

**Universidad Autónoma de Sinaloa**  
Colegio en Ciencias Agropecuarias  
Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte  
**Maestría en Ciencias Agropecuarias**



**TESIS:**

NUTRICIÓN EQUILIBRADA EN PLÁNTULAS DE HORTALIZAS  
EN EL NORTE DE SINALOA

**Que para obtener el grado de Maestro en Ciencias  
Agropecuarias**

**PRESENTA:**

**SALOMÓN BUELNA TARÍN**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. GABRIEL ANTONIO LUGO GARCÍA**

**CO-DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. BARDO HELEODORO SÁNCHEZ SOTO**

**ASESOR:**

**DR. ÁLVARO REYES OLIVAS**

**Culiacán de Rosales, Sinaloa, México, a 31 de mayo de 2018**

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **SALOMÓN BUELNA TARÍN**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**(SELLO DE  
POSGRADO)**

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR



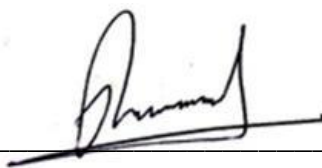
DR. GABRIEL ANTONIO LUGO GARCÍA

CO-DIRECTOR



DR. BARDO HELEODORO SÁNCHEZ SOTO

ASESOR



DR. ÁLVARO REYES OLIVAS

CULIACÁN DE ROSALES, SINALOA, MÉXICO, A 31 MAYO DEL 2018



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

## COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

FACULTAD DE AGRONOMÍA CULIACÁN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL FUERTE  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL CARRIZO

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 20 de enero del año 2020, el que suscribe Salomón Buelna Tarín, alumno del Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 0064635-0, de la Unidad Académica Facultad de Agricultura del valle del Fuerte, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Gabriel Antonio Lugo García y del Dr. Bardo Heleodoro Sánchez Soto y cede los derechos del trabajo titulado “Nutrición equilibrada en plántulas de hortalizas en el norte de Sinaloa”, a la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor.

La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE

---

Salomón Buelna Tarín

CORREO ELECTRÓNICO: [salomonbtarin@hotmail.com](mailto:salomonbtarin@hotmail.com)  
CURP: BUTS820819HSLRL08

## DEDICATORIA

A mis padres Eliseo y María Teresa, por todo su amor, comprensión, consejos, apoyo, sacrificios y por hacer de mí lo que ahora soy.

A mis hermanos: Eliseo, José Rosario, Adonay, Daniel, Marina y Diana Yuniva, por el cariño y la confianza depositados en mí; por apoyarme siempre.

A mis sobrinos: Salvador, Salma, Abraham, Mariana, Rodrigo, Eliseo y Ana Victoria.

A mis tíos y a mis primos por contar con su apoyo en todo momento.

A mis compañeros: Juan, Víctor, Bardo, Gabriel, Eva, gracias por su amistad.

Gracias a todos!

Sinceramente  
Salomón Buelna Tarín.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a **Dios** por guiarme en el camino a seguir y por acompañarme en cada momento de mi vida.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)** por el apoyo económico otorgado en forma de una beca (No. de becario: 617949) para estudios de posgrado y al **Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa**, por brindarme la oportunidad de adquirir y generar conocimientos, a través de las asignaturas cursadas y el trabajo de investigación realizado.

A la **Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte**, por haberme apoyado en mi formación como profesionista.

Al **Dr. Bardo Heleodoro Sánchez Soto** por su gran apoyo, amistad y dedicación al haber guiado el desarrollo de esta investigación y llegar a la culminación de la misma.

Al **Dr. Álvaro Reyes Olivas**, **Dr. Gabriel Antonio Lugo García** y al **Dr. Javier Alonso Romo Rubio** por su apoyo y disposición para impartir los cursos pertinentes al programa.

Y a todos aquellos que contribuyeron en mi formación profesional.

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 Aspectos generales de chile.....	4
2.2 Aspectos generales de pepino.....	4
2.3 Antecedentes en la nutrición de plántulas.....	5
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	9
<b>4. OBJETIVO GENERAL</b> .....	10
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	11
5.1 Descripción del área de estudio.....	11
5.2 Material vegetal.....	11
5.3 Diseño experimental.....	12
5.4 Variables de respuesta.....	12
5.5 Análisis estadístico.....	14
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	15
6.1 Primer muestreo en chile jalapeño.....	15
6.2 Segundo muestreo en chile jalapeño.....	16
6.3 Resultados en pepino.....	19
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	26
<b>8. LITERATURA CITADA</b> .....	28
<b>9. ANEXOS</b> .....	32

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Valores medios del peso seco de tallo (PST, mg) y peso seco de hoja (PSH, mg) de plántulas de chile jalapeño cultivar Bravo registrados en las soluciones nutritivas a los 15 dds.....	15
2	Valores medios del peso seco de tallo (PST, mg) y peso seco de hoja (PSH, mg) de plántulas de chile jalapeño cultivar Bronco registrados en las soluciones nutritivas a los 15 dds.....	16
3	Valores medios del peso seco de tallo (PST, mg), peso seco de hoja (PSH, mg), peso seco de la raíz (PSR) y longitud de raíz (LR) de plántulas de chile jalapeño cultivar Bravo registrados en las soluciones nutritivas a los 30 dds.....	17
4	Valores medios del peso seco de tallo (PST, mg), peso seco de hoja (PSH, mg), peso seco de raíz (PSR) y longitud de raíz (LR) de plántulas de chile jalapeño cultivar Bronco registrados en las soluciones nutritivas a los 30 dds.....	18
5	Longitud de raíz (LR), largo de tallo (LT), peso seco de raíz (PSR), peso seco de tallo (PST) y peso seco de hoja (PSH) de plántulas de pepino a los 20 dds de los cultivares Paraíso, Alcázar y Primavera por solución nutritiva. Media $\pm$ error estándar (E.E.).....	22
6	Longitud de raíz (LR), largo de tallo (LT), peso seco de raíz (PSR), peso seco de tallo (PST) y peso seco de hoja (PSH) de plántulas de pepino a los 20 dds de las soluciones nutritivas por cultivar. Media $\pm$ error estándar.....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Localización de la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa, México.....	11
2	Material vegetal utilizado en los experimentos de nutrición equilibrada de plántulas de chile jalapeño y pepino.....	12
3	Plántulas de chile jalapeño y pepino, previo al trasplante, para el registro de las variables de respuesta.....	13
4	Medición de longitud de raíz y peso seco de hoja de plántulas de chile jalapeño, después de las aplicaciones de las soluciones nutritivas.....	13
5	Longitud de raíz (cm) registrado por cultivar en cada solución nutritiva. No existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la interacción enraizador*cultivar.....	24
6	Variables con diferencia altamente significativa ( $p < 0.05$ ). (a) Longitud de tallo (cm); (b) peso seco de raíz (mg); (c) peso seco de tallo (mg); (d) peso seco de hoja (mg) de plántulas de los cultivares de pepino tratadas con distintos productos enraizadores.....	25



## RESUMEN

Se investigó el efecto de enraizadores en el crecimiento de plántulas de dos hortalizas cultivadas en Sinaloa. Bajo un diseño completamente al azar (DCA) se probó MaxiRoot (A; 5 ml.L<sup>-1</sup>), Raizal (B; 10 g.L<sup>-1</sup>), enraizador Agrosoluciones (C; 0.5 g.L<sup>-1</sup>), ROOT BASE (D; 1 ml.L<sup>-1</sup>), ENRAIZA Plus (E; 10 ml.L<sup>-1</sup>) y 10-25-30 (F; 6 ml.L<sup>-1</sup>) en trasplantes de chile jalapeño, cultivares Bravo y Bronco, de la empresa Vilmorin (Aherm-seeds), mientras que bajo un DCA con arreglo factorial se evaluó la solución nutritiva Steiner NPK (A; 20ml.L<sup>-1</sup>; 50 v.c.), 10-25-30 (B; 6 ml.L<sup>-1</sup>), 250-50-250 (C; 20 ml.L<sup>-1</sup>; 50 v.c.), MaxiRoot (D; 5ml.L<sup>-1</sup>) y ENRAIZA Plus (E; 10ml.L<sup>-1</sup>) en plántulas de pepino Paraíso, Alcázar y Primavera de la compañía Enza Zaden. Se registró longitud de raíz (LR, cm), longitud de tallo (LT, cm), peso seco de raíz (PSR, mg), peso seco de tallo (PST, mg), y peso seco de hoja (PSH, mg). Los análisis de varianza de una vía o Kruskal-Wallis se emplearon, según el cumplimiento o no de normalidad de los datos, para demostrar las diferencias estadísticas entre tratamientos y la separación de medias fue con Tukey o Wilcoxon ( $p < 0.05$ ), respectivamente, con ayuda del paquete estadístico SAS. Los resultados muestran que las plántulas de chile jalapeño con mayor calidad se obtuvieron con 10-25-30, ya que influye significativamente ( $p < 0.05$ ) en PST (Bravo:  $\bar{x}_F = 46.2$  mg; Bronco:  $\bar{x}_F = 58.06$  mg), PSH (Bravo:  $\bar{x}_F = 57.5$  mg; Bronco:  $\bar{x}_F = 74.03$  mg), PSR (Bravo:  $\bar{x}_F = 42.5$  mg; Bronco:  $\bar{x}_F = 55.95$  mg) y LR en Bronco ( $\bar{x}_F = 8.85$  cm). En pepino, las plántulas con las mejores características se consiguieron con solución nutritiva Steiner NPK (100%), ya que aportó la mayor longitud de raíz ( $\bar{x} = 10.94$  cm) con PSR de 95.0 mg, PSH ( $\bar{x} = 221.4$  mg) y LT ( $\bar{x} = 13.13$  cm). Primavera produce las plántulas de mayor calidad con 9.26 cm de LR, 11.56 cm de LT, 79.4 mg de PSR, 103.2 mg de PST y 255.0 mg de PSH. La solución nutritiva 10-25-30, en chile jalapeño, y solución nutritiva Steiner NPK seguido por 250-50-250 en pepino, estimulan el crecimiento proporcional entre raíz, tallo y hoja de las plántulas, debido a que contienen un balance nutrimental entre NPK, por lo que se recomienda la aplicación de estos enraizadores, al menos tres veces, durante la producción de plántula de las dos hortalizas en invernadero.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum* L., *Cucumis sativus* L., enraizador, trasplante, 10-25-30, solución nutritiva Steiner NPK (100%), 250-50-250.

## ABSTRACT

An experiment was carried out to evaluate the effect of root promoters in two vegetable seedlings grown in Sinaloa. The first trial was established with a completely randomized design where the treatments were MaxiRoot (A; 5 ml.L<sup>-1</sup>), Raizal (B; 10 g.L<sup>-1</sup>), enraizador Agrosoluciones (C; 0.5 g.L<sup>-1</sup>), ROOT BASE (D; 1 ml.L<sup>-1</sup>), ENRAIZA Plus (E; 10 ml.L<sup>-1</sup>) y 10-25-30 (F; 6 ml.L<sup>-1</sup>) and were applied in jalapeño pepper seedlings of Bravo and Bronco cultivars of Vilmorin Company (Ahern-seeds). The treatments in the second trial was arranged in a completely randomized design with a factorial distribution to evaluate the Steiner nutrient solution NPK (A; 20 ml.L<sup>-1</sup>; 50 v.c.), 10-25-30 (B; 6 ml.L<sup>-1</sup>), 250-50-250 (C; 20 ml.L<sup>-1</sup>; 50 v.c.), MaxiRoot (D; 5 ml.L<sup>-1</sup>) and ENRAIZA Plus (E; 10 ml.L<sup>-1</sup>) in cucumber seedlings of Paraíso, Alcázar and Primavera cultivars of Enza Zaden Company. The measured variables were root length (LR, cm), stem length (LT, cm), root dry weight (PSR, mg), stem dry weight (PST, mg) and leaf dry weight (PSH, mg). Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) of one way or Kruskal –Wallis analysis, according to the compliance or not of normality of the information, to demonstrate the statistical differences between treatments and the separation of means was realized with Tukey o Wilcoxon ( $p < 0.05$ ), respectively, with SAS statistical program. According with results the best quality seedlings were obtained with 10-25-30 treatment, since it affects significantly ( $p < 0.05$ ) in PST (Bravo:  $\bar{x}_F = 46.2$  mg; Bronco:  $\bar{x}_F = 58.06$  mg), PSH (Bravo:  $\bar{x}_F = 57.5$  mg; Bronco:  $\bar{x}_F = 74.03$  mg), PSR (Bravo:  $\bar{x}_F = 42.5$  mg; Bronco:  $\bar{x}_F = 55.95$  mg) and LR in Bronco ( $\bar{x}_F = 8.85$  cm). In relation to cucumber, the seedlings with the best features were obtained with Steiner nutrient solution NPK, considering that reached the largest root length ( $\bar{x} = 10.94$  cm) with a PSR of 95.0 mg, PSH ( $\bar{x} = 221.4$  mg) and LT ( $\bar{x} = 13.13$  cm). Primavera cultivar reported the best quality seedlings with 9.26 cm of LR, 11.56 cm of LT, 79.4 mg of PSR, 103.2 mg of PST and 255.0 mg of PSH. 10-25-30 treatment in jalapeño pepper and Steiner nutrient solution NPK followed by 250-50-250 treatment in cucumber, encouraged the proportional

growth among root, stem and leaf of seedlings, because of their composition and nutrient balance between NPK, thus, is advisable the applying of these root promoters at least three times during seedling production of the two vegetables.

Keywords: *Capsicum annuum* L, *Cucumis sativus* L, root promoters, seedlings.10-25-30, Steiner nutrient solution NPK (100%), 250-50-250.

## I. INTRODUCCIÓN

En México, el estado de Sinaloa es el principal productor y exportador de granos, hortalizas y cucurbitáceas; la superficie cultivada es de 300,000 ha, de éstas 85,000 ha se destinan a cultivos hortícolas cada año, siendo los municipios del norte (Choix, El Fuerte, Sinaloa de Leyva, Guasave y Ahome) las principales zonas con alrededor de 48,321 ha (CESAVESIN, 2010).

La producción de plántulas de hortalizas en invernadero, se realiza, de manera frecuente, en almácigos (también llamado vivero o semillero), él cual es una parcela reducida que se localiza en un lugar adecuado que proporcione todas las facilidades de manejo para la obtención de trasplantes para ser establecidos en el campo donde completarán su ciclo productivo (Castañeda, 1983; Lardizábal, 2002).

Las ventajas de producir plántulas en invernadero en comparación con la siembra directa son:

- A) Mejor utilización de la semilla (ahorro de semilla)
- B) Utilización de poca cantidad de sustrato
- C) Facilita la siembra y el trasplante
- D) Desarrollo más uniforme de las plántulas
- E) Se producen plántulas de mejor calidad
- F) Buen desarrollo de las plantas después de ser trasplantadas
- G) Se logra un 98% de sobrevivencia en el campo
- H) Se reduce la aplicación de pesticidas químicos, y
- I) Se acelera el proceso de producción.

Las desventajas consisten en:

- A) Incremento en los costos de producción
- B) Aplicación de riegos continuos debido al tamaño de las cavidades de las charolas, ya que no mantienen la humedad por mucho tiempo
- C) Mayor nivel de especialización y capacitación, y
- D) Condiciones óptimas para el ataque de agentes patógenos.

De acuerdo con Vavrina (2002) para que una plántula sea considerada de calidad debe reunir las siguientes características: A) Sana, B) Vigorosa con sistema radical bien desarrollado, C) Hojas de buen tamaño y coloración, D) Disponible para establecerse en campo cuando se requiera, E) Confiable para arraigo en campo, F) Libre de plagas y enfermedades, G) Tolerante a cambios ambientales, y H) Uniformidad en tamaño y desarrollo. Por otra parte, May (1984) sugiere que la mejor calidad de la plántula se obtiene cuando la parte aérea es relativamente pequeña y la raíz es grande, lo que puede garantizar una mayor supervivencia, ya que se evita que la transpiración exceda a la capacidad de absorción. La plántula lista para el trasplante se caracteriza por un tallo grueso y crecimiento vigoroso, hojas de color verde intenso, buen desarrollo de raíces, libre de plagas y enfermedades; la altura es variable, por ejemplo para tomate o pimiento puede ser de siete a doce centímetros por presentar tallos vigorosos, altura de siete a 12 cm (Szczesny, 2014). En el caso de las plántulas de chile jalapeño esto se logra alrededor de los 40 y 50 días después de la siembra (dds), por ejemplo, se ha demostrado que plántulas trasplantadas a los 35 días, el rendimiento se ve disminuido significativamente (Montaño-Mata y Núñez, 2003), mientras que las plántulas de pepino, es habitual, que el trasplante se realice a los 20 dds.

Los estudios sobre nutrición de plántulas han considerado la formulación de numerosas soluciones nutritivas que varían en composición química y se han enfocado al crecimiento de plantas en sistemas hidropónicos (Smith *et al.*, 1983), además se ha investigado el efecto del nitrógeno y fósforo como nutrientes enraizantes, y la acción hormonal que desarrollan las auxinas en el crecimiento de los ejes principales de las raíces (Marschner, 1990). Eroski (2010) afirma que los bioestimulantes enraizadores (hormonales) son formulaciones a base de varios compuestos químicos incluyendo hormonas, aminoácidos, vitaminas, enzimas y elementos minerales, y son los más conocidos y de uso común en la agricultura; la concentración hormonal en los bioestimulantes casi siempre es baja (menos de 0,02% o 200 ppm de cada hormona), así como también la de los demás componentes de la formulación.

Steiner (1961) indicó que cuando se aplica la solución nutritiva en forma continua, las plantas pueden absorber iones a muy bajas concentraciones. Sin embargo, es probable que, disminuyendo demasiado la concentración, la demanda mínima de determinados nutrientes no sea cubierta. En lo opuesto, el consumo excesivo puede conducir a toxicidades. Por tal motivo, esta investigación tiene como finalidad generar conocimiento del efecto de las soluciones nutritivas comerciales y experimentales en la calidad de las plántulas de chile jalapeño y pepino, debido a que en el norte de Sinaloa se carece de información sobre la nutrición en plántulas de hortalizas.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos generales de chile

El chile se ubica entre las ocho hortalizas más cultivadas en el mundo con una producción de alrededor de 31.167 millones de toneladas (SIAP, 2012) debido a sus diversos usos, como son: alimenticios, medicinales, industriales y ornamentales (Sánchez *et al.*, 2011); a nivel internacional, México ocupa el segundo lugar en la producción de chiles, dedicándole más de 140,000 ha para el cultivo de este fruto, así como también es considerado líder de exportación con un comercio de 845 000 t, generando alrededor de 560 millones de dólares en 2014 al cultivar 50 variedades, entre las que destacan el jalapeño, serrano, poblano, morrón, pasilla, guajillo y habanero (SAGARPA, 2015). Sin embargo, el chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) es considerado el de mayor importancia económica debido a su amplio consumo, alta rentabilidad y gran demanda de mano de obra (SIAP, 2010). En el año 2012, en Sinaloa la superficie cosechada de chile jalapeño fue de 2931 ha, con una producción de 69 783 t, con rendimiento promedio de 23.81  $\text{tha}^{-1}$  y valor total de producción de 423 millones de pesos.

### 2.2 Aspectos generales de pepino

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las hortalizas cucurbitáceas más conocidas. Se cultiva en casi todo el mundo, principalmente, para consumo de sus frutos no climatéricos en estado inmaduro (Barraza, 2015). Es una planta herbácea anual rastrera, que al parecer, es nativa de Asia y África que ha sido utilizada para la alimentación humana desde hace 3,000 años. En la actualidad, su alto índice de consumo, ya sea como alimento fresco o industrializado, se debe gracias a sus grandes fuentes de minerales, proteínas y vitaminas (Véliz, 2015).

El pepino tiene un papel muy importante en la economía de México, debido a la demanda, generación de divisas y fuentes de empleo (Ross, 2015). Por ejemplo, durante los últimos setenta y cinco años, el pepino mexicano ha mantenido su participación en el mercado internacional por su calidad. Además de la derrama económica que representa en las zonas de cultivo, resultado de la mano de obra

requerida para su manejo, empaque y comercialización, es el tercer productor agropecuario en la región de la captación de divisas. Una de las ventajas competitivas adicionales de nuestro país, es que la cosecha se lleva a cabo en la época en la que otros países competidores están fuera del mercado por su ubicación geográfica (Infoagro, 2011; SAGARPA, 2011).

Esta hortaliza se cultiva en 29 estados de México, por lo cual ya se considera de gran importancia debido a la gran diversidad de climas y adaptabilidad que representa (SAGARPA, 2011). La superficie sembrada de pepino en la República Mexicana ha presentado poca fluctuación a través de los años, registrando una superficie de 4,283 has en el ciclo agrícola primavera-verano 2009, que se incrementó a 4,996 has (SAGARPA, 2011). En el ciclo primavera- verano del 2017, se sembraron 6, 526 has de pepino con un rendimiento medio de 39.23 ton.ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2017).

Junto con la sandía (*Citrullus vulgaris* Shard.), melón (*Cucumis melo* L.) y jitomate (*Solanum lycopersicum* L), son las especies de hortalizas de frutos más importantes que exporta México al mercado internacional (Barraza, 2015) ya que México es el principal exportador de pepino hacia los Estados Unidos con una cantidad aproximada de 361,721 toneladas (López-Elías *et al.*, 2011) y de acuerdo al Banco de México (2013), en el año 2013 el país ocupó el primer lugar en exportaciones de pepinos, con 368.383 t, cuyo valor fue de \$US 185 millones.

### **2.3 Antecedentes en la nutrición de plántulas**

El crecimiento y desarrollo de las plantas requiere en gran cantidad, principalmente, de los macroelementos nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, mientras que en cantidades pequeñas están los microelementos manganeso, zinc, fierro, cloro, boro y molibdeno. En seguida se describen las funciones relevantes de los macroelementos: a) El nitrógeno interviene en los procesos de desarrollo, crecimiento y multiplicación de las plantas e influye, de



manera directa, en la asimilación y formación de hidratos de carbono (azúcares) que al final se ven como resultados en las cosechas con alto índice de producción (Andrango, 2015). b) El fósforo desempeña una función importante en el desarrollo del sistema radicular, interviene en la formación de tejido leñoso y además en la fructificación, formación y maduración del fruto y es esencial en la formación de semillas. Se considera un nutriente móvil por floema y se observan las deficiencias primero en las hojas viejas, para luego ser redirigido a las hojas jóvenes y brotes en desarrollo (Ross, 2013). Además, interviene en la maduración temprana de los frutos, especialmente, en los cereales y en la calidad de la cosecha, dando más consistencia al grano y da resistencia al tallo, ayudando a prevenir la tumbada (Suquilanda, 2010). c) El potasio promueve el desarrollo y crecimiento de flores y frutos; da resistencia a las plantas contra plagas y enfermedades, heladas y sequías; determina la mayor o menor coloración en flores y frutales y el sabor en éstos últimos, por lo tanto, es esencial para la formación de almidones y azúcares, además de regular los procesos de fotosíntesis (Andrango, 2015). d) El calcio es requerido por todas las plantas, ya que actúa como regulador de crecimiento e interviene en la formación de tejidos, en la división celular, en el crecimiento de meristemas y en la absorción de nitratos (Ross, 2013). e) El magnesio es el principal componente de la molécula de clorofila, de allí su importancia en el proceso fotosintético, la coloración verde intensa de la hoja, así como en la absorción y metabolismo del fósforo, potasio y la acumulación de azúcares (Ross, 2013).

Uno de los aspectos más importantes en la producción de hortalizas es la nutrición aplicada durante el ciclo de cultivo, aunque en la etapa de producción de plántulas su manejo en México, por lo general, no se practica, o bien se realiza en forma empírica, sin planeación alguna; esto puede traducirse en una producción de plántulas de baja calidad (heterogéneas, altas y delgadas, con floración precoz, entre otros) que tienen problemas de establecimiento, lo que disminuye la capacidad de expresar su potencial de rendimiento (Magdaleno-Villar *et al.*, 2006).

Actualmente es una necesidad para los productores de hortalizas obtener plántulas uniformes y bien desarrolladas, lo cual puede lograrse con el manejo adecuado, asegurando con esto una buena producción (Puerta *et al.*, 2012). Por lo antes expuesto, varios autores han demostrado que la condición nutricional de la plántula en invernadero puede ser una estrategia que facilite el crecimiento de las raíces, disminuya el estrés al momento de ser trasplantadas e incremente la supervivencia de éstas (Leskovar y Stoffella, 1995); para obtener el máximo rendimiento en un cultivo e requiere de una optimización de los nutrimentos aplicados (Chauhan *et al.*, 2005).

En etapas tempranas (plántulas) la nutrición puede ser una estrategia para estimular el crecimiento de las raíces, así como para aumentar la capacidad de las plántulas de tolerar el estrés al que son sometidas durante el trasplante en el campo (Leskovar y Stofella, 1995), programar la fecha de cosecha durante todo el año, obtener plantas con mayor uniformidad en tamaño, reducir su ciclo de cultivo y hacer un uso más eficiente del espacio y el tiempo (Moreno *et al.*, 2011).

Mediante la realización del trasplante de muchas hortalizas puede obtenerse mayor precocidad del cultivo, alargamiento y economía de la superficie del suelo comparado con la siembra directa en el campo (Motes y Roberts, 2006); con el uso del trasplante puede obtenerse un crecimiento de mayor calidad y menor porcentaje de pérdida de plántulas después del trasplante (Garton y Widders, 1990; Dufault, 1998).

En la producción de hortalizas de excelente calidad, la producción de plántulas es una de las etapas relevantes en el ciclo del cultivo, ya que tiene significativa influencia en las respuestas de la planta, desde el punto de vista nutricional (Andrango, 2015) y productivo, dado que existe una relación directa entre plántulas sanas y vigorosas y la producción en campo abierto (Guimaraes *et al.*, 2002). Según Lardizábal (2012), las ventajas del uso de charolas son: sanidad del medio a usar, sanidad de la plántula, optimización de la semilla, stress del trasplante se minimiza,

permite el trasplante durante todo el día, menos pérdida de plántulas, mejor sistema radicular, entre otras. Las características ideales para considerar a una plántula de calidad son: debe ser compacta, buen sistema radicular, color verde intenso, tallo robusto, sin plagas o enfermedades, con el cepellón compacto y de edad adecuada para el trasplante (Lardizábal, 2007).

En breve, la producción de plántulas de hortalizas en México todavía se realiza en contenedores en los que se emplean sustratos orgánicos que comúnmente contienen cantidades limitadas de nutrimentos y materia orgánica, necesarios para el desarrollo de la plántula; a pesar de ello, es común que durante el desarrollo de las mismas no sean suministrados elementos minerales complementarios o cuando son aplicados, no se realiza un control adecuado de las cantidades empleadas de acuerdo con los requerimientos de la planta (Magdaleno-Villar *et al.*, 2006).

### **III. HIPÓTESIS**

Las soluciones nutritivas tienen un efecto positivo en el crecimiento de raíces, tallo y hoja de plántulas de chile jalapeño cultivares Bravo y Bronco de la empresa Vilmorin (Ahern-seeds) y plántulas de pepino de los híbridos Paraíso, Alcázar y Primavera de la empresa Enza Zaden.

#### **IV. OBJETIVO GENERAL**

Probar el efecto de diferentes soluciones nutritivas comerciales y experimentales en la calidad de plántula de hortalizas cultivadas en el norte de Sinaloa. Al conocer la relación entre los requerimientos nutrimentales y el peso seco de las partes de la plántula (raíz, tallo y hoja) a través de la adición de productos enraizadores comerciales y experimentales, permitirá el diseño adecuado de calendarios de riego y aplicación de nutrientes en etapas críticas del crecimiento de las plántulas, asimismo es posible estimar la proporción adecuada de N, P y K para la obtención de trasplantes de mejor calidad.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Descripción del área de estudio

Los experimentos se realizaron en un invernadero de la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte (FAVF; Figura 1), localizada en la Colonia El Estero, Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa, México ( $108^{\circ}49'23''$  longitud Oeste y  $25^{\circ}45'57''$  latitud Norte y 10 msnm). El clima es húmedo cálido con temperatura media anual de  $25.9^{\circ}\text{C}$ , temperatura mínima y máxima anual de  $18$  y  $33.9^{\circ}\text{C}$ , respectivamente; siendo la temporada más calurosa la que va de mayo a octubre, y la más lluviosa de julio a octubre, con una precipitación promedio anual de 383.1 mm (Estación 25048 CONAGUA-DGE, Cuenca Lechuguilla-Ohuira-Navachiste).



**Figura 1.** Localización de la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa, México.

### 5.2 Material vegetal

Las semillas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) de los cultivares Bravo y Bronco se obtuvieron de la empresa Vilmorin (Ahern seeds), mientras que se usaron semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.) de los híbridos Paraíso, Alcázar y Primavera de la comercializadora Enza Zaden.



**Figura 2.** Material vegetal utilizado en los experimentos de nutrición equilibrada de plántulas de chile jalapeño y pepino.

### 5.3 Diseño experimental

Para probar el efecto de distintas soluciones nutritivas comerciales y experimentales en la calidad de plántula de dos hortalizas de mayor relevancia en el norte de Sinaloa, se realizaron dos ensayos de experimentación. El primero ensayo evaluó la respuesta de dos cultivares de chile jalapeño bajo un diseño completamente al azar, uno experimento por híbrido, mientras que en pepino fue completamente al azar con arreglo factorial para incluir la interacción cultivar\*enraizador. En chile jalapeño se aplicaron los tratamientos enraizadores de las marcas comerciales MaxiRoot (A; 5 ml.L<sup>-1</sup>), Raizal (B; 10 g.L<sup>-1</sup>), enraizador Agrosoluciones (C; 0.5 g.L<sup>-1</sup>), ROOT BASE (D; 1 ml.L<sup>-1</sup>), ENRAIZA Plus (E; 10 ml.L<sup>-1</sup>) y el producto experimental 10-25-30 (F; 6 ml.L<sup>-1</sup>), mientras que en pepino se emplearon la solución nutritiva Steiner NPK (A; 20ml.L<sup>-1</sup>; 50 v.c.), 10-25-30 (B; 6 ml.L<sup>-1</sup>), 250-50-250 (C; 20 ml.L<sup>-1</sup>; 50 v.c.), MaxiRoot (D; 5ml.L<sup>-1</sup>) y ENRAIZA Plus (E; 10ml.L<sup>-1</sup>).

### 5.4 Variables de respuesta

El crecimiento de plántulas se llevó a cabo en charolas de 264 celdas. La aplicación de cada solución mineral se realizó mediante el riego a los 0, 7, 14 y 21 días después de la siembra (dds). En chile jalapeño se realizaron dos muestreos para evaluar la calidad de plántula, es decir a los 15 y 30 dds, mientras que en pepino sólo fue uno y se llevó al cabo a los 20 dds (Figura 3).



**Figura 3.** Plántulas de chile jalapeño y pepino, previo al trasplante, para el registro de las variables de respuesta.

Las variables de respuesta en ambas hortalizas fueron: 1) Longitud de raíz (LR, cm), 2) Longitud de tallo (LT, cm), 3) Peso seco de raíz (PSR,mg), 4) Peso seco de tallo (PST, g), y 5) Peso seco de hoja (PSH,mg). La medición de las longitudes de raíz y tallo se hizo con un vernier digital Truper, mientras que los pesos de raíz, tallo y hoja se registraron en una balanza analítica (Marca: AND A&D Weighing; Serie Orion) (Figura 4).



**Figura 4.** Medición de longitud de raíz y peso seco de hoja de plántulas de chile jalapeño, después de las aplicaciones de las soluciones nutritivas.



### **5.5 Análisis estadístico**

Los datos obtenidos en cada una de las variables evaluadas se sometieron a pruebas de normalidad de Shapiro y Wilk (1965). Las variables que mostraron normalidad en sus datos, se sometieron al análisis de varianza de una vía; la separación de medias se realizó con la prueba de Rangos Studentizados de Tukey al 5%, mientras aquellas variables que no cumplieron el supuesto de normalidad, aun cuando fueron transformadas, se optó por el análisis Kruskal-Wallis y la comparación de Wilcoxon al 5%. Todos los análisis estadísticos se efectuaron con ayuda de SAS versión 9.2 para Windows (SAS Institute, 2009).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Primer muestreo en chile jalapeño

Se realizó a los 15 dds y se analizaron las variables peso seco de tallo (mg) y peso seco de hoja (mg) en los cultivares de chile jalapeño Bravo y Bronco; el cultivar Bravo obtuvo en promedio un peso seco de tallo de 5.26 mg, presentando mayor peso seco de tallo con los tratamientos F (10-25-30) (14.20 mg) y A (MaxiRoot) (7.60 mg) comparado con el resto de los tratamientos. El peso seco de hoja en promedio fue de 23.2 mg, observándose que los tratamientos F (10-25-30) y A (MaxiRoot) mostraron los más altos valores con 47.1 y 35.6 mg, respectivamente; el análisis de varianza indica que éstos tratamientos fueron estadísticamente ( $p < 0.05$ ) iguales entre ellos, pero difieren con respecto a los otros tratamientos (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Valores medios del peso seco de tallo (PST, mg) y peso seco de hoja (PSH, mg) de plántulas de chile jalapeño cultivar Bravo registrados en las soluciones nutritivas a los 15 dds.

Variable	Tratamiento						Media general (mg)
	A	B	C	D	E	F	
PST (mg)	7.60 <sup>ab</sup>	2.50 <sup>c</sup>	4.20 <sup>bc</sup>	2.20 <sup>c</sup>	0.90 <sup>d</sup>	14.20 <sup>a</sup>	5.26
PSH (mg)	35.60 <sup>ab</sup>	16.30 <sup>cd</sup>	24.60 <sup>bc</sup>	9.60 <sup>de</sup>	6.10 <sup>e</sup>	47.10 <sup>a</sup>	23.20

Tratamientos A= MaxiRoot; B= Raizal; C= enraizador Agrosoluciones; D= ROOT BASE; E= ENRAIZA Plus y F= 10-25-30. Letras distintas por fila indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

El cultivar Bronco mostró en promedio un peso seco de tallo de 4.6 mg, siendo los tratamientos F (10-25-30) con 10.8 mg y A (MaxiRoot) con 7.9 mg los que registraron mayores valores, los cuales son estadísticamente ( $p > 0.05$ ) iguales entre ellos, pero difieren de manera significativa ( $p < 0.05$ ) del resto de los tratamientos. En Bronco el PSH promedió 20.75 mg y mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos; las soluciones F (10-25-30) con 38.8 mg y A (MaxiRoot) con 31.4 mg fueron las que presentaron mayor PSH, las cuales fueron estadísticamente ( $p > 0.05$ ) iguales entre ellas, pero diferentes al resto de los tratamientos (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Valores medios del peso seco de tallo (PST, mg) y peso seco de hoja (PSH, mg) de plántulas de chile jalapeño cultivar Bronco registrados en las soluciones nutritivas a los 15 dds.

Variable	Tratamiento						Media general (mg)
	A	B	C	D	E	F	
PST (mg)	7.90 <sup>a</sup>	1.70 <sup>b</sup>	3.10 <sup>b</sup>	2.70 <sup>b</sup>	1.40 <sup>b</sup>	10.80 <sup>a</sup>	4.60
PSH (mg)	31.40 <sup>a</sup>	12.00 <sup>bc</sup>	20.10 <sup>b</sup>	12.00 <sup>bc</sup>	7.50 <sup>c</sup>	38.80 <sup>a</sup>	20.75

Tratamientos A= MaxiRoot; B= Raizal; C= enraizadorAgrosoluciones; D= ROOT BASE; E= ENRAIZA Plus y F= 10-25-30. Letras distintas por fila indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

A los 15 dds el enraizador 10-25-30 (tratamiento F) se caracterizó por mostrar un balance y concentración nutrimental en N, P, K (414 ppm, 204 ppm y 374 ppm), lo cual se reflejó en un mayor peso seco de tallo y hoja en ambos cultivares de chile jalapeño; esta relación se ha determinado en plántulas de tomate y sandía, cuya concentración aproximada de nutrientes fue de 225 ppm de N, 45 ppm de P y 25-100 ppm de K (Melton y Dufault, 1991; Schultheis y Dufault, 1994); así mismo, Azofeifa y Moreira (2008), en un experimento con chile jalapeño cv. Hot durante la fase vegetativa (40 dds), observaron que la absorción nutrimental promedió una proporción de 14, 1.2 y 11 mg.planta<sup>-1</sup> de N, P y K, respectivamente. El tratamiento MaxiRoot (A) también favoreció el PST y el PSH, sin embargo, su composición nutricional difiere de la solución nutritiva 10-25-30, ya que carece de nitrógeno y potasio, pero es semejante en fósforo asimilable y además contiene auxinas, citoquininas y vitaminas.

## 6.2 Segundo muestreo en chile jalapeño

Se realizó al final del experimento (30 dds) y se analizaron las variables de longitud de raíz (cm), peso seco de raíz (mg), peso seco de tallo (mg) y peso seco de hoja (mg). El cultivar Bravo tiene una longitud de raíz de 6.3 cm en promedio en todos los tratamientos, siendo estadísticamente iguales ( $p > 0.05$ ). La media general del peso seco de raíz fue de 30 mg; los tratamientos F (10-25-30), C (enraizador Agrosoluciones) y A (MaxiRoot) tienen medias de 42.5 mg, 35.3 mg y 32.9 mg de

manera respectiva; el análisis de varianza resalta diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos F en comparación a los tratamientos B (Raizal), D (ROOT BASE) y E (ENRAIZA Plus). El peso seco de tallo promedio 19.0 mg; el tratamiento F (10-25-30) registró el peso mayor (46.2 mg), el cual difiere de manera significativa ( $p < 0.05$ ) en comparación al resto de soluciones nutritivas. El peso seco de hoja ( $\bar{x} = 56.8$  mg) en los tratamientos B (Raizal) y F (10-25-30) alcanza las medias mayores con 48.21 mg y 57.5 mg, de manera respectiva, las cuales son estadísticamente iguales ( $p > 0.05$ ) entre ellas, pero difieren de manera significativa ( $p < 0.05$ ) con respecto a las demás (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Valores medios del peso seco de tallo (PST, mg), peso seco de hoja (PSH, mg), peso seco de la raíz (PSR) y longitud de raíz (LR) de plántulas de chile jalapeño cultivar Bravo registrados en las soluciones nutritivas a los 30 dds.

Variable	Tratamiento						Media general (mg)
	A	B	C	D	E	F	
PST (mg)	22.79 <sup>cb</sup>	17.22 <sup>cd</sup>	28.90 <sup>b</sup>	11.80 <sup>ed</sup>	7.90 <sup>e</sup>	46.20 <sup>a</sup>	19.0
PSH (mg)	37.30 <sup>b</sup>	48.20 <sup>ab</sup>	39.00 <sup>b</sup>	18.90 <sup>c</sup>	14.02 <sup>c</sup>	57.50 <sup>a</sup>	56.8
PSR (mg)	32.90 <sup>ab</sup>	21.80 <sup>b</sup>	35.30 <sup>ab</sup>	26.00 <sup>b</sup>	22.20 <sup>b</sup>	42.50 <sup>a</sup>	30.0
LR (cm)	6.40 <sup>a</sup>	5.16 <sup>a</sup>	7.60 <sup>a</sup>	6.20 <sup>a</sup>	6.15 <sup>a</sup>	6.25 <sup>a</sup>	6.3 (cm)

Tratamientos A= MaxiRoot; B= Raizal; C= enraizador Agrosoluciones; D= ROOT BASE; E= ENRAIZA Plus y F= 10-25-30. Letras distintas por fila indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

El cultivar Bronco promedió un peso seco de tallo de 26 mg, donde el tratamiento F (10-25-30) alcanzó el peso mayor con 59.06 mg que difiere de manera significativa ( $p < 0.05$ ) en comparación al resto de las soluciones nutritivas. La media general del peso seco de hoja fue de 44.10 mg, observándose que el tratamiento F (10-25-30) tiene el valor más alto con 74.03 mg. La media general del peso seco de raíz fue de 42 mg, donde los tratamientos C (enraizador Agrosoluciones) y F (10-25-30), cuyos valores fueron 64.11 mg y 55.95mg, respectivamente, resultaron iguales estadísticamente. La longitud de raíz con media general de 7.1 cm muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos, siendo los tratamientos C

(enraizador Agrosoluciones) y F (10-25-30) los que lograron las medias mayores con 9.25 cm y 8.85 cm, de manera respectiva (Cuadro 4).

Las plántulas obtenidas a los 30 dds (tiempo considerado óptimo para trasplante) en los distintos tratamientos mostraron diferencias morfológicas en relación con las variables PST, PSH, PSR y LR (sólo en Bronco). La mejor solución nutritiva fue 10-25-30 (tratamiento F) debido a su balance equilibrado y elevada concentración de NPK, esto es, los pesos seco de tallo, hoja y raíz se incrementan, comportamiento semejante en plántulas de tomate que ganan peso cuando se realizan aplicaciones cada tercer día de altas concentraciones de N, P y K, resultando en mayor altura de la planta, aumento en área foliar y producción de materia seca; así como en la Tasa de Crecimiento Relativa y concentración de N, P y K en el interior de la plántula (Castorena *et al.*, 2005). Estos resultados son semejantes a los mencionados en Chile y otras hortalizas: por ejemplo, en plántulas de pimiento debe utilizarse una concentración de 75 a 100 ppm de nitrógeno y de 50 a 75 ppm de N para tomate cuando se aplique una fertilización balanceada constante (Gibson *et al.*, 2007).

**Cuadro 4.** Valores medios del peso seco de tallo (PST, mg), peso seco de hoja (PSH, mg), peso seco de raíz (PSR) y longitud de raíz (LR) de plántulas de Chile jalapeño cultivar Bronco registrados en las soluciones nutritivas a los 30 dds.

Variable	Tratamiento						Media general (mg)
	A	B	C	D	E	F	
PST (mg)	24.50 <sup>c</sup>	21.40 <sup>c</sup>	36.70 <sup>b</sup>	11.36 <sup>d</sup>	8.83 <sup>d</sup>	58.06 <sup>a</sup>	26.0
PSH (mg)	45.77 <sup>b</sup>	57.38 <sup>b</sup>	53.06 <sup>b</sup>	20.28 <sup>c</sup>	14.43 <sup>c</sup>	74.03 <sup>a</sup>	44.1
PSR (mg)	32.94 <sup>b</sup>	36.85 <sup>b</sup>	64.11 <sup>a</sup>	35.27 <sup>b</sup>	27.11 <sup>b</sup>	55.95 <sup>a</sup>	42.0
LR (cm)	6.40 <sup>b</sup>	5.45 <sup>b</sup>	9.25 <sup>a</sup>	6.20 <sup>b</sup>	6.43 <sup>b</sup>	8.85 <sup>a</sup>	7.1

Tratamientos A= MaxiRoot; B= Raizal; C= enraizador Agrosoluciones; D= ROOT BASE; E= ENRAIZA Plus y F= 10-25-30. Letras distintas por fila indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

En cinco genotipos de pimiento, la longitud de la raíz basal y total se incrementaron linealmente con aumentos en nitrógeno en rangos de 56 a 112 ppm medidos 40 dds (Leskovar *et al.*, 1989); así como una excesiva elongación del tallo se debe a una baja luz solar, exceso de nitrógeno y altas temperaturas (Motes y Roberts, 2006).

En tomate, se ha observado que el N (400 ppm) y el P (30 ppm) incrementan el tamaño de la plántula (tallo y hoja) (Weston y Zandstra, 1989); así mismo, Melton y Dufault (1991) mostraron que el Acondicionamiento Nutricional antes del Trasplante (PNC, por sus siglas en inglés) con altas concentraciones de nitrógeno y fósforo mejora el brote y crecimiento radicular de la plántula. De la misma forma, algunos de los factores más importantes que están directamente relacionados con el rendimiento y la calidad del chile son: la fertilización adecuada con nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio (Noh-Medina *et al.*, 2010); el ajuste de la fórmula de fertilización de acuerdo con la composición química del agua (Martínez y León, 2004); y las propiedades físicas de los sustratos en la producción de plántulas (Arancón *et al.*, 2004).

Liptay y Nichols (1993) sugieren como estrategia para facilitar la supervivencia de la plántula en el campo, incrementar el nivel de nitrógeno, ya que está altamente relacionado con la fortaleza del tallo. Las soluciones nutritivas, en particular el enraizador 10-25-30, favorece la relación raíz-hoja-tallo de las plántulas de chile jalapeño de los cultivares Bravo y Bronco de la empresa Vilmorín, debido a que aporta los macroelementos (N, P, K) esenciales en cantidades más concentradas para el crecimiento óptimo de las plántulas trasplantadas.

### **6.3 Resultados en pepino**

La longitud de raíz muestra diferencias significativas (ANOVA de una vía;  $F=72.60$ ;  $p<0.0001$ ) entre las soluciones nutritivas, es decir, la solución nutritiva Steiner NPK estimula la mayor longitud con  $\bar{x}=10.94 \pm 0.249$  cm, que difiere de manera significativa ( $p<0.05$ ) de los valores observados en el resto de los tratamientos.

Debido a que la solución nutritiva Steiner NPK contiene una concentración media en nitrógeno (167 ppm), los resultados obtenidos en esta variable concuerdan con los reportados con plántulas de melón (cucurbitáceas), donde se obtuvieron raíces de menor longitud al incrementar la dosis de nitrógeno (Preciado *et al.*; 2002). De la misma forma otras investigaciones indican que las raíces generalmente responden al exceso de nutrientes mediante el engrosamiento y desarrollo más lento (Zobel, 1995), lo cual se demuestra en esta investigación de que los tratamientos con mayor concentración nutrimental tuvieron un menor desarrollo radicular. De tal forma es necesario hacer una correcta aplicación de los nutrimentos desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo (Marschner, 1995), porque ayuda al enraizamiento y al vigor de las plántulas (Leskovar y Stoffella, 1995). Por otra parte, en contradicción a los resultados obtenidos en cuanto a la variable longitud de raíz, en diversos estudios con especies olerícolas, el crecimiento de las raíces se estimula al incrementar los niveles de nutrimentos como el N, P y Ca (Leskovar y Stofella, 1995). La longitud de tallo también presenta diferencias estadísticas significativas (ANOVA de una vía;  $F=35.24$ ;  $p<0.0001$ ) entre los tratamientos nutritivos; la fertilización con 250-50-250 promueve una longitud de  $14.34 \pm 0.240$  cm, la cual es diferente significativamente ( $p<0.05$ ) de los registros obtenidos en el resto de los enraizadores (Cuadro 5). De acuerdo a estos resultados, las plántulas que tienen alturas de 15 a 20 cm son más apreciadas para el trasplante, ya que se encuentran en menor exposición a constricciones de haces vasculares a causa del viento que puede ocasionarles la muerte (Araiza y Sánchez, 1990), así, el tratamiento 250-50-250 fue el que promovió el desarrollo de plántulas que más se aproximó a la altura ideal, aunque se debe reducir el tiempo a trasplante en campo a causa del rápido crecimiento provocada por la alta concentración de nitrógeno. Similares resultados coinciden con los obtenidos en plántulas de melón (*Cucumis melo* L.) donde se alcanzaron tallos con mayor longitud al aplicar dosis de hasta 190 ppm de nitrógeno (Preciado *et al.*, 2002); Por el contrario, Ismail y Ahmad (1997), afirman que altas concentraciones en las soluciones nutritivas reducen el crecimiento general de las plantas.

El peso seco de raíz difiere significativamente (ANOVA de una vía;  $F= 12.57$ ;  $p < 0.0001$ ) entre fertilizaciones. La solución nutritiva Steiner NPK aporta el mayor PSR con una media de  $95.0 \pm 7.8$  mg, la cual estadísticamente es distinta a los pesos secos de raíz obtenidos en los demás tratamientos, siendo ENRAIZA Plus (Tratamiento E) la que mostró el menor valor con  $31.8 \pm 3.2$  mg (Cuadro 5). Lo anterior puede atribuirse a que la solución nutritiva Steiner presenta un balance adecuado de aniones y cationes que permite una absorción adecuada de todos los nutrientes por las plantas (Lara, 2000). Contrario a estos resultados, otra investigación realizada afirma que el peso seco de raíz aumenta al elevar la concentración de la solución nutritiva, debido a la menor disponibilidad de agua y la raíz tiende a desarrollarse más (Ismail y Ahmad, 1997); lo cual no sucedió en este experimento ya que los tratamientos con mayores concentraciones nutrimentales (10-25-30 y 250-50-250) no superaron a la solución nutritiva Steiner NPK en esta variable. Las soluciones enraizadoras influyen de manera significativa ( $F= 8.47$ ;  $p < 0.0001$ ) en el peso seco de tallo. Es decir, el producto 250-50-250 es estadísticamente igual que 10-25-30 con promedios de  $116.4 \pm 5.4$  mg y  $105.6 \pm 3.2$  mg, respectivamente, pero difiere de los demás enraizadores (Cuadro 5). Lo cual se confirma con lo reportado por Jong-Go (2004) quien encontró que altas concentraciones de nutrimentos en la solución nutritiva provocan incrementos en el crecimiento de raíz, tallo y área foliar. La variable peso seco de hoja también manifestó diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA de una vía;  $F= 24.32$ ;  $p < 0.0001$ ) donde los enraizadores D (MaxiRoot) y C (250-50-250) exhibieron los mejores resultados ( $270.6 \pm 9.9$  mg y  $244.6 \pm 15.6$  mg, respectivamente), siendo estadísticamente iguales ( $p > 0.05$ ); el PSH en MaxiRoot es estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ) del resto de los tratamientos como se indica en el cuadro 5. Los resultados concuerdan con los reportados en plántulas de pepino donde hubo diferencias significativas en el peso seco de hoja al aplicar 172 ppm N, 39 ppm P y 180 ppm K (Moreno-Pérez *et al.*, 2011); al igual que la fertilización (N= 139.1 ppm; P= 26.97 ppm y K= 175 ppm) recomendada para plántulas de pepino (Medina-Jimenez, F. 2015) y comparado con el tratamiento MaxiRoot donde se utilizaron  $5 \text{ ml.L}^{-1}$  lo que equivale a 25 ppm en fósforo (P), además del contenido de auxinas



citocininas y vitaminas que contiene. Futuras investigaciones se requieren realizar para evaluar el efecto de los productos hormonales junto con las soluciones nutritivas ya que en esta variable fue éste producto el que obtuvo los mejores resultados.

Los resultados adquiridos en la presente investigación pueden representar valores de referencia, ya que la información relacionada a los requerimientos nutrimentales para plántulas de pepino es escasa (Moreno-Pérez *et al.*, 2011).

**Cuadro 5.** Longitud de raíz (LR), largo de tallo (LT), peso seco de raíz (PSR), peso seco de tallo (PST) y peso seco de hoja (PSH) de plántulas de pepino a los 20 dds de los cultivares Paraíso, Alcázar y Primavera por solución nutritiva. Media  $\pm$  error estándar (E.E.).

Tratamiento	Variable morfológica				
	LR (cm) $\bar{x} \pm E.E.$	LT (cm) $\bar{x} \pm E.E.$	PSR (mg) $\bar{x} \pm E.E.$	PST (mg) $\bar{x} \pm E.E.$	PSH (mg) $\bar{x} \pm E.E.$
Steiner NPK	10.94 $\pm$ 0.25 a	13.13 $\pm$ 0.18 b	95.0 $\pm$ 7.8 a	94.8 $\pm$ 3.1cb	221.4 $\pm$ 8.8b
250-50-250	9.21 $\pm$ 0.41 b	14.34 $\pm$ 0.24 a	71.4 $\pm$ 5.2b	116.4 $\pm$ 5.4 a	244.6 $\pm$ 15.6ab
10-25-30	8.87 $\pm$ 0.27 b	12.82 $\pm$ 0.34 b	74.7 $\pm$ 5.0b	105.6 $\pm$ 3.2 ab	226.0 $\pm$ 14.3b
MaxiRoot	8.33 $\pm$ 0.32 b	11.28 $\pm$ 0.43 c	64.2 $\pm$ 4.7b	91.7 $\pm$ 3.2c	270.6 $\pm$ 9.9a
ENRAIZA Plus	4.81 $\pm$ 0.22 c	11.48 $\pm$ 0.37 c	31.8 $\pm$ 3.2c	95.6 $\pm$ 5.7cb	147.1 $\pm$ 10.6c

Se encontraron diferencias significativas (ANOVA de una vía;  $F= 13.26$ ;  $p < 0.0001$ ) entre los cultivares Paraíso, Alcázar y Primavera, siendo Primavera el que mostró las raíces de mayor tamaño con promedio de  $9.26 \pm 0.57$  cm de longitud que difiere estadísticamente ( $p < 0.05$ ) de las longitudes de Alcázar y Paraíso. Asimismo, los tres cultivares muestran significancia (ANOVA de una vía;  $F= 36.38$ ;  $p < 0.0001$ ) en la longitud de tallo, esto es, las plántulas de pepino Alcázar tienen la mayor media con  $13.53 \pm 0.21$  cm, mientras que en los otros cultivares la longitud fue menor como se indica en el cuadro 6.

Existen diferencias significativas (ANOVA de una vía;  $F= 16.41$ ;  $p < 0.0001$ ) en el peso seco de raíz entre los tres cultivares; Primavera ( $\bar{x}= 79.4 \pm 5.6$  mg) y Paraíso ( $\bar{x}= 69.5 \pm 9.6$  mg), estadísticamente son iguales ( $p > 0.05$ ) entre ellos, pero ambos

difieren significativamente ( $p < 0.05$ ) de Alcázar (Cuadro 6). En el peso seco de tallo no se muestran diferencias significativas (ANOVA de una vía;  $F = 2.45$ ;  $p > 0.05$ ) entre cultivares (Cuadro 6). La variable peso seco de hoja entre cultivares si presenta diferencias significativas (ANOVA de una vía;  $F = 15.67$ ;  $p < 0.0001$ ), donde el cultivar Primavera registró el mayor valor ( $\bar{x} = 255.0 \pm 16.3$  mg) en comparación con Paraíso ( $\bar{x} = 204.5 \pm 16.4$  mg) y Alcázar ( $\bar{x} = 206.3 \pm 11.6$  mg) señalado en el cuadro 6.

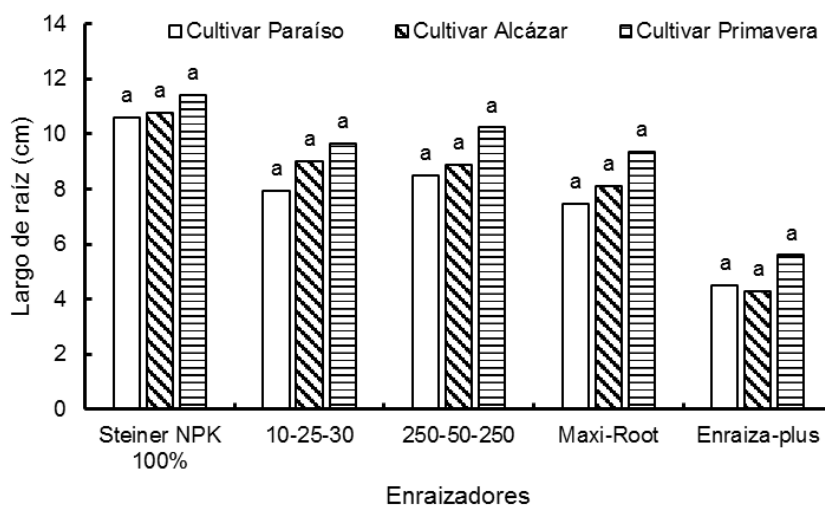
**Cuadro 6.** Longitud de raíz (LR), largo de tallo (LT), peso seco de raíz (PSR), peso seco de tallo (PST) y peso seco de hoja (PSH) de plántulas de pepino a los 20 dds de las soluciones nutritivas por cultivar. Media  $\pm$  error estándar.

Cultivar	Variable morfológica				
	LR (cm) $\bar{x} \pm E.E.$	LT (cm) $\bar{x} \pm E.E.$	PSR (mg) $\bar{x} \pm E.E.$	PST (mg) $\bar{x} \pm E.E.$	PSH (mg) $\bar{x} \pm E.E.$
Primavera	9.26 $\pm$ 0.57 a	11.56 $\pm$ 0.45 c	79.4 $\pm$ 5.6 a	103.2 $\pm$ 6.2 a	255.0 $\pm$ 16.3 a
Alcázar	8.22 $\pm$ 0.61 b	13.53 $\pm$ 0.21 a	53.4 $\pm$ 5.1 a	103.2 $\pm$ 3.4 a	206.3 $\pm$ 11.6 b
Paraíso	7.81 $\pm$ 0.57 b	12.74 $\pm$ 0.44 b	69.5 $\pm$ 9.6 a	95.9 $\pm$ 4.2 a	204.5 $\pm$ 16.4 b

Los resultados de la interacciones entre los cultivares de pepino y promotores de enraizamiento revelan que no existen diferencias significativas (ANOVA de una vía;  $F = 0.460$ ;  $p > 0.05$ ) en la interacción cultivar\*enraizador para la longitud de raíz (Figura 5).

La interacción enraizador\*cultivar detectó diferencias altamente significativas ( $p < 0.05$ ) para la longitud de tallo ( $F = 4.14$ ;  $p = 0.0006$ ), peso seco de raíz ( $F = 2.80$ ;  $p < 0.0106$ ), peso seco de tallo ( $F = 5.05$ ;  $p < 0.001$ ) y peso seco de hoja ( $F = 3.32$ ;  $p < 0.0033$ ); en la longitud de tallo, el tratamiento 250-50-250\*cultivar Paraíso fue mayor, sin embargo, este fue similar al tratamiento 10-25-30 (Figura 6); el tratamiento 250-50-250\*cultivar Alcázar, tratamiento 10-25-30 y solución nutritiva Steiner NPK para el mismo cultivar presentaron valores más altos en longitud de tallo que los tratamientos ENRAIZA Plus y MaxiRoot de dicho cultivar; en la interacción tratamiento\*cultivar Primavera los tratamiento C y A mostraron los mejores

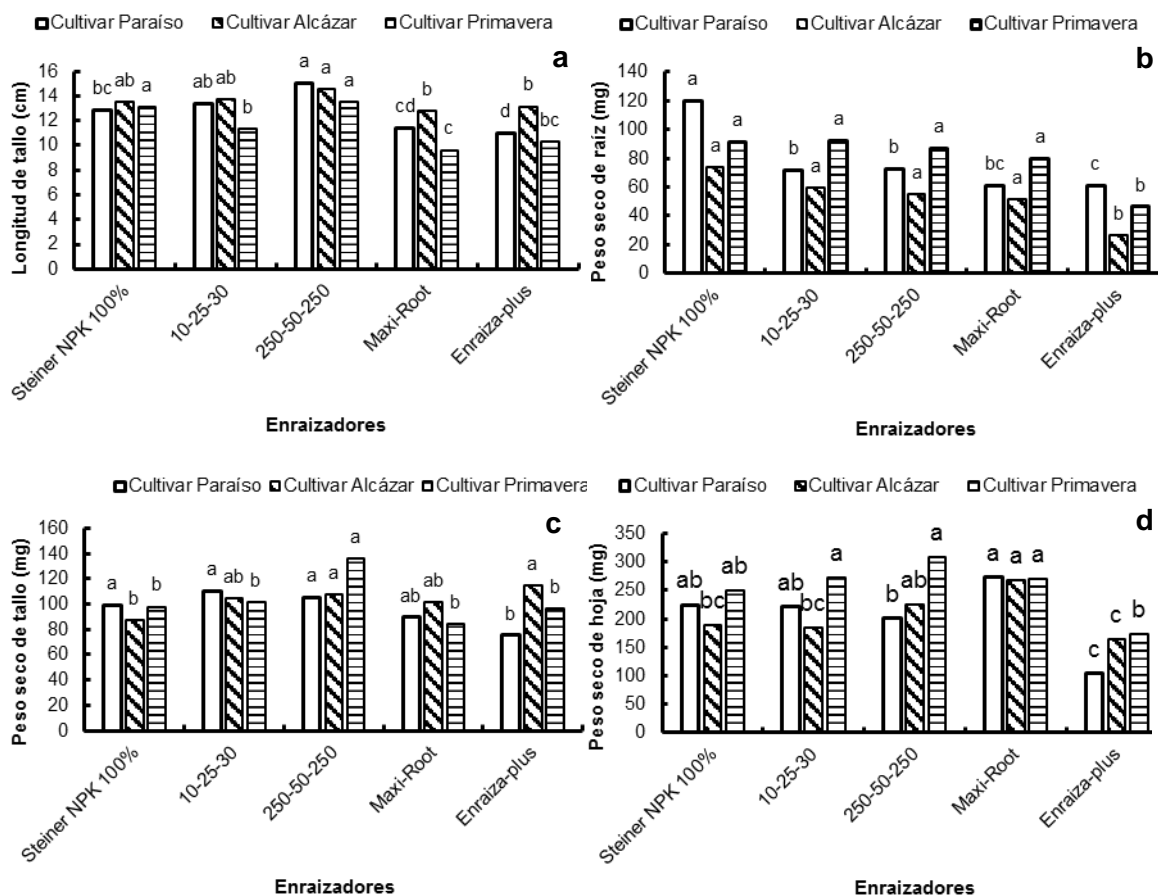
resultados al resto de los tratamientos en el mismo cultivar; en la interacción tratamiento\*cultivar para el peso seco de raíz, se presentó mayor peso en el tratamiento solución nutritiva Steiner NPK\*cultivar Paraíso, comparado con el resto de los tratamientos (Figura 6); mientras tanto, en la interacción tratamiento\*cultivar Alcázar y tratamiento\*cultivar Primavera los tratamientos B, A, C y D fueron similares, mostrando las medias más altas que la interacción tratamiento ENRAIZA Plus\*cultivar Alcázar y tratamiento ENRAIZA Plus\*cultivar Primavera (Figura 6).



