Globafol y Super Magro demostró ser efectiva para optimizar tanto el desarrollo radicular como la biomasa aérea, particularmente en proporciones equilibradas de sustrato. Estos resultados están respaldados por la literatura científica, destacando la efectividad de los bioestimulantes como herramientas clave para la sostenibilidad agrícola.

6. Referencia bibliográfica

- 1- Aliaga, N. (2007). *Producción de biol supermagro*. Cedepas Norte. Centro ecuménico de promoción y acción social.
- 2- Bonillo, M. C., Filippini, M. F., & Lipinski, V. (2015). Efectos de abonos orgánicos foliares: té de compost, té de lombricompost y supermagro en la productividad en cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La Plata)..
- 3- Estudillo Bahena, A. A., & González Fuentes, J. A. (2017). Efecto de extractos de algas marinas y aminoácidos en el crecimiento de lechuga (*Lactuca Sativa* L.) bajo un sistema de raíz flotante.
- 4- Murillo-Cuevas, F. D., Cabrera-Mireles, H., Adame-García, J., Vásquez-Hernández, A., Martínez-García, A. D. J., & Moctezuma, R. L. (2021). Bioestimulantes en la calidad de frutos de chile habanero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(8), 1473-1481.
- 5- Santana Baños, Y., del Busto Concepción, A., González Fuentes, Y., Aguiar González, I., Carrodegua Díaz, S., Páez Fernández, P. L., & Díaz Lugo, G. (2016). Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai y FitoMas-E® como bioestimulantes de la germinación y crecimiento de plántulas de tomate. *Centro agrícola*, 43(3), 5-12.
- 6- Sariñana-Aldaco, O., Benavides-Mendoza, A., Juárez-Maldonado, A., Robledo-Olivo, A., Rodríguez-Jasso, R. M., Preciado-Rangel, P., & Gonzalez-Morales, S. (2021). Efecto de extractos de *Sargassum* spp. en el crecimiento y antioxidantes de plántulas de tomate. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 8(2).
- 7- Terry Alfonso, E., Falcón Rodríguez, A., Ruiz Padrón, J., Carrillo Sosa, Y., & Morales Morales, H. (2017). Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. *Cultivos Tropicales*, 38(1), 147-154.
- 8- Vivencio Vicencio, C. A. (2011). Bioestimulantes como enriquecedores de sustratos para la producción de plantines de hortalizas.
- 9- Vivencio Vicencio, C. A. (2011). *Bioestimulantes como enriquecedores de sustratos para la producción de plantines de hortalizas*.