

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**BIOESTIMULANTES COMO ENRIQUECEDORES DE SUSTRATOS
PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE HORTALIZAS**

CARLOS ALEJANDRO VICENCIO VICENCIO

SANTIAGO – CHILE
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**BIOESTIMULANTES COMO ENRIQUECEDORES DE SUSTRATOS PARA LA
PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE HORTALIZAS**

**BIOSTIMULANTS AS ENRICHING SUBSTRATES FOR VEGETABLE
SEEDLING PRODUCTION**

CARLOS ALEJANDRO VICENCIO VICENCIO

Santiago, Chile
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRNÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**BIOESTIMULANTES COMO ENRIQUECEDORES DE SUSTRATOS PARA LA
PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE HORTALIZAS**

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrónomo
Mención: Fitotecnia

CARLOS ALEJANDRO VICENCIO VICENCIO

	Calificaciones
Profesor Guía Sr. Ricardo Pertuzé C. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.	6,6
Profesores Evaluadores Sr. Herman Silva R. Biólogo, M. Sc. y Dr.	6,2
Sr. Thomas Fichet L. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,0

Santiago, Chile
2011

AGREDECIMIENTOS

Esta memoria está dedicada a mi familia, muy especialmente a *Mi Madre*, por sus grandes esfuerzos y sacrificios, además de su constante y gran apoyo para que pudiera lograr esta meta. A mis primos; *Yovani y Johanna*, por su confianza, colaboración y consejos en estos años. A *Dilcia* por su constante apoyo, compañía y ánimo en esta última etapa.

A mis compañeros y amigos de universidad, en especial a Betzabé, Cora, Oliver y Ricardo por su amistad y compañía durante todo este tiempo y por que fueron muy importantes en mi desarrollo personal.

Agradecer sinceramente la colaboración de mi profesor guía Ricardo Pertuzé, por aceptarme como su alumno memorante, por su constante apoyo y buena disposición para atender toda duda. Al profesor Oscar Seguel y Herman Silva, por apoyarme con sus conocimientos y críticas constructivas. Al profesor Thomás Fichet por sus comentarios realizados a mi memoria.

Por último, a todos los patrocinadores que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo. La empresa Eco-plantas y a la empresa AgroConexión.

ÍNDICE

RESUMEN	1
Palabras clave	1
ABSTRACT	2
Key Words	2
INTRODUCCIÓN	3
Hipótesis	6
Objetivo	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
Localización del estudio	7
Materiales	7
Método	8
Tratamientos y diseño experimental	8
Procedimiento	10
Evaluaciones	10
Caracterización del sustrato base	10
Evaluación de los plantines.....	12
Análisis estadístico	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
Caracterización del sustrato	14
a) Química.....	14
b) Física.....	15
c) Análisis de fitotoxicidad	18
Evaluación de los plantines	19
Desarrollo de los plantines.....	19
Diámetro de tallo y altura de planta	22
Peso fresco y seco de la parte aérea	24

Área foliar	26
Número de hojas e índice de concentración de clorofila (ICC).....	28
Peso seco radical	30
Superficie de contacto, volumen y número de ápices de raíz	32
Consideraciones generales del estudio	34
CONCLUSIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....	37

RESUMEN

Se evaluó un sustrato usado ampliamente en la producción de plantines en Chile (70% turba + 30% perlita) enriquecido con distintos bioestimulantes aplicados de manera individual, previo a la siembra, con el objeto de analizar el efecto en el crecimiento, desarrollo y calidad de plantines de lechuga y tomate. Los ensayos se realizaron en la plantinera Eco-Plantas Ltda. ubicada en la localidad de Malloco, región Metropolitana, durante la producción primaveral del año 2009.

El estudio se realizó en bandejas alveoladas y bajo condiciones de invernadero no climatizado. El ensayo de cada especie estuvo constituido por un diseño en bloques completos al azar con 7 tratamientos (correspondientes a los seis bioestimulantes + el tratamiento testigo, sin aplicación) y 5 repeticiones.

Al sustrato base utilizado como tratamiento testigo (sin incorporación de bioestimulante) se le realizó una caracterización física, química y un análisis de fitotoxicidad, mientras que a los otros 6 tratamientos se les realizaron sólo las dos últimas evaluaciones.

Se realizó un seguimiento del desarrollo vegetativo de los plantines desde la emergencia hasta el estado de 3^a hoja verdadera. En este estado fenológico se realizaron mediciones de crecimiento correspondientes a diámetro del tallo, altura de planta, área foliar, número de hojas, volumen de raíces, además de peso seco radical, peso seco y fresco de la parte aérea, número de hojas, índice de concentración de clorofila, superficie de contacto de raíz con el sustrato y número de ápices de raíz.

Los resultados mostraron que Aminocat® aplicado a una concentración de 5 mL/L de agua utilizada para mojar el sustrato previo a la siembra, produjo un aumento del peso seco aéreo y radical en los plantines de tomate, además de un aumento del área foliar y diámetro del tallo de los mismos. Ninguno de los bioestimulantes comerciales utilizados mejoró los parámetros de crecimiento medidos en los plantines de lechuga.

Palabras clave

Lechuga, tomate, turba, perlita.

ABSTRACT

In order to evaluate the effect on growth, development and seedling quality of lettuce and tomato seedlings, a widely used substrate for seedling production in Chile (70% peat + 30% perlite) enriched with different biostimulants individually applied and before sowing were evaluated. The study was conducted in "Eco-Plantas Ltda." nursery, located in Malloco County, Metropolitana region, during the 2009 spring production.

The study was performed in seedlings under unheated greenhouse conditions. The trials for each species consisted in a randomized complete block design with 7 treatments (for six biostimulants + control treatment without application) and 5 repetitions.

The substrate used as control (without addition of biostimulant) was analyzed with both a physical and a chemical characterization and also with a phytotoxicity analysis, while in the other six treatments only the last two were performed.

The seedlings were monitored for their vegetative development, from emergence until 3rd true leaves. At this stage stem diameter, plant height, leaf area, leaf number, root volume, as well as root dry weight, dry weight and fresh shoot, leaf number, chlorophyll concentration rate, root surface contact with the substrate and number of root tips were measured.

The results showed that Aminocat® applied at a concentration of 5 mL / L of water used to moisten the substrate before sowing, increase the shoot and root dry weight in tomato seedlings, and increase leaf area and stem diameter thereof. None of the used commercial biostimulants improved the growth parameters measured in lettuce seedlings.

Key Words

Lettuce, tomato, peat, perlite.

INTRODUCCIÓN

La producción de plantines hortícolas es un rubro que, en los últimos, años se ha desarrollado y tecnificado debido a la mayor demanda de éstos por parte de los productores de hortalizas, los que requieren obtener menores pérdidas, al momento del trasplante y mayores rendimientos, al momento de la cosecha (Marsh y Paul, 1988). Esta producción tuvo su gran expansión a finales del siglo XX, primero en Europa y posteriormente en Estados Unidos donde surgió la necesidad de producir cultivos rentables en superficies reducidas, contar con mayor cantidad y calidad de productos, cerca de los centros de consumo, obtener las hortalizas en una época más temprana y disminuir las grandes pérdidas producidas por los patógenos presentes en el suelo (Valenzuela y Gallardo, 2003).

El uso de plantines, permite obtener un cultivo con mayor uniformidad en campo, ya que se parte con individuos de tamaños similares en la bandeja, lo que se traslada al campo, pudiendo mejorarla aún más, al poder terminar de seleccionar al trasplantar. Con esta ventaja se logra una disminución en el riesgo de empezar mal la campaña productiva, disminuyendo los gastos de aplicaciones sanitarias, mejorando el aprovechamiento de las enmiendas nutricionales, obteniendo una cosecha más concentrada, entre otras (Burés, 1993). Por otra parte Ullé (2003) señala que la obtención de plantas mediante almacigo y trasplante, es un sistema que requiere de una serie de detalles productivos. Hoy en día es una técnica muy difundida en sistemas hortícolas intensivos, debido a la mejor planificación de siembras, crecimiento y ganancia de tiempo, por llevar a campo plantas con estructuras preformadas.

En este sentido, el principal objetivo del almacigo y trasplante es la obtención de un plantín de calidad. Algunos parámetros de calidad del plantín según Burés (1993) y Leskovar (2001) son: gran volumen radical y alta ramificación, hojas de color verde oscuro, asociadas al aumento progresivo de la fotosíntesis, lo que permite satisfacer los requerimientos nutricionales para la formación de biomasa, además de una altura y diámetro de tallo que no favorezcan la tendadura. Parámetros que son conocidos cualitativamente y que dependen de la apreciación particular de cada productor, no existiendo una norma cuantitativa de éstos que señale claramente rangos de medidas o unidades, como por ejemplo: diámetro del tallo (mm), altura de plantín (cm), número de hojas, área foliar (cm²), etc.

Para lograr producir un cultivo exitoso es fundamental contar con plantines vigorosos, libre de plagas y con buen desarrollo radical sobre todo en especies hortícolas, como por ejemplo en lechuga y tomate, donde el periodo de almacigo supera el 30% del tiempo completo del cultivo (Kratky y Mishima, 1981; Vavrina *et al.*, 2004).

Buscando estos atributos de calidad en los plantines, los viveristas necesariamente han debido implementar técnicas y sistemas de manejo que les permitan evitar cualquier tipo de

estrés como: déficit hídrico, ataque de patógenos, exceso de salinidad, falta o exceso de luz, entre otros; que limitan la producción de materia seca por debajo de su potencial genético (Arancibia, 1998). Alvarado (1996), Aillapán (1997) e Illanes (2001) señalan que para el crecimiento y desarrollo del plantín, el sustrato constituye un componente crucial en la calidad final de las plantas.

Los materiales utilizados actualmente en el país, como sustratos para la producción de plantines hortícolas, en su mayoría, no cuentan con las características cualitativas deseables (CTI, 2003). Las características más importantes para lograr plantines de calidad, son brindar al plantín un espacio poroso adecuado, agua fácilmente disponible y de reserva, capacidad de aireación, distribución del tamaño de partículas y una densidad aparente relativamente baja, dentro de las características físicas. Dentro de las características químicas a considerar, dependen del material de origen del sustrato y de la frecuencia de la fertirrigación, algunas de ellas son: capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica, pH y relación C/N, que le permitan al plantín una correcta toma de nutrientes y agua desde el sustrato Nuez (1995) e Illanes (2001).

Por otra parte Minami (2003), sostiene que se hace imprescindible contar con empresas que se especialicen en la producción de plantines de calidad, ya que iniciar el cultivo con un plantín de buena calidad, representa sobre un 50% del éxito de la producción final. Es por esto que en la última década y con el objeto de hacer más eficiente los sistemas productivos, distintas industrias agroquímicas han puesto en el mercado distintos complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, extractos vegetales y/o fitohormonas, los cuales se han denominado “promotores de crecimiento o bioestimulantes” (Epuin, 2004).

Zhang *et al.* (2003) definen a los bioestimulantes como “materiales distintos a los fertilizantes que promueven el crecimiento de las plantas cuando son aplicados en pequeñas cantidades” ó “aumentadores metabólicos”. Éstos se comercializan en una variedad de formulaciones y con múltiples ingredientes, pero son generalmente clasificados en tres grandes grupos basados en su origen y composición. Estos grupos incluyen sustancias húmicas, productos que contienen fitohormonas y productos que contienen aminoácidos (Kauffman *et al.*, 2007).

Según estudios realizados por Schmidt *et al.* (2003) y Butler y Hunter (2008) los bioestimulantes producen condiciones para mejorar la tolerancia a estreses tales como alta salinidad, falta o exceso de agua, invasión de nemátodos, infección de enfermedades, toxicidad de herbicidas y sombra producida en condiciones de alta competencia entre plantas. Respecto de esto último Zhang y Schmidt (1999) señalan que los bioestimulantes otorgan tolerancia al estrés en parte, por estimular el crecimiento radical y en parte por promover la actividad antioxidante en la planta.

Muchos de estos bioestimulantes basan su composición en extractos de algas marinas. Butler *et al.* (2007) y Zhang y Schmidt (1999) sostienen que los extractos de algas marinas

contienen fitohormonas que tienen efecto en el crecimiento de las plantas, en parte debido a la presencia de auxinas y citoquininas.

Zhang y Erwin (2004) señalan que las citoquininas estimulan la división celular, morfogénesis, expansión de hojas y aumentan la eficiencia fotosintética durante las condiciones de estrés. En tanto las auxinas provocan esencialmente la elongación de células, favoreciendo la formación de raíces cuando hay un balance alto en la relación auxinas / citoquininas.

Los bioestimulantes se obtienen a partir de diferentes materiales orgánicos crudos. La composición de éstos suele ser variable y difícil de estandarizar. Muchos de los compuestos activos se encuentran en trazas y en las plantas pueden trabajar sinérgicamente. Por lo tanto, los estudios sobre la aplicación de bioestimulantes en la agricultura se centran principalmente en sus efectos sobre la fisiología de las plantas y el metabolismo, en vez de tratar de identificar su composición exacta. Esto significa identificar los objetivos de las biomoléculas y las respuestas de la planta (Amanda *et al.*, 2009).

Un mayor crecimiento radical, representa un crecimiento en campo más rápido y una mejor habilidad para combatir y resistir insectos, enfermedades y otras tensiones físicas o mecánicas. Por lo demás, los plantines presentan mayor precocidad y una mejor producción de materia seca total. El mayor desarrollo radical favorece que las plantas puedan arraigarse antes en terreno definitivo, con menor estrés al trasplante, debido a que tienen mayor área de absorción de agua y nutrientes (Silva, 2004 citado por Silva, 2007).

Según Mendoza (1992, citado por Arancibia 1998) muchos de estos bioestimulantes basan su composición en aminoácidos. El mismo autor señala que los requerimientos de aminoácidos, por parte de la planta, comienzan con la germinación y se extienden a lo largo de todo el ciclo del vegetal. En una primera etapa sirven como fuente nutritiva para el embrión, ya que éste consume aminoácidos procedentes del endospermo y luego participan en la síntesis de proteínas, en la formación de fitohormonas como auxinas, etileno, citoquininas, porfirinas, poliaminas, etc. Por otra parte colaboran en la regulación del balance hídrico cuando las plantas se encuentran bajo condiciones de estrés, y actúan como moléculas quelantes de cationes necesarios para el desarrollo del vegetal.

Aunque los mecanismos detrás de los efectos de los bioestimulantes aún son, en gran medida, desconocidos debido a que el aislamiento de las sustancias que los componen, no es fácil y los efectos que éstas producen en las plantas, pueden ser debidos a un efecto sinérgico de muchos componentes, como elementos minerales, vitaminas, aminoácidos, etc. (Berlyn y Russo, 1990; Vernieri *et al.*, 2006). Se debe poner atención en los efectos que los bioestimulantes producen en las plantas como un todo, más que en las respuestas de los distintos componentes en forma individual (Vernieri *et al.*, 2006).

Según Butler *et al.* (2007), pocos científicos cuentan con información disponible de los efectos potenciales de los bioestimulantes en la fisiología de los vegetales. Así, es necesario

realizar más investigaciones, para saber, si los bioestimulantes son una alternativa real en la obtención de mejores plantas y las formas en que ellos pueden ser suministrados a éstas.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto se planteó la siguiente hipótesis y objetivo:

Hipótesis

La aplicación de bioestimulantes al sustrato, previo a la siembra de las especies, mejora la calidad de los plantines de hortalizas.

Objetivo

Evaluar el efecto de seis bioestimulantes comerciales incorporados a un sustrato, previo a la siembra, en el crecimiento y desarrollo de plantines de lechuga y tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

El estudio se llevó a cabo en la primavera del año 2009 en instalaciones de la empresa Eco-Plantas Ltda., ubicada en la comuna de Peñaflor, región Metropolitana. La elaboración y análisis de los distintos sustratos y materiales se realizó en la Unidad de Sustratos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en Av. Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago de Chile.

Materiales

- Material vegetal

Para la realización de los ensayos se utilizaron semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) del cultivar Victoriosa, además de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) del cultivar Leila, un híbrido de crecimiento determinado.

- Sustrato

Se trabajó con dos materiales para la elaboración de un sustrato base:

- Turba rubia de la marca Pindstrup (Comercial Austral Media Ltda.).
- Perlita expandida A6 marca Harborlite Chile Ltda.

Estos materiales fueron mezclados en forma manual en recipientes plásticos, obteniéndose una mezcla de 70% de turba y 30% perlita en relación v/v.

- Bioestimulantes

Se usaron 6 bioestimulantes comerciales, considerando el grupo al que pertenecían y su composición principal (Cuadro 1). La elección de marcas o nombres comerciales de cada categoría se hizo arbitrariamente a partir de las ofertas del mercado nacional, luego de una investigación de 3 meses y catastro de éste que consistió en visitar diferentes centros de ventas especializados en estos productos.

Cuadro 1. Características principales de los bioestimulantes utilizados para los ensayos de lechuga y tomate.

Producto comercial	Grupo	Composición principal	Empresa distribuidora
Point Maxicrop®	Aminoácido	Aminoácidos esenciales.	Point Chile S. A.
Aminocat®	Aminoácido	Nitrógeno orgánico, Fósforo y aminoácidos.	Anasac
Terrasorb®	Aminoácido	L- aminoácidos libres.	AgroConnexion S.A.
Millerplex®	Extracto de Algas marinas	Fitohormonas: Auxinas y Citoquininas.	AgroConnexion S. A,
Kelpak®	Extracto de algas marinas	Fitohormonas: Citoquininas naturales y aminoácidos Inorgánicos, Nitrógeno, Fósforo, Potasio	Compo Chile
Inicium®	Extracto de algas marinas	L- aminoácidos libres, Fitohormonas, Nitrógeno, Fósforo y Potasio.	AgroConnexion S. A.

- Bandejas

Para la siembra se utilizaron bandejas de poliestireno expandido de 432 alvéolos para lechuga y de 286 alvéolos para tomate (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de las bandejas utilizadas para los almácigos de lechuga y tomate.

Número de alvéolos	Volumen por alvéolo	Largo	Ancho	Alto	Alvéolos por m²
	(cm ³)	----- (mm) -----			
432	10	640	390	50	1728
286	18	640	390	60	1144

Método

Tratamientos y diseño experimental

Cada especie hortícola constituyó un ensayo independiente. Para cada ensayo se utilizó un diseño experimental en bloques completos aleatorizados con 7 tratamientos y 5 repeticiones. Se estableció un tratamiento testigo dado por el sustrato base utilizado por la empresa en ese momento (70% turba + 30% perlita) y además otros 6 tratamientos que incorporaban cada bioestimulante (Cuadro 1) por separado al sustrato base. La unidad experimental para el ensayo de lechuga fue de 70 plantines y para el de tomate de 33 plantines no tomando en consideración las hileras bordes de cada tratamiento (Figura 1), la

diferencia entre las unidades experimentales, se debió al número de alvéolos de las bandejas utilizadas en cada especie (Cuadro 2).

Se recomiendan celdas más grandes para especies cuyo periodo de transplante sea más mayor a 5 semanas como pimiento y tomate (Weston 1988 y Silva 2007). Mientras que celdas más pequeñas pueden ser la mejor opción para hortalizas cuyo periodo de siembra a transplante sea de menos de 4 semanas (Vavrina 2000 y Silva 2007). En cultivos como cebolla y lechuga, bandejas con celdas pequeñas son más utilizadas.

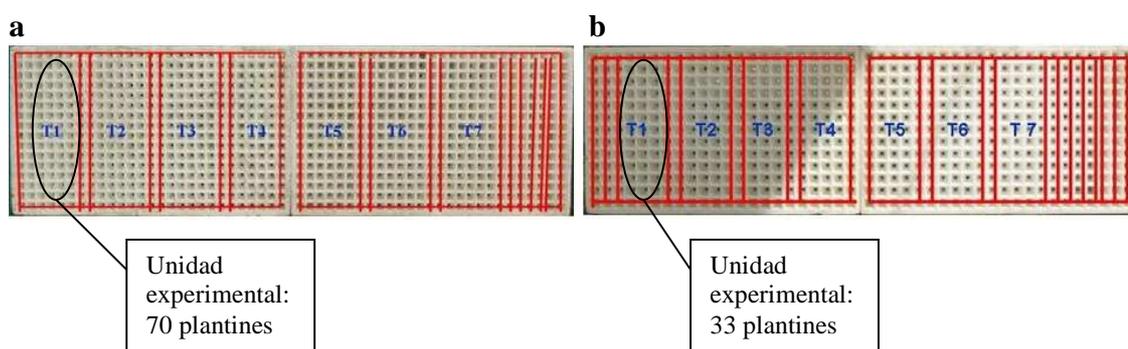


Figura 1. Bloque para el ensayo de lechuga (a) y bloque para el ensayo de tomate (b).

Tratamientos de los ensayos:

- T1:** Sustrato base con incorporación de Point Maxicrop[®].
- T2:** sustrato base con incorporación de Aminocat[®].
- T3:** sustrato base con incorporación de Millerplex[®].
- T4:** sustrato base con incorporación de Terrasorb[®].
- T5:** sustrato base con incorporación de Kelpak[®].
- T6:** sustrato base con incorporación de Inicium[®].
- T7:** Sustrato base (70% turba + 30% perlita).

Cada bioestimulante fue aplicado en la misma concentración: 5 mL de producto por litro de agua utilizada para mojar el sustrato (sustrato con humedad de siembra). Se realizó una única aplicación previa a la siembra.

La dosis aplicada, fue la recomendada por la mayoría de las empresas fabricantes de los bioestimulantes comerciales utilizados. La realización de una sola aplicación de producto, se debe a la intención de obtener un sustrato previamente enriquecido, sin necesidad de aplicaciones posteriores.

Procedimiento

Los ensayos comenzaron con la preparación de los tratamientos en la Unidad de sustratos de la Facultad, llenando las bandejas con los sustratos correspondientes a los tratamientos. Cada bandeja fue dividida para estos efectos quedando cada unidad experimental con un total de 70 y 33 alvéolos para lechuga y tomate respectivamente.

El estudio se realizó en la empresa Eco-Plantas comenzando con la siembra de las especies.

El día 22 de Octubre de 2009 se realizó la siembra de lechuga y al día siguiente se efectuó la de tomate. El procedimiento fue realizado por operarios de la empresa (siembra mecanizada), colocándose una semilla por alveolo y cubriéndose nuevamente con sustrato hasta tapar la semilla, este procedimiento se realizó para ambas especies. La semillas de tomates se pre-germinaron por 48 horas a 24°C.

Posteriormente las bandejas fueron trasladadas a un invernadero no climatizado de aproximadamente 2.100 m², tipo capilla con cubierta de polietileno UV de 200 micrones. Se utilizaron mesas acondicionadas con riego por aspersión. El riego se efectuó cada dos días hasta que se humedeciera completamente el sustrato según su propia capacidad de retención y éste fue realizado por los operarios de la empresa.

La etapa de almácigo se extendió hasta que los plantines alcanzaron el estado de 3^a a 4^a hoja verdadera, según se consideraran plantín listo para la venta en cada especie.

Posteriormente las bandejas con los plantines fueron trasladados a la Unidad de Sustratos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile para las mediciones correspondientes.

Evaluaciones

Caracterización del sustrato base

Para caracterizar el sustrato base utilizado se determinaron los siguientes parámetros:

- pH: Se analizó mediante peachímetro modelo HI 991001 marca Hanna en una suspensión-solución en una relación 1:5 (sustrato: agua destilada), en base a volumen, previamente filtrada.
- Conductividad eléctrica (CE): Se analizó mediante conductivímetro digital modelo HI99301 marca Hanna, en el mismo filtrado utilizado para la medición de pH.

- Granulometría: Este análisis se realizó según la metodología descrita por Burés, (1997). Los tamices correspondieron a mallas de 0,025; 0,075; 0,175; 0,75; 1,5 y 3 mm. El sustrato base pasó por la serie de tamices ordenados por tamaño descendente, dispuestos en la tamizadora, durante 3 minutos de forma continua. Al cabo de este tiempo, el contenido de cada tamiz y del colector de fondo fueron pesados (precisión de 0,01 g).
 - Densidad aparente (Da): Para calcularla se relacionó la masa o peso de las partículas con el volumen aparente que éstas ocuparon. Donde un cilindro de volumen conocido y sellado por un extremo, se llenó con el sustrato con humedad de siembra, al cual se le calculó su peso, posteriormente este volumen de sustrato fue secado en horno a 105°C por 24 h, tomándose nuevamente su peso y haciendo la relación entre el peso obtenido y el volumen del cilindro.
 - Densidad real (Dr) : Expresada como la relación de la masa total de partículas sólidas respecto a su volumen total, excluyendo el volumen ocupado por los poros que hay entre las partículas obtenida de acuerdo al método del picnómetro descrito por Dane y Topp (2002).
 - Porosidad (%): Para calcularla se utilizaron la Dr y la Da previamente obtenidas y se usó la siguiente fórmula.
- Porosidad (%) = 1-(Da/Dr) x 100**
- Análisis de fitotoxicidad: Se realizó un test de germinación de semillas de rabanito y un test de longitud de raíces, basado en una modificación de la metodología descrita por Zucconi *et al.* (1981) en donde se obtuvo el Índice de Germinación (IG).

Para obtener el IG, se trabajó con las siguientes formulas:

PGR = Porcentaje de germinación relativo (Nº de semillas germinadas en el extracto * 100/ Nº de semillas germinadas en el agua destilada).

CRR = Crecimiento de radícula relativo (Elongación de radículas en el extracto * 100/ Elongación de radículas en el agua destilada).

IG = Índice de germinación (PGR*CRR/ 100). Zucconi *et al.* (1981).

Para la **caracterización del resto de los tratamientos** (sustrato base con aplicación de bioestimulantes) se evaluó sólo el pH, la CE y el análisis de fitotoxicidad.

Evaluación de los plantines sometidos a los distintos tratamientos

Las evaluaciones fueron realizadas en la etapa de almácigo y cuando las plantas se encontraban en 3^a a 4^a hoja verdadera, asumiendo el momento de transplante.

- Crecimiento y desarrollo de los plantines: Se evaluó el crecimiento y desarrollo de los plantines en el invernadero. Para ello se realizaron una serie de observaciones desde el momento de la siembra (emergencia de plantas, plantas con cotiledón expandido, aparición de primera, segunda y tercera hoja). Estas observaciones se realizaron sobre la base de 10 plantines al azar por cada repetición, a los cuales se les realizó un seguimiento en diferentes fechas, registrando el porcentaje de plantas que alcanzaban estos estados fenológicos.

Al plantín listo para el transplante se le realizaron las siguientes mediciones en laboratorio:

- Diámetro de tallo (mm): se midió individualmente a cada plantín mediante un pie de metro digital en la base del tallo. Este procedimiento se realizó a 10 plantines por unidad experimental.
- Altura de planta (cm): se midió individualmente los mismos 10 plantines desde la base del tallo hasta el extremo más alto de estos, con una regla metálica.
- Número de hojas (unidades): se contó individualmente el número de hojas a 10 plantines por unidad experimental.
- Materia fresca de la parte aérea (g): se cortó la parte aérea de 10 plantines, posteriormente se pesaron en conjunto en una balanza de precisión.
- Peso seco aéreo y radical (g): se procedió a secar el material vegetal (aéreo o radical según correspondió) de los mismos plantines del parámetro anterior en una estufa de aire forzado a 70°C durante 48 hrs. Posteriormente fueron pesados en una balanza de precisión.
- Índice concentración de clorofila (ICC): para este efecto se usó un medidor de clorofila modelo CCM-200, el cual mide la transmitancia de la luz a través de la hoja, hace una relación y entrega el ICC. La medición se realizó a 4 plantines por unidad experimental con una lectura por plantín en la lámina de la segunda hoja.
- Área foliar (cm²): Para este efecto se utilizaron 4 plantines por unidad experimental. Se tomó la parte aérea de cada uno de ellos, se dispusieron extendidos entre dos placas de acrílico y fueron escaneados en un equipo Epson Perfection 4990 y analizados computacionalmente mediante el software Winfolia (Régent Instruments).

Para las mediciones de los siguientes tres parámetros de la raíz del plantín, se utilizaron los mismos 4 plantines en que se midió área foliar. Se tomó la parte radical de cada uno de ellos se lavó con abundante agua hasta eliminar los residuos de sustrato, se dispusieron extendidos entre dos placas de acrílico, fueron escaneados en un equipo Epson Perfection 4990 y analizados computacionalmente mediante el software Winrhizo (Régent Instruments).

- Superficie de contacto de raíz (cm^2): Es la superficie total de contacto de la raíz con el medio circundante, en este caso el sustrato.
- Volumen de raíz (cm^3): volumen total ocupado por la raíz, medido asumiendo que las raíces son de diámetro constante y esférico.
- Número de ápices de raíz: número de ramificaciones o puntas de la raíz.

Análisis estadístico

Los resultados de cada variable se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) con un 95% de confianza. Cuando se encontraron diferencias significativas, las medias de cada tratamiento se separaron a través de una prueba de rango múltiple de SNK con un 95% de confianza.

Los parámetros número de hojas por planta y porcentaje de estados fenológicos alcanzados fueron transformados de acuerdo a las fórmulas que se señalan abajo antes de realizar el análisis de varianza.

N° de hojas Corregido = $\sqrt{N^{\circ}$ de hojas + 1), (Montgomery, 1991).

% Transformado = $\text{arcoseno } \sqrt{(\%)}$, transformación de Bliss, (Montgomery, 1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del sustrato

Es importante señalar que, estas observaciones se realizaron antes de establecer los ensayos de lechuga y tomate (antes de la siembra de las especies), por lo que el crecimiento de los plantines, no influyó en los resultados de caracterización del sustrato.

a) Química

Esta caracterización se realizó al sustrato base (testigo) y además al sustrato base con la aplicación de los bioestimulantes.

- pH y CE

Cuadro 3. Resultados de pH y CE de los distintos tratamientos (\pm DS).

Tratamientos	pH	CE -- (dS m ⁻¹) --
T1 (Point Maxicrop)	6,93 (\pm 0,01) c	0,207 (\pm 0,01) c
T2 (Aminocat)	6,70 (\pm 0,07) b	0,210 (\pm 0,02) c
T3 (Millerplex)	6,78 (\pm 0,07) b	0,153 (\pm 0,02) b
T4 (Terrasorb)	6,57 (\pm 0,08) a	0,163 (\pm 0,02) b
T5 (Kelpak)	6,47 (\pm 0,09) a	0,140 (\pm 0,01) b
T6 (Inicium)	6,52 (\pm 0,03) a	0,227 (\pm 0,01) c
T7 (Testigo)	6,51 (\pm 0,03) a	0,080 (\pm 0,03) a

Nota: letras distintas en una misma columna denotan diferencias significativas para SNK al 5% (n = 3).

Las plantas pueden sobrevivir en un amplio intervalo de pH del sustrato sin sufrir desordenes fisiológicos aparentes, siempre y cuando todos los nutrientes se suministren de forma asimilable. No obstante el crecimiento y desarrollo de las plantas se ven reducidos de modo marcado en condiciones de acidez o alcalinidad extremas (Abad *et al.*, 2004).

El pH ejerce sus efectos principales sobre la asimilabilidad de los nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica. Bajo condiciones de cultivo intensivo se recomienda mantener el pH del sustrato dentro de un intervalo estrecho. Es este sentido el nivel óptimo de pH medido en la disolución del sustrato, en el cultivo sin suelo de hortalizas, va desde 5,5 a 6,8 (Abad *et al.*, 2004).

En el Cuadro 3 se puede observar que la mayoría de los tratamientos utilizados para el experimento (T2 a T7) mostraron un pH dentro del rango óptimo, salvo el tratamiento 1 (pH 6,93) que fue significativamente diferente a los demás.

En relación a la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato (CE), Abad *et al.* (2004) señalan que para la producción de plantines se requiere un nivel bajo. En el Cuadro 3 se puede apreciar que todos los tratamientos presentaron CE significativamente mayores que el tratamiento testigo (T7), siendo el con mayor valor el tratamiento 6 seguido por los tratamientos 1 y 2. Estos tres tratamientos fueron significativamente diferentes a los demás tratamientos y no presentaron diferencias entre ellos. Se puede inferir que el tratamiento testigo presentó este bajo valor promedio debido a que no le fue aplicado ningún bioestimulante, los que habrían hecho aumentar la CE de los demás tratamientos que si contaban con aplicación de producto.

Burés (1997) indica que para los sustratos con CE mayores a 2 dS m^{-1} en diluciones de 1:2,5, se hace recomendable una corrección de la salinidad, por otra parte Martínez (2005), agrega que a mayor dilución de las suspensiones acuosas (en este ensayo 1:5, sustrato/agua destilada), se generan menores valores de CE del filtrado, por lo que para una buena interpretación, estas deberían ser transformadas en base a la dilución hecha. Sin embargo no se han encontrado investigaciones con respecto a esta dilución, pero sí a la del extracto volumétrico 1:6, aunque resultaría incorrecta realizar esta comparación. De acuerdo a esto, se puede inferir que los valores de CE obtenidos, estarían por debajo del extracto de saturación, por lo que al transformarlos probablemente se encontrarían valores de CE más elevados, pero difícilmente por encima del rango de tolerancia del tomate y otras hortalizas como lechuga en las cuales, determinada en el extracto de saturación, va de 2 a $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Abad *et al.*, 2004).

Según los resultados mostrados en el Cuadro 3, ninguno de los tratamientos superaría el nivel de tolerancia de CE para especies hortícolas. Esto quiere decir que la aplicación de los bioestimulantes al sustrato no fue perjudicial en términos de salinidad para el desarrollo y crecimiento de los plantines.

b) Física

Esta caracterización fue realizada sólo al sustrato base (70% turba + 30% perlita), el que actuó como testigo en el estudio.

Las propiedades físicas de los sustratos son de primera importancia en la producción de plantines (Abad *et al.*, 2004). En este sentido la caracterización física del sustrato estudia la distribución volumétrica del material sólido, el agua y el aire.

Los resultados de los parámetros físicos caracterizados fueron:

- Granulometría

Muchos sustratos están constituidos por una mezcla de partículas con tamaños diferentes. Las propiedades físicas de estos sustratos varían en función de la distribución del tamaño de las partículas, siendo por tanto de importancia fundamental la caracterización granulométrica.

Con los resultados de los pesos obtenidos se construyó un gráfico de frecuencia relativa de las partículas (Figura 2), utilizando el tamaño promedio de partícula que pasó por cada tamiz.

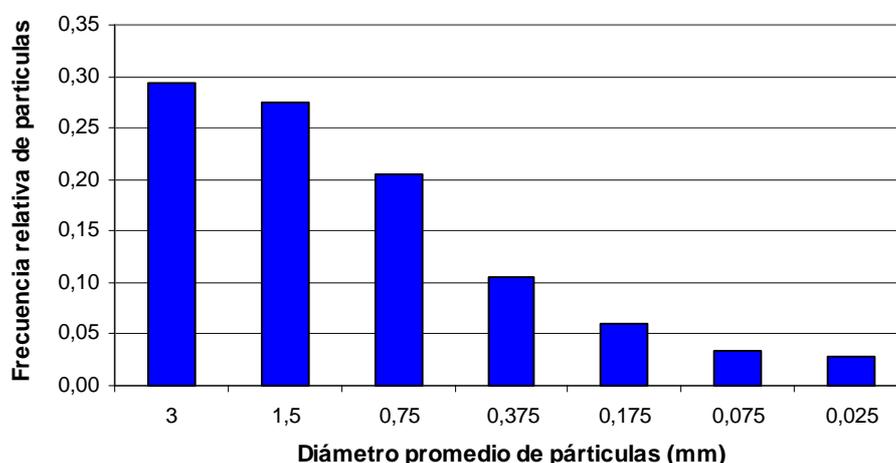


Figura 2. Distribución de las partículas del sustrato (70% turba + 30% perlita) utilizado en los ensayos de lechuga y tomate.

El mejor sustrato se define como aquel material de textura media a gruesa, con una distribución del tamaño de partículas entre 0,25 y 2,5 mm que retiene suficiente agua y fácilmente disponible para la planta y posee además un adecuado contenido de aire (Abad *et al.*, 2004).

Abad (1993), señala que los materiales finos, con partículas inferiores a 0,25 mm, retienen grandes cantidades de agua difícilmente disponible para la planta, además de estar mal aireados. El sustrato base utilizado presenta un 12,13% de partículas inferiores a este tamaño (Cuadro 4). Sin embargo y como se puede ver en el Cuadro 4, cerca del 80% de las partículas presentan un tamaño mayor a 0,5 mm lo que puede resultar en una mejor aireación, al generar poros de mayor tamaño (Ansorena, 1994). Así mismo Martínez, (2005), señala que es de gran importancia que las mezclas posean una mayor fracción de estas partículas (mayor a 0,5 mm), ya que se lograría un diámetro de poros que entregaría

un potencial matricial que iría entre -1 y -10 kPa. Por otra parte, Iskander (2002), indica que el ideal para un sustrato, es que éste posea sobre un 60% de partículas con diámetros entre 0,5 y 2 mm. Para el caso del sustrato utilizado el porcentaje de partículas entre 0,5 y 2 mm fue de 48% (Cuadro 4), lo que no estaría muy lejano a valores óptimos.

Cuadro 4. Porcentaje de partículas del sustrato base usado (70% turba + 30% perlita) según rango de tamices utilizados.

Rango de tamaño partículas	Partículas
--- (mm) ---	--- (%) ---
> 2,00	29,40
1,00 - 2,00	27,47
0,50 - 1,00	20,53
0,25 - 0,50	10,47
0,10 - 0,25	06,07
0,05 - 0,10	03,33
< 0,05	02,73

- Densidad aparente (Da)

La densidad aparente se define como la masa seca del material sólido por unidad de volumen aparente del sustrato húmedo, es decir, incluyendo el espacio poroso entre las partículas.

Cuadro 5. Densidad aparente, densidad real y porosidad del sustrato base utilizado (\pm DS, n = 3).

	Densidad real	Densidad aparente	Porosidad
	----- (g cm ⁻³) -----		--- (%) ---
Sustrato base	1,080 (\pm 0,06)	0,121 (\pm 0,02)	88,78

La densidad aparente juega un papel importante, ya que los sustratos y los contenedores se transportan durante su manejo y manipulación y, consecuentemente, su peso ha de ser tenido en cuenta. En adición, el anclaje de las plantas debería ser considerado como un factor de importancia. En los invernaderos, donde el viento no es un factor limitante, la densidad aparente del sustrato puede ser tan baja como 0,15 g cm⁻³ (Abad *et al.*, 2004).

El sustrato utilizado presentó una Da inferior a lo recomendado, sin embargo, esta no ocasionó problemas en el correcto anclaje de las plantas.

- Densidad real (Dr)

La densidad real se refiere a la densidad de las partículas sólidas y es igual al peso de suelo seco dividido por el volumen de las partículas sólidas (Dane y Topp, 2002).

En los sustratos ésta tiene un interés relativo y es un valor bastante constante e independiente del tamaño de las partículas. Su valor varía según el material del que se trate, en el caso de la perlita el valor promedio es de $2,4 \text{ g cm}^{-3}$ y para la turba rubia, de $1,35 \text{ g cm}^{-3}$ (Moreno, 2004). El valor obtenido para el sustrato utilizado (70% turba + 30% perlita) fue menor al esperado según literatura, sin embargo, está dentro de parámetros aceptables.

En el presente estudio su valor fue calculado para la obtención de la porosidad (Cuadro 5).

- Porosidad

La porosidad es el volumen total del sustrato de cultivo no ocupada por las partículas orgánicas o minerales. El valor óptimo de ésta debe superar el 85% (Abad *et al.*, 2004).

Los resultados obtenidos en el Cuadro 5, se ajustan perfectamente a los requerimiento de hortalizas por cuanto éstas requieren un sustrato poroso que favorezca el sistema radicular, además de la necesidad de una baja densidad aparente (liviano), pero específica que el espacio poroso debe ser mayor al 80% (Jaramillo *et al.*, 2007).

La porosidad obtenida en el sustrato base supera los valores recomendados, por lo que se catalogaría como una porosidad óptima.

c) Análisis de fitotoxicidad

Este análisis fue realizado al sustrato base y además al sustrato base con la aplicación de los bioestimulantes.

- Test de Zucconi

Para el análisis de estos datos (Cuadro 6), Zucconi *et al.* (1981) establecen el siguiente criterio de interpretación: valores de IG $\geq 80\%$ indicarían que, no hay sustancias fitotóxicas o están en muy baja concentración; si el IG $\leq 50\%$ indicaría que hay una fuerte presencia de sustancias fitotóxicas, y si se obtiene un valor del IG entre un 50% y 80% se interpretaría como la presencia moderada de estas sustancias. Por otra parte Burés (1997), señala que es de gran importancia conocer la respuesta de los materiales mezclados para la formación de un sustrato, por lo que es importante realizar ensayos de germinación cuando se formen mezclas. Para estos efectos la semilla de rabanito una de las especies más sensibles a las toxicidades.

Según se puede observar en el Cuadro 6 ninguno de los bioestimulantes utilizados en el estudio, influyó negativamente en la germinación de las semillas de rabanito. Bajo el criterio de interpretación antes mencionado, se puede señalar que ninguno de los 7 tratamientos presentó sustancias fitotóxicas, o éstas estarían en muy baja concentración y no afectarían la normal germinación de las semillas de hortalizas.

Cuadro 6. Resultados test de germinación y fitotoxicidad (\pm DS, n = 10).

Tratamientos	Germinación	Largo de radícula	IG¹
	---%---	---(mm)---	
T1 (Point Maxicrop)	93	98,57 (\pm 18,66)	112,15
T2 (Aminocat)	95	92,95 (\pm 14,93)	108,02
T3 (Millerplex)	89	99,30 (\pm 17,57)	108,12
T4 (Terrasorb)	93	95,34 (\pm 13,15)	108,48
T5 (Kelpak)	94	101,62 (\pm 19,11)	116,86
T6 (Inicium)	96	93,96 (\pm 14,30)	110,35
T7 (Testigo)	98	95,21 (\pm 09,19)	114,15
Agua destilada	94	86,96 (\pm 17,35)	100,00

¹IG: Índice de germinación.

Evaluación de los plantines

Desarrollo de los plantines

Las especies evaluadas, dadas las condiciones en que fue realizado el estudio, presentaron el siguiente comportamiento en invernadero:

Para los plantines de lechuga, se observa que los porcentajes de emergencia, alcanzados a los 8 días, después de la siembra, superaron el 90%, salvo el tratamiento 1 que siendo estadísticamente igual a los tratamientos 3 y 7, fue diferente del resto (Cuadro 7). El tratamiento que alcanzó mayor porcentaje de emergencia fue el tratamiento 6, seguido de los tratamientos 4 y 2 con los que no presentó diferencias significativas. El tratamiento testigo (T7) presentó el segundo porcentaje de emergencia más bajo, no presentando diferencias significativas con el tratamiento 1.

A los 12 días después de la siembra, el porcentaje de cotiledones expandidos en lechuga fue mayor en los tratamientos 5 y 2 (Cuadro 7), los que no presentaron diferencias significativas entre sí. El porcentaje más bajo de plantines, en alcanzar este estado fenológico para esta fecha, se observó en el tratamiento 4, seguido por los tratamientos 1 y 7 con los cuales no presentó diferencias significativas. Algunos autores como Kerns *et al.* (1999) señalan que al momento de alcanzar este estado fenológico, el plantín comienza a establecer un sistema de raíces.

El porcentaje de plantines de lechuga al estado de primera hoja verdadera fue observado 18 días posteriores a la siembra (Cuadro 7), viéndose que el tratamiento 6 obtuvo un porcentaje significativamente mayor a los demás. Los porcentajes más bajos, para este estado fenológico, se presentaron en los tratamientos 1, 4 y 5. Según Ryder (1999), citado por Caro (2008), la emisión de la primera hoja verdadera ocurre 14 días después de la siembra.

Veintitrés días desde la siembra, el tratamiento 2 presentó el mayor porcentaje de plantines de lechuga al estado de segunda hoja verdadera, seguido de los tratamientos 5 y 6, no presentando diferencias significativas con éstos. El menor porcentaje de plantines en alcanzar este estado estuvo dado por el tratamiento 4 (Cuadro 7).

Finalmente y 28 días después de la siembra, todos los tratamientos superaron el 96% de plantines de lechuga al estado de tercera hoja verdadera observándose un porcentaje significativamente menor sólo en el tratamiento 1.

Cuadro 7. Porcentaje promedio de plantines de lechuga en alcanzar los estados de emergencia, cotiledones expandidos, 1^a, 2^a y 3^a hoja verdadera.

Tratamientos	Cotiledón					
	Emergencia DDS ¹	8	12	1 ^{era} hoja 18	2 ^a hoja 23	3 ^a hoja 28
	----- (%) -----					
T1 (Point Maxicrop)	89,81	a	34,50	a	83,04	a
T2 (Aminocat)	94,45	cd	40,27	bc	90,17	c
T3 (Millerplex)	91,70	ab	38,35	b	86,61	b
T4 (Terrasorb)	95,12	cd	33,77	a	83,92	a
T5 (Kelpak)	93,22	bc	41,45	c	83,92	a
T6 (Inicium)	96,43	d	38,88	b	93,75	d
T7 (Testigo)	91,34	ab	35,21	a	86,61	b

Nota: Letras distintas en una misma columna denotan diferencias significativas para SNK al 5% de significancia.

¹DDS = Días después de siembra.

En la emergencia de tomate, observada a los 7 días posteriores a la siembra (Cuadro 8), se observa que el tratamiento 5 mostró el mayor porcentaje de plantines en alcanzar este estado a los siete días luego de la siembra y fue diferente significativamente al resto de los tratamientos. El tratamiento testigo (T7) mostró el porcentaje de emergencia más bajo junto con el tratamiento 4, siendo también diferentes estadísticamente a los demás tratamientos.

Once días posteriores a la siembra, se observó el porcentaje de cotiledones expandidos en los plantines de tomate, en donde los tratamientos 1, 2, 5 y 6 presentaron el mayor número de plantines en este estado sin existir diferencias significativas entre ellos. Los tratamientos

4 y 7 (tratamiento testigo), mostraron los menores porcentajes en este estado fenológico siendo diferentes significativamente de los demás tratamientos (Cuadro 8).

A los 17 días, luego de la siembra, el tratamiento que presentó mayor porcentaje de plantines de tomate al estado de primera hoja verdadera fue el 6, presentando diferencias significativas con todos los demás tratamientos (Cuadro 8).

El porcentaje de plantines de tomate con segunda hoja verdadera, medido 24 días después de la siembra, fue mayor en el tratamiento 2, que no presentó diferencias significativas con el 6. El tratamiento testigo presentó el menor porcentaje de plantines que alcanzaron este estado en la fecha observada, no siendo diferente con los tratamientos 1, 4 y 5. Finalmente y a los 29 días posteriores a la siembra, se observó que el tratamiento 2 presentó el mayor porcentaje de plantines de tomate al estado de tercera hoja verdadera, siendo significativamente diferente del resto de los tratamientos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentaje promedio de plantines de tomate en alcanzar los estados de emergencia, cotiledones expandidos, 1ª, 2ª y 3ª hoja verdadera.

Tratamientos DDS ¹	Cotiledón				
	Emergencia 7	expandido 11	1ª hoja 17	2ª hoja 24	3ª hoja 29
	----- (%) -----				
T1 (Point Maxicrop)	84,62 b	79,16 c	70,80 a	88,54 ab	74,30 d
T2 (Aminocat)	85,38 b	79,35 c	78,13 d	92,70 d	79,98 e
T3 (Millerplex)	89,23 d	71,32 b	72,91 b	90,26 bc	68,12 c
T4 (Terrasorb)	81,54 a	65,26 a	69,79 a	88,54 ab	60,25 b
T5 (Kelpak)	94,61 e	77,78 c	75,00 c	88,54 ab	54,20 a
T6 (Inicium)	87,19 c	77,12 c	83,33 e	91,66 cd	68,50 c
T7 (Testigo)	81,54 a	66,91 a	79,17 d	87,50 a	60,25 b

Nota: letras distintas en una misma columna denotan diferencias significativas para SNK al 5% de significancia.
¹DDS= Días después de siembra.

En el ensayo de tomate (Cuadro 8), se observó que a los 7 días posteriores a la siembra, todos los tratamientos superaron el 80% de emergencia y en el caso de lechuga a los 8 días posteriores a la siembra todos los tratamientos superaron el 90% de emergencia, resultados coincidentes con investigaciones realizadas por Kerns *et al.* (1999). Quienes señalan que el tiempo entre siembra y emergencia no debiese superar los 8 días.

En lechuga los resultados obtenidos para la emergencia coinciden con observaciones realizadas por Martínez (2001) citado por Carrasco (2004), que mostraron que para plantines de lechuga cultivados utilizando como sustrato turba y perlita, se observó una emergencia sobre el 85% después de 10 días posteriores a la siembra. El menor porcentaje de emergencia en lechuga en el tratamiento 1 (Cuadro 7) pudo haberse debido a que éste presentó un pH fuera del rango óptimo para el crecimiento de hortalizas, el que se prefiere

levemente ácido, por debajo de los 6,8 (Abad *et al.*, 2004). Éste a su vez fue significativamente diferente al pH de los demás tratamientos (Cuadro 3).

Con respecto al estado de cotiledón expandido, en ambas especies, los resultados no son del todo concordantes con los porcentajes de emergencia, esto pudo ser debido a que algunos de los bioestimulantes no pudieron ser absorbidos por la planta o bien estaban ya en menor concentración en el sustrato, producto de la lixiviación.

La aparición de la primera hoja en lechuga y tomate, sembradas en el mes de Octubre, concuerdan con lo observado por Kerns *et al.* (1999), quienes señalan que en cultivos otoñales desde la emergencia de la plántula hasta la primera hoja verdadera pasan 7 días y en cultivos invernales transcurren 20 días. En este estado destaca el tratamiento 6 en ambas especies, esto pudo deberse a que el bioestimulante pudo mantenerse por más tiempo en el sustrato o a que las plantas lo tomaron de mejor forma al ya tener un sistema de raíces formándose.

En lechuga, los tratamientos que destacaron por la precocidad de los plantines, mostrando altos porcentajes de plantines en los estados fenológicos señalados, en las fechas indicadas fueron el tratamiento 6 y el tratamiento 2 respectivamente (Cuadro 7).

En tomate, los resultados fueron menos marcados que en lechuga, sin embargo, destaca el tratamiento 2 como el de mayor precocidad para la mayoría de los estados fenológicos en las fechas observadas (Cuadro 8). Esto puede indicar que el tomate tiene una mejor absorción de los bioestimulantes desde el sustrato, producto de un sistema de raíces más ramificado.

Estos resultados coinciden con lo descrito por Aljaro *et al.* (2009), quienes destacaron que bioestimulantes aminoacídicos favorecen el desarrollo de cultivos en invernadero, cuando estos son aplicados al sustrato. Finalmente es importante mencionar la importancia de poder contar con una producción anticipada de plantines, lo que permite optimizar el espacio en un determinado invernadero, y por consiguiente, producir una mayor cantidad de plantines por unidad de tiempo.

Diámetro de tallo y altura de planta

El diámetro de los plantines de lechuga, al estado de cosecha (plantín comercial), medido 31 días después de la siembra, fue mayor en el tratamiento 3, no presentando diferencias significativas con el resto de los tratamientos, salvo con el tratamiento 1, que fue el que tuvo el menor diámetro, junto al tratamiento testigo respectivamente (Cuadro 9).

La altura de planta fue mayor en el tratamiento 6, el cual no presentó diferencias significativas con el resto de los tratamientos, salvo con el tratamiento 1 que nuevamente presentó el menor valor (Cuadro 9).

Cuadro 9. Diámetro de tallo y altura de plantines lechuga, al estado de plantín comercial, medidos 31 DDS¹.

Tratamientos	Diámetro de tallo	Altura de planta
	---(mm)---	---(cm)---
T1 (Point Maxicrop)	3,52 a	8,45 a
T2 (Aminocat)	3,89 ab	8,62 ab
T3 (Millerplex)	4,17 b	9,21 ab
T4 (Terrasorb)	3,83 ab	9,32 ab
T5 (Kelpak)	3,89 ab	8,85 ab
T6 (Inicium)	3,84 ab	9,58 b
T7 (Testigo)	3,76 ab	8,85 ab

¹DDS = Días después de siembra.

Nota: Letras distintas en una misma columna denotan diferencias significativas para SNK al 5% de significancia (n = 5).

Tanto en diámetro de tallo como en altura de planta, de plantines de lechuga (Cuadro 9), ninguno de los bioestimulantes logró superar al testigo. Por otra parte y para los mismos parámetros destacan los tratamientos 3 y 6 respectivamente. Aún así estos no presentaron diferencias con el tratamiento testigo. Esto quiere decir que los bioestimulantes utilizados no afectaron, ni positiva, ni negativamente el diámetro de tallo y la altura de los plantines de lechuga.

El no haber encontrado diferencias significativas, entre los tratamientos que contenían bioestimulantes y el testigo, para las variables en cuestión, indicaría que la aplicación de bioestimulantes, al sustrato, no tuvo efectos significativos en estos parámetros, evaluados en lechuga.

Para el caso de los plantines de tomate, los tratamientos 2 y 4 presentaron el mayor diámetro de tallo respectivamente, y se mostraron diferentes significativamente del tratamiento testigo, el cual tuvo el menor diámetro promedio de plantines (Cuadro 10).

En la altura de plantas de tomate no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, se observa la mayor altura en el tratamiento 2 y los plantines que presentaron la menor altura fueron los del tratamiento testigo (Cuadro 10).

En el diámetro del tallo, Aljaro *et al.* (2009) observaron en lechuga que sólo algunos de los bioestimulantes utilizados por ellos produjeron un aumento significativo respecto del testigo sin aplicación.

Cuadro10. Diámetro de tallo y altura de plantines de tomate, al estado de plantín comercial, medido 36 DDS¹.

Tratamientos	Diámetro de tallo - - - (mm) - - -	Altura de planta ^{ns} - - - (cm) - - -
T1 (Point Maxicrop)	2,49 ab	11,75
T2 (Aminocat)	2,55 b	12,47
T3 (Millerplex)	2,44 ab	11,74
T4 (Terrasorb)	2,54 b	12,14
T5 (Kelpak)	2,46 ab	11,93
T6 (Inicium)	2,43 ab	12,30
T7 (Testigo)	2,38 a	11,70

¹DDS = Días después de siembra.

Nota: letras distintas en una misma columna denotan diferencias significativas para SNK al 5% de significancia. ^{ns} no significativo (n = 5).

La información de la influencia de los bioestimulantes, sobre la altura de las plantas, es escasa, sin embargo, resultados obtenidos por otros investigadores señalan que al aplicar un bioestimulante, sobre plantines de tomates, se obtiene entre un 13 y un 18% más de altura de plantas comparado con el testigo (Tejeda *et al.*, 2003 citados por Pinto, 2007). En un ensayo realizado por Lucas-García *et al.* (2004), citados por Pinto (2007), se observó un resultado similar al aplicar un bioestimulante a base de bacterias, donde también aumentó la altura de plantas de tomate.

Por otra parte estos resultados coinciden parcialmente con los obtenidos por Butler *et al.* (2007) quienes observaron elongación de tallo (altura de planta) de un césped, donde algunos bioestimulantes indujeron a mayor altura, observándose diferencias significativas con el testigo y otros llevaron a obtener una altura incluso menor a la del tratamiento testigo, sin observarse diferencias significativas.

Nuevamente el tomate se mostró más sensible al efecto de los bioestimulantes, al presentar diferencias significativas para la variable diámetro de tallo. Lo que indicaría que la inclusión de algunos de estos productos al sustrato produce efectos en esta especie para la variable observada.

Peso fresco y seco de la parte aérea

Se observó que en el peso fresco, de la parte aérea de los plantines de lechuga, el tratamiento 2 presentó el mayor peso, presentando diferencias significativas sólo con los tratamientos 3 y 6, éste último obtuvo el menor peso (Cuadro 11).

En el caso del peso seco de plantines de lechuga, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, no obstante numéricamente el tratamiento 2 obtuvo mayor peso seco

promedio de la parte aérea (Cuadro 11). Al encontrarse diferencias en el peso fresco de la parte aérea y no en el peso seco de ésta, se puede inferir que esta diferencia se debe a que una parte importante del peso de la parte aérea está compuesto por agua.

Cuadro 11. Peso fresco y seco de la parte aérea de plantines de lechuga, al estado de plantín comercial, medidos 31 DDS¹.

Tratamientos	Peso fresco	Peso seco^{ns}
	------(g)-----	
T1 (Point Maxicrop)	8,852 ab	0,604
T2 (Aminocat)	10,350 b	0,724
T3 (Millerplex)	8,312 a	0,526
T4 (Terrasorb)	8,768 ab	0,610
T5 (Kelpak)	9,452 ab	0,676
T6 (Inicium)	8,246 a	0,658
T7 (Testigo)	9,348 ab	0,594

¹DDS = Días después de siembra.

Nota: letras distintas en una misma columna denotan diferencias significativas para SNK al 5% de significancia. ^{ns} no significativo (n= 5).

En tanto en tomates, el peso fresco de los plantines (Cuadro 12), mostró que el tratamiento 6 alcanzó el mayor peso promedio entre sus plantines. Sin embargo, no fue significativamente diferente con los demás tratamientos, siendo el de menor peso fresco promedio el tratamiento 3 seguido del tratamiento testigo.

Cuadro 12. Peso fresco y seco de la parte aérea de plantines de tomate, al estado de plantín comercial, medidos 36 DDS¹.

Tratamiento	Peso fresco^{ns}	Peso seco
	------(g)-----	
T1 (Point Maxicrop)	6,798	1,024 ab
T2 (Aminocat)	7,506	1,158 b
T3 (Millerplex)	6,392	0,962 ab
T4 (Terrasorb)	7,138	1,006 ab
T5 (Kelpak)	7,338	0,968 ab
T6 (Inicium)	8,118	1,062 ab
T7 (Testigo)	6,532	0,930 a

¹DDS = Días después de siembra.

Nota: letras distintas en una misma columna denotan diferencias significativas para SNK al 5% de significancia. ^{ns} no significativo (n = 5).

En el peso seco se observa que el tratamiento 2 alcanzó el mayor valor para este parámetro y no presentó diferencias significativas con los demás tratamientos con aplicación de bioestimulantes, pero sí con el tratamiento testigo, que alcanzó el menor valor para peso seco (Cuadro 12).

En el caso de lechuga el tratamiento 2 destaca por su mayor peso fresco y seco, en tanto los menores valores fueron alcanzados para ambos parámetros por T6, T3 y T7 (testigo).

Estos resultados coinciden parcialmente con un ensayo realizado por Amanda *et al.* (2009), donde se aplicó un bioestimulante a base de extractos vegetales en lechugas *baby*, donde se produjo un incremento en el peso fresco de la parte aérea, comparado con el testigo sin aplicación.

Aljaro y Cáceres (2007), obtuvieron resultados coincidentes en lechuga donde observaron aumento del peso seco de las hojas de plantines, a los cuales se le habían aplicado bioestimulantes. Sin embargo, su trabajo no muestra diferencias significativas respecto del testigo.

En tomate, se observó una diferencia entre el tratamiento que alcanzó el mayor valor de peso fresco y el mayor valor de peso seco. Esto puede deberse a que los plantines del tratamiento 6 pudieron acumular mayor cantidad de agua en sus tejidos, mientras que los plantines del tratamiento 2 pudieron haber acumulado una mayor cantidad de materia seca.

A partir de estos resultados se puede decir que los bioestimulantes aplicados al sustrato previo a la siembra de los plantines de lechuga y tomate no afectaron mayormente el peso fresco ni seco de éstos.

Área foliar

Las áreas foliares de lechugas y tomates mostraron distintas respuestas (Figuras 3 y 4). En los plantines de lechuga (Figura 3), no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, a modo de tendencia numéricamente los plantines del tratamiento 4 fueron los que obtuvieron el mayor área foliar, siendo el tratamiento 1 el que figura con el menor valor de todos.

Resultados similares fueron obtenidos por Vernieri *et al.* (2006), quienes observaron aumento del área foliar de plantas creciendo en sistemas de flotación con distintas concentraciones de bioestimulantes. Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas frente al control. En este ensayo los resultados muestran que los bioestimulantes no afectaron en forma significativa el área foliar de los plantines de lechuga.

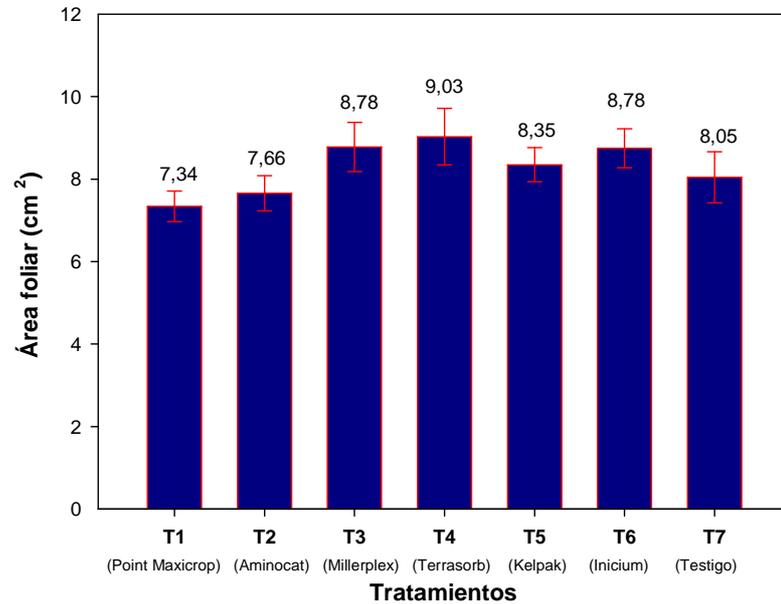


Figura 3. Área foliar de plántulas de lechuga, al estado de plántula comercial (31 días después de siembra). No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos SNK (5%). Las barras representan la media de cada tratamiento \pm error estándar (n=5).

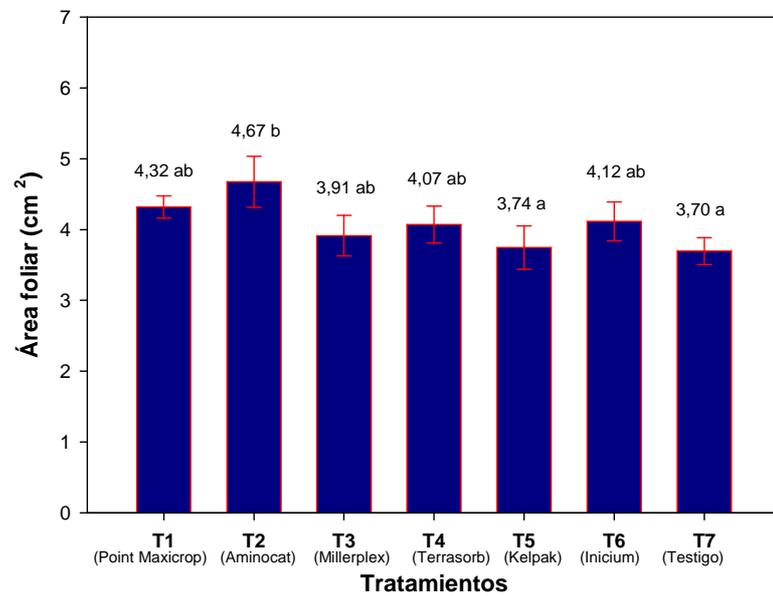


Figura 4. Área foliar de plántulas de tomate, al estado de plántula comercial (36 días después de siembra). Letras distintas representaron diferencias significativas entre los tratamientos SNK (5%). Las barras representan la media de cada tratamiento \pm error estándar (n=5).

En los plantines de tomate (Figura 4), se observaron diferencias significativas en el área foliar de los tratamientos. Los plantines del tratamiento 2 fueron los que presentaron mayor área foliar promedio, siendo significativamente distintos de los del tratamientos 5 y del testigo, los plantines de éste último presentaron el menor valor para área foliar.

Tejeda *et al.* (2003), citados por Pinto (2007), obtuvieron resultados similares en un ensayo al aplicar un bioestimulante a las plantas en donde éstas alcanzaron entre un 25 y 47 % más de área foliar comparado con el testigo sin aplicación. Lucas-García *et al.* (2004), citados por Pinto (2007), al aplicar un bioestimulante sobre plantas de tomate también reportaron un aumento en el área foliar.

Nuevamente se observa que en tomate, los bioestimulantes aplicados al sustrato mostraron mayores efectos que en lechuga. Esto puede estar asociado a la mayor capacidad de absorción de las raíces del tomate o a que en una etapa temprana, las plantas de esta especie fueron capaces de “tomar” mejor los bioestimulantes desde el sustrato.

Número de hojas e índice de concentración de clorofila (ICC)

En el Cuadro 13, se observa que el número de hojas de los tratamientos 2 y 3 presentaron los mayores valores promedios para los plantines de lechuga, presentando diferencias significativas sólo con el tratamiento 1.

Con respecto al índice de concentración de clorofila, éste no difiere estadísticamente entre los tratamientos para los plantines de lechuga (Cuadro 13). No obstante y sólo como una observación, todos los tratamientos con aplicación de bioestimulantes presentan un ICC mayor que el tratamiento testigo sin significancia estadística.

Cuadro 13. Número de hojas y contenido de clorofila de plantines de lechuga, al estado de plantín comercial, medidos 31 DDS¹.

Tratamiento	Nº de hojas	ICC ^{2ns}
	- - - (ud) - - -	
T1 (Point Maxicrop)	4,54 a	4,87
T2 (Aminocat)	4,92 b	5,20
T3 (Millerplex)	4,88 b	5,29
T4 (Terrasorb)	4,73 ab	4,73
T5 (Kelpak)	4,66 ab	4,92
T6 (Inicium)	4,74 ab	4,51
T7 (Testigo)	4,70 ab	4,36

¹DDS= Días después de siembra. ²ICC= Índice concentración de clorofila

Nota: letras distintas en una misma columna denotan diferencias significativas para SNK al 5% de significancia. ^{ns} no significativo (n = 5).

Para el ensayo de tomate, en el Cuadro 14 se muestra que el número de hojas promedio, de mayor valor estuvo dado por el tratamiento 1, siendo significativamente distinto sólo del tratamiento 5.

En el contenido de clorofila, se observa que sólo el tratamiento 1 es diferente estadísticamente de los demás y es el que presenta el menor valor promedio de los tratamientos, los demás tratamientos y el testigo no difieren estadísticamente.

Resultados similares fueron obtenidos en un ensayo realizado por Aljaro *et al.* (2009), donde para el número de hojas en plantines de lechuga, el testigo no mostró diferencias significativas con tratamientos con aplicación de bioestimulantes.

Cuadro 14. Número de hojas y contenido de clorofila de plantines de tomate, al estado de plantín comercial, medidos 36 DDS¹.

Tratamiento	Nº de hojas	ICC ²
	--- (ud) ---	
T1 (Point Maxicrop)	2,86 b	13,45 a
T2 (Aminocat)	2,80 ab	17,03 b
T3 (Millerplex)	2,66 ab	17,43 b
T4 (Terrasorb)	2,62 ab	16,41 b
T5 (Kelpak)	2,54 a	17,59 b
T6 (Inicium)	2,68 ab	16,42 b
T7 (Testigo)	2,60 ab	17,49 b

¹DDS = Días después de siembra. ²ICC= Índice concentración de clorofila.

Nota: letras distintas en una misma columna denotan diferencias significativas para SNK al 5% de significancia (n = 5).

El contenido de clorofila afecta el color y la apariencia visual de los vegetales de hoja verde, lo que finalmente se traduce en el atractivo para los consumidores (Ferreira *et al.*, 2004 citados por Vernieri *et al.*, 2006). Los resultados obtenidos coinciden con un ensayo realizado por Amanda *et al.* (2009) en lechugas *baby*, donde no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, pero observaron un aumento del contenido de clorofila en los tratamientos con aplicación de bioestimulantes. Por otra parte resultados obtenidos por Vernieri *et al.* (2006), muestran que los tratamientos con adición de bioestimulante no presentaron diferencias significativas en la clorofila total en comparación con los controles.

Una vez más ningunos de los tratamientos es superior estadísticamente al testigo para las variables en cuestión, en ambas especies, lo cual indica nuevamente que la incorporación de bioestimulantes al sustrato de manera previa a la siembra de las especies, no tiene efectos favorables en estos parámetros.

Peso seco radical

En el peso seco de raíces de plantines de lechuga (Figura 5), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Sólo como una observación, el promedio más alto lo presentaron los plantines del tratamiento 5. En tanto el tratamiento testigo presentó incluso un valor promedio más alto que tratamientos con aplicación de producto.

En la Figura 6 se ve claramente que el tratamiento 2 presentó el mayor peso seco de raíz en los plantines de tomate, seguido de los tratamientos 4, 6 y 3 con los cuales no presentó diferencias significativas. Es importante recalcar que estos tratamientos si presentaron diferencias significativas con el testigo (T7), que presentó unos de los valores más bajos para este parámetro.

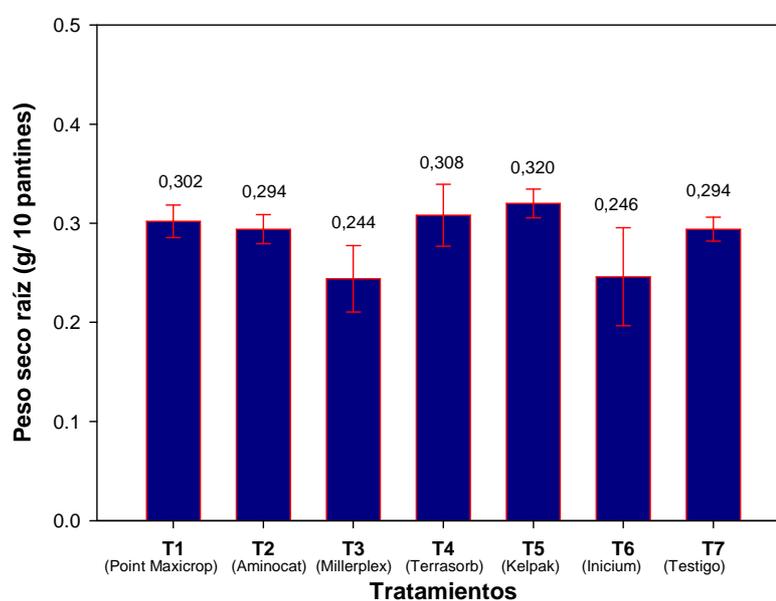


Figura 5. Peso seco raíz de plantines de lechuga, al estado de plantín comercial (31 días después de siembra). No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos SNK (5%). Las barras representan el error estándar (n=5) de las medias de cada tratamiento.

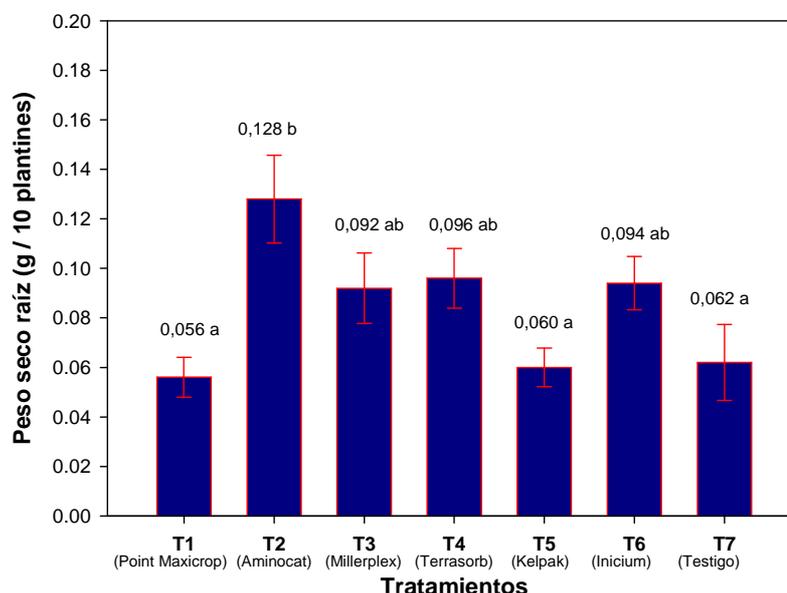


Figura 6. Peso seco raíz de plantines de tomate, al estado de plantín comercial (36 días después de siembra). Letras distintas representan diferencias significativas entre los tratamientos SNK (5%). Barras representan el error estándar (n=5) de las medias de cada tratamiento.

En lechuga, Aljaro y Cáceres (2007) observaron resultados diversos al encontrar que algunos bioestimulantes aumentaban el peso seco de raíces de los plantines y otros no, incluso llegando éste a ser menor que el del testigo sin aplicación.

Hay poca información sobre el efecto de los bioestimulantes en el peso seco de las raíces de las plantas. Sin embargo, Pinto (2007) obtuvo resultados similares al aplicar bioestimulantes en hortalizas donde no obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos con aplicación y el testigo sin aplicación de producto.

En tomate, los resultados concuerdan con otros obtenidos por Schmidt *et al.* (2003), los cuales realizaron distintos ensayos en el crecimiento de la masa radical de plantas, aplicando distintos bioestimulantes obteniendo siempre una mayor masa seca en las plantas con aplicación versus el control.

Otros autores observaron que el desarrollo de las raíces, como masa seca, fue mayor en las plantas cultivadas en los tratamientos que contenían bioestimulantes (Vernieri *et al.*, 2006). No obstante esto no ocurrió con todas las concentraciones de bioestimulantes aplicadas, llegando incluso a disminuir en el tratamiento con la concentración más alta de bioestimulante.

Otros ensayos en tomate, realizados por Caniguante *et al.* (2009), muestran que si hubo diferencias significativas en el porcentaje de materia seca radical, entre los tratamientos con aplicación de un bioestimulantes, en base a aminoácidos, versus el testigo sin aplicación de producto.

En cuanto a lechuga, el hecho de no presentar diferencias significativas entre tratamientos para la variable peso seco radical, indica nuevamente que la aplicación de bioestimulantes en la mezcla del sustrato, no es determinante en una mayor o menor acumulación de peso seco de la raíz para esta especie.

Superficie de contacto, volumen y número de ápices de raíz

En lechuga, la superficie de contacto de la raíz de los plantines con el sustrato (Cuadro 15) no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

En los plantines de lechuga, ninguno de los bioestimulantes produjo un volumen de raíces superior estadísticamente al del testigo. Esto se observó también en el número de ápices de raíz y en la superficie de contacto de raíz, en esta última no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 15).

En tomate, a pesar de no existir diferencias significativas en ninguno de los parámetros observados (Cuadro 16), se puede notar que en todos ellos, el testigo siempre mostró los valores más bajos.

Cuadro 15. Superficie de contacto con el medio, volumen y número de ápices de raíz de plantines de lechuga, al estado de plantín comercial, medidos 31 DDS¹.

Tratamiento	Superficie de contacto	Volumen	Nº ápices de raíz
	de raíz ^{ns}		
	--- (cm ²) ---	--- (cm ³) ---	--- (ud) ---
T1 (Point Maxicrop)	40,03	2,144 a	135,90 b
T2 (Aminocat)	38,02	2,234 a	115,60 b
T3 (Millerplex)	33,62	2,510 ab	86,41 a
T4 (Terrasorb)	39,41	2,482 ab	120,82 b
T5 (Kelpak)	40,05	2,958 b	137,92 b
T6 (Inicium)	36,44	2,284 a	116,60 b
T7 (Testigo)	37,59	2,854 b	119,00 b

¹DDS= Días después de siembra.

Nota: letras distintas en una misma columna denotan diferencias significativas para SNK al 5% de significancia. ^{ns} no significativo (n = 5).

Cuadro 16. Superficie de contacto con el medio, volumen y número de ápices de raíz de plantines de tomate, al estado de plantín comercial, medidos 36 DDS¹.

Tratamiento	Superficie de contacto de raíz ^{ns}	Volumen ^{ns}	Nº ápices de raíz ^{ns}
	--- (cm ²) ---	--- (cm ³) ---	--- (ud) ---
T1 (Point Maxicrop)	36,32	1,85	110,70
T2 (Aminocat)	41,00	2,20	113,95
T3 (Millerplex)	37,08	1,89	108,08
T4 (Terrasorb)	41,07	2,02	116,90
T5 (Kelpak)	39,21	1,89	124,72
T6 (Inicium)	42,02	2,04	124,22
T7 (Testigo)	35,57	1,76	97,00

¹ DDS= Días después de siembra. ^{ns} no significativo para SNK al 5% (n = 5).

En los plantines de lechuga, al no encontrar diferencias significativas en el peso seco de raíces (Figura 5) y sí en el volumen de éstas (Cuadro 15), se puede inferir que el peso de las raíces está conformado mayoritariamente por agua y no por una mayor producción de materia seca. Otras investigaciones concuerdan con los resultados obtenidos. Vernieri *et al.* (2002), citados por Pinto (2007), aplicaron un bioestimulante en plantas de tomate obteniendo como resultado un incremento en el crecimiento de las raíces en todas las concentraciones ensayadas, comparadas con un tratamiento testigo, al igual que el ensayo realizado por Tejeda *et al.* (2003), en el cual obtuvieron un aumento en la longitud de raíz entre 25 y el 50% con respecto al testigo.

Las variables superficie de contacto, volumen y número de ápices de raíz no presentaron diferencias significativas entre tratamientos en tomate y si lo hicieron en lechuga, sin embargo estas no fueron favorables respecto del testigo. Esto nuevamente puede deberse a diferencias en el sistema radical de ambas especies. Por otra parte el no obtener resultados favorables con la aplicación de bioestimulantes, aplicados al sustrato previo a la siembra de las especies, indica que estos no afectaron positivamente el crecimiento de los plantines para estas variables.

Consideraciones generales del estudio

En el sustrato utilizado (70% turba + 30% perlita), la mayoría de los bioestimulantes incorporados provocaron un leve aumento en el pH. En tanto la conductividad eléctrica aumentó fuertemente en todos los tratamientos con bioestimulantes, llegando a triplicarse en algunos casos, sin llegar a superar óptimos para el crecimiento de especies hortícolas. El sustrato utilizado, al ser de gran uso en la producción de plantines en Chile, como era de esperar no presentó valores alejados de los óptimos en su caracterización física (Da, Dr, porosidad, granulometría). En el análisis de fitotóxicidad ninguno de los bioestimulantes mostró ser perjudicial para el crecimiento y desarrollo de los plantines al ser incorporado al sustrato.

En el desarrollo de los plantines destacaron los bioestimulantes comerciales: Inicium® y Aminocat®, diferenciándose claramente del testigo en la mayoría de los estados fenológicos. El primero formulado en base a extracto de algas, compuesto por fitohormonas, además de aminoácidos. El segundo es principalmente aminoacídico.

En los parámetros medidos al plantín en estado comercial (listo para trasplante), los bioestimulantes tuvieron efecto sólo en algunos de ellos; es el caso de diámetro de tallo en tomate donde los sustratos enriquecidos con Aminocat® y Terrasorb® fueron superiores al testigo. Aminocat® también destacó al aumentar el peso seco y el área foliar, así como el peso seco radical de los plantines.

Los resultados obtenidos pueden deberse a múltiples factores, pero uno de los más probables es la duración del efecto que tiene el bioestimulante en la planta y su permanencia en el sustrato. En este estudio en particular, debido a que los bioestimulantes fueron aplicados al sustrato en una sola ocasión, pudo haberse producido lixiviación de los productos (debido al riego) y poca absorción de los bioestimulantes, los que fueron aplicados previo a la siembra, cuando ni la planta ni las raíces estaban presentes (constituidas).

Esto coincide con observaciones realizadas por Schmidt *et al.* (2003), quienes señalan que en el efecto de una sola aplicación de bioestimulante puede aminorar con el tiempo. Además sostienen que, se obtienen mejores resultados cuando se realizan aplicaciones sucesivas, indicando que la segunda aplicación, puede mostrar resultados incluso mejores que la primera, aplicaciones periódicas antes y durante los periodos de estrés y crecimiento de la planta son recomendables (3 a 6 aplicaciones por ciclo).

Muchos de estos productos bioestimulantes clasifican su contenido nutricional en la etiqueta. A veces estos son clasificados como sustancias que ayudan a la actividad biológica (como las fitohormonas o aminoácidos). La “sustancia” en sí está generalmente en pequeñas cantidades y contribuye poco al desarrollo y crecimiento de la planta (Schmidt *et al.*, 2003).

Sin perjuicio de lo anterior, el estudio pretendió buscar un sustrato enriquecido de fácil manejo y cuyo uso permitiera obtener plantines de buena calidad para la industria chilena. Se centró en las especies hortícolas más usadas en el país, buscando una respuesta general más que en variedades o cultivares determinados. Esto debido a que el montaje de los ensayos fue realizado bajo las condiciones preestablecidas de la empresa plantinera Eco-Plantas, siendo las variedades y el manejo de invernadero (riego, fertilización, etc.), el dispuesto por ésta según los requerimientos de la temporada.

Por otra parte, sería recomendable, en futuros estudios, evaluar el comportamiento de los plantines producidos en estos sustratos enriquecidos, luego del transplante y su establecimiento definitivo en el suelo.

Finalmente y de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, sería necesario realizar un estudio técnico económico comparativo, que permita establecer la conveniencia del uso de la aplicación de estos productos a los sustratos de uso hortícola.

CONCLUSIONES

Los bioestimulantes utilizados en el presente estudio, aplicados al sustrato previo a la siembra de las especies, versus un testigo sin aplicación, causan los siguientes efectos:

- Al ser aplicados al sustrato afectan su pH y CE (propiedades químicas), pero no generan fitotoxicidad (propiedad biológica).
- Algunos de ellos, adelantan la germinación y desarrollo hasta el estado de 2da hoja en plantines de lechuga y hasta 3ra hoja en plantines de tomate.
- En plantines de lechuga, en estado comercial, no aumentan el crecimiento ni aéreo ni radical.
- Aminocat® genera plantines de tomate, en estado comercial, con mayor diámetro de tallo, peso seco aéreo y radical, y aumenta su área foliar más que el resto de los bioestimulantes.
- Para lograr mejores y mayores efectos de los bioestimulantes, en las plantas, es recomendable realizar más de una sola aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. 1993. Características y propiedades. Pp. 47-62. *In: Curso superior de especialización sobre Cultivos Sin Suelo*. Cánovas, F y J. Díaz (Eds.). Instituto de estudios Almerienses. FIAPA. Almería, España. 372 p.
- Abad, M., P. Noguera y C. Carrión. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo Pp. 117-158. *In: Tratado de cultivo sin suelo* .Ed. Urrestarazu, M. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 911p.
- Aljaro, A. y C. Cáceres. 2007. Uso de bioestimulantes y fertilizantes comerciales en lechugas de plantín o speedlings. *In: Segundo seminario internacional de lechugas en Chile*. Centro regional de investigaciones La Platina. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Santiago, Chile 13 Noviembre de 2007. 83p.
- Aljaro, A., M. Battaglia y M. Escobar. 2009. Efecto de bioestimulantes aminoacídicos en lechugas aplicados a plantines en invernaderos. *In: Tercer seminario cultivo de lechugas en Chile*. Centro regional de investigaciones La Platina. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Santiago, Chile 28 de Julio de 2009. 85p.
- Aillapán, E. 1997. Evaluación de sustratos para la preparación industrial de plantines hortícolas. Memoria para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Agronomía. 70 p.
- Alvarado, P. 1996. Producción de plantines libres de estrés. *Agroeconómico* (34):10-16.
- Amanda, A., A., Ferrante, M., Valagussa and A., Piaggese. 2009. Effect of biostimulants on quality baby leaf lettuce Brown under plastic tunnel. *Acta Horticulturae* 807: 407-412.
- Ansorena, J. 1994. Sustratos propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-Prensa, España. 172 p.
- Arancibia, F. 1998. Efecto de diferentes productos bioestimulantes sobre el calibre, calidad y precocidad de tomate para primor (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso. Área de hortalizas y flores, Facultad de Agronomía. Chile. 45 p.
- Berlyn, G. and R. Russo. 1990. The use of organic biostimulants to promote root growth. *Belowground Ecol.* 2: 12-13.
- Burés, S. 1993. Todo sobre planteles. *Horticultura* 84: 11-21.

- Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Aerotécnicas S.L. España. 342 p.
- Butler, T., M. Purcell and A. Hunter. 2007. Microbial inoculant and biostimulant impact on turfgrass growth, morphology and stress tolerance when applied pre-germination. *Acta Horticulturae* 762: 55-62.
- Butler, T. and A. Hunter. 2008. Soil microbial activity and rooting as influenced by biostimulant application under reduced nutrient inputs in the grow-in year of a USGA golf green. *Acta Horticulturae* 783: 443-452.
- Caniguante, S., L. Pizarro, P. Pacheco y E. Bastías. 2009. Respuesta de los cvs. de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) "poncho negro" y naomi en diferentes condiciones de crecimiento y la aplicación de un bioestimulante natural fartum® en condiciones de salinidad. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Tarapacá. *Idesia* (Chile): 27(3): 19-28.
- Caro, J. 2008. Producción de plantines de lechuga en agrolan y perlita expandida para uso en hidroponía. Memoria para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Pregrado. 32 p.
- Carrasco, G. 2004. Semilleros en sistema flotante Pp. 573-582. *In: Tratado de cultivo sin suelo*. Ed. Urrestarazu, M. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), 2003. (On line) Elaboración de sustratos especializados para uso agrícola, a partir de residuos orgánicos bioprocesados. Proyecto Fondef D03I1063 Disponible en: <http://ri.conicyt.cl/575/fo-article-11515.pdf>. Consultado el: 3 de Octubre de 2008.
- Dane, J. and G. Topp. 2002. Methods of soil analysis. Part 4- Physical methods. SSSA Book Series: 5: 229-240.
- Epuin, C. 2004. Evaluación de tres Bioestimulantes comerciales sobre el rendimiento de cuatro variedades de papa, bajo condiciones de secano en el valle central de la IX región. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Temuco, Chile. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Escuela de Agronomía. 72 p.
- Jaramillo, J., M. Rodríguez, M. Guzamán y T. Rengifo. 2007. Manual técnico: Buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. FAO-MANA-CORPOICA y Gobernación de Antioquía (Eds), Centro de investigación "La Selva", Antioquía. 331p.
- Illanes, S. 2001. Producción de plantines de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill): Evaluación exploratoria de sustratos y fertilización. Memoria para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía. Chillán. Chile. 30 p.

- Iskander, R. 2002. Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta. In: Segundo simposio nacional de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México, Buenavista, Saltillo, Coahuila, 8 de octubre del 2002.
- Kauffman, G., D. Kneivel and T. Watschke. 2007. Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. *Crop Science* 47: 261-267.
- Kerns, D., M. Matheron, J. Palumbo, C. Sanchez, D. Still, B. Ticklers, K. Umeda, and M. Wilcox, 1999. (On line) Guidelines for head lettuce production in Arizona. IPM Series N° 12. Publication number az1099. Cooperative Extension, College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona. Estados Unidos. Disponible en: <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az/1099/>. Consultado el: 5 de Junio de 2010.
- Kratky, B. A. and H. Y. Mishima, 1981. Lettuce seedling and yield response to preplant and foliar fertilization during transplant production. *J. Amer. Soc. For Hort Sci.* 63: 309-319.
- Leskovar, D. 2001. (On line). Producción y ecofisiología del transplante hortícola. Disponible en: <http://www.uaaan.mx/academic/horticultura/memhort01/curso.pdf>. Consultado el: 30 de mayo de 2011.
- Marsh, D. and K. Paul 1988. Influence of container type and cell size on cabbage transplant. *Development and field performance. HortScience* 23 (2):310-311.
- Martínez, X. 2005. Identificación de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los sustratos y su relación con el crecimiento y desarrollo de las plantas. 20p *In: Seminario internacional sobre sustratos para uso en agricultura.* Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. Noviembre del 2005. Eds. Burés, S. y Martínez, X.
- Minami, K. 2003. High quality of seedling in vegetable production. IX International Symposium on Timing of Field Production in Vegetables Crops. Piracicaba, Sao Paulo, Brazil, 13 mayo 2003. *Acta Horticulturae* 607: 63-66.
- Montgomery, D. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Grupo editorial Iberoamérica. 589 p.
- Moreno, T. 2004. Cultivos comerciales Pp.587-599. *In: Tratado de cultivo sin suelo .Ed.* Urrestarazu, M. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 911p.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Mundi prensa. Madrid, España. 797p.

Pinto, L. 2007. Evaluación de Rukam LMW y Amir en el crecimiento y desarrollo de plantines de tomate. Memoria para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía. 28 p.

Schmidt, R. E., E. H. Ervin and X. Zhang. 2003. (On line). Questions and answers about biostimulants. Disponible en: <http://archive.lib.msu.edu/tic/gcman/article/2003jun91.pdf>. Consultado el: 15 de mayo del 2011.

Silva, K. 2007. Evaluación de volúmenes de alvéolos y mezclas de sustratos sobre la calidad del plantín de radiccio (*Cichorium intybus* L.) y su posterior comportamiento en campo. Taller de licenciatura. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile. 42 p.

Ullé, J. 2003. (On line). Comportamiento post-transplante de hortalizas de hojas y brassicaceas, provenientes de diferente volumen de contenedor y mezclas de sustratos, a base de vermicompost, turba, perlita. Disponible en http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/ju_014re.htm. Consultado el: 07 Noviembre 2009.

Valenzuela, O. y C. Gallardo, 2003. (On line) Un insumo clave en los sistemas de producción de plantines: Sustratos hortícolas. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/horticola/hortalizas03.pdf>. Consultado el: 28 de mayo 2011.

Vavrina, C. 2000. (On line) Bigger is actually better. University of Florida. Vegetable horticulture program. Disponible en: <http://www.imok.un.edu/veghort/trans/biggeris.htm>. Consultado el: 12 octubre de 2010.

Vavrina, C., P. Roberts, N. Burelle and E. Ontermma. 2004. Systemic resistance in tomato: greenhouse screening of commercial products and application programs. Hortscience 39(2): 433-437.

Vernieri, P., A. Ferrante, G. Serra and A. Piaggese 2006. Use of biostimulant for reducing nutrient solution concentration in floating system. Acta Horticulturae 718: 477-484.

Weston, L. 1988. Effect of flat cell size, transplant age, and production site on growth and yield pepper transplants. Hortscience 4: 709-711.

Zhang, X. and R. E. Schmidt. 1999. Antioxidant responses to hormone-containing products in Kentucky bluegrass subject to drought. Crop Science 39: 545-551.

Zhang, X., E. H. Ervin, and R. E. Schmidt. 2003. Plant growth regulators can enhance the recovery of Kentucky bluegrass sod from heat injury. Crop Science 43: 952-956.

Zhang, X. and E. H. Ervin 2004. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop Science* 44: 1737-1745.

Zucconi, F., M. Forte, A. Mónaco and M. De Bertoldi. 1981. Evaluating toxicity of immature compost, *Biocycle* 22(2):27-29.