**Figura 5.** Longitud de raíz (cm) registrado por cultivar en cada solución nutritiva. No existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la interacción enraizador\*cultivar.

La variable peso seco de tallo en la interacción tratamiento\*cultivar Paraíso, los tratamientos B, C, A y D fueron semejantes y presentaron las medias más altas a diferencia de ENRAIZA Plus que presentó la media de menor valor; en la interacción tratamiento\*cultivar Alcázar, los tratamientos E, C, B, y D fueron similares y mostraron las medias más altas a diferencia de la solución nutritiva Steiner NPK que obtuvo la media más baja; para la interacción 250-50-250\*cultivar Primavera, aportó el valor más alto y resultó diferente significativamente al resto de los tratamientos para el mismo cultivar. Finalmente en la interacción tratamiento\*cultivar Paraíso para el peso seco de la hoja, los tratamientos D, A y B mostraron los resultados más altos; mientras que en la interacción tratamiento\*cultivar Alcázar, MaxiRoot y 250-50-250 fueron las medias más altas y resultaron con diferencias significativas con el resto de

los tratamientos; en la interacción tratamiento\*cultivar Primavera los tratamientos C, B, D y A fueron similares, mostrando las medias más altas que la interacción tratamiento ENRAIZA Plus\*cultivar Primavera (Figura 6).



**Figura 6.** Variables con diferencia altamente significativa ( $p < 0.05$ ). (a) Longitud de tallo (cm); (b) peso seco de raíz (mg); (c) peso seco de tallo (mg); (d) peso seco de hoja (mg) de plántulas de los cultivares de pepino tratadas con distintos productos enraizadores.

## VII. CONCLUSIONES

1. Las plántulas de chile jalapeño con la mejor calidad se logran con la solución nutritiva F (10-25-30), debido a que aporta nutrición equilibrada de N, P, K, cómo se refleja en pesos de tallo, hoja y raíz de ambos cultivares. El largo de raíz del cultivar Bravo es favorecido de igual manera por los demás enraizadores, ya que contienen fósforo asimilable que permite el crecimiento radicular óptimo. Se sugiere evitar superar las 350 ppm de N y K y disminuir la concentración de fósforo a menos de 100 ppm, para la producción de plántulas de chile jalapeño; por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se recomienda la utilización del enraizador F (10-25-30) en el sustrato antes de sembrar, además de tres aplicaciones durante la etapa de producción en invernadero.
2. La solución nutritiva Steiner NPK produce plántulas de pepino con raíces largas, mayor peso seco de raíz, tallos cortos y hojas de tamaño promedio, las cuales son consideradas de calidad para el trasplante, debido a que existe un equilibrio en los nutrimentos que estimulan la relación entre tamaño de raíz-hoja y tallo.
3. Los productos 250-50-250 y 10-25-30, los cuales contienen la más elevada concentración en nitrógeno, fósforo y potasio, generan plántulas de raíces largas pero producen una mayor longitud y peso seco de tallo y crecimiento de hojas, por lo cual la calidad de las plántulas es menor, lo que provocaría una menor resistencia al ser trasplantadas en el campo. Por lo tanto se recomienda reducir la concentración de nitrógeno para lograr el equilibrio deseado de tamaño raíz-tallo-hoja.
4. En PST los productos más concentrados en nutrientes (10-25-30 y 250-50-250) obtuvieron los mejores resultados, también permitieron un comportamiento muy

aceptable en las variables evaluadas de PSR, PSH, LT y LR, y pueden ser empleados en la producción de plántula de pepino como una alternativa rentable.

5. El cultivar Primavera presenta la mejor respuesta a las soluciones nutritivas, es decir, los trasplantes de este cultivar muestran una relación equilibrada entre el crecimiento de raíz-tallo-hoja.
6. En el cultivar Paraíso la solución Steiner NPK 100% mostró la mejor proporción de raíz, hoja y tallo; ya que proporcionó la mayor longitud de raíz, tamaño promedio de largo de tallo y buen peso seco de hoja.
7. El cultivar alcázar mostró la mejor respuesta con el tratamiento Steiner NPK 100%, ya que aportó el mayor tamaño de raíz, tamaño medio de tallo y peso de hoja.
8. El cultivar Primavera la solución Steiner NPK 100% fue el mejor tratamiento ya que proporcionó la mayor longitud de raíz y una mejor relación con respecto a la longitud de tallo y peso seco de hoja.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Andrango-Vaca, J. C. 2015. Determinar el rendimiento a la aplicación de tres niveles de fertilización con dos bioestimulantes enraizadores en el cultivo de pepino dulce (*Solanum muricatum*Aiton) en la zona de Ibarra, provincia de Imbabura. Tesis de Licenciatura en Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Zona de Ibarra, provincia de Imbabura, Ecuador.
- Araiza, C., J.; Sánchez, L., A. 1990. Horticultura Doméstica. 1ª edición. Editorial Trillas. México. 85 p.
- Arancon, N. Q.; Edwards, C. A.; Atiyeh, R. and Metzger, J. D. 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *BioresourceTechnology*. 93(2):139-144.
- Azofeifa, A. and Moreira, M. A. 2008. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. CV. HOT) en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 32(1):19-29.
- Banco de México. 2013. Estimación de las exportaciones agroalimentarias a nivel de entidad federativa. Disponible en [http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Estima\\_Exp\\_Edo.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Estima_Exp_Edo.pdf); consultada febrero 15 de 2017.
- Barraza-Álvarez, F. V. 2015. Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 9(1):60-71.
- Castañeda V. L. R. 1983. Almacigos o semilleros protegidos con materiales plásticos. *In* Memorias El uso de los plásticos en la agricultura. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. México. p. 111-148.
- Castorena, M. V.; Valencia, E. A. C.; Ibarra, M. A. I. and López, A. R. 2005. Manejo de la fertilización en plántulas de tomate para trasplante. *Durango, México. Agrofaz*. 3(5):1-4.
- CESAVESIN. 2010. 4ta. Mega convención internacional en sistemas de producción agrícola. Disponible en: <http://www.cesavesin.gob.mx/mega/invitacion.pdf>. Accesada febrero 20 de 2018.
- Chauhan, V. L.; Singh, R. V. and Raghav, M. 2005. Optimum nitrogen and phosphorus fertilization in hybrid capsicum. *Vegetable Science*. 32(2):200-202.
- Chauhan, V. L.; Singh, R. V. and Raghav, M. 2005. Optimum nitrogen and phosphorus fertilization in hybrid capsicum. *Vegetable Science*. 32(2):200-202.
- CONAGUA.2017. Comisión Nacional del Agua. Estaciones Climatológicas. Disponible en <http://smn.conagua.gob.mx/climatologia/normales/estacion/EstacionesClimatologicas.kmz>>consultada en noviembre 10 de 2017.
- Dufault, R.J. 1998. Vegetable transplant nutrition. *HorTechnology*. 8(4):515-523.
- Eroski, W. 2010. Estudio de los bioestimulantes como mejoradores de los cultivos. Tesis de Licenciatura en Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Zona El Ángel, Provincia de Imbabura, Ecuador.
- FAO. 2014. El mundo produce 31.167 millones de kilos de pimiento. México.Hortoinfo. Disponible en <http://www.hortoinfo.es/index.php/noticias/3888-prod-pimiento-almeria-110814>. Consultada en mayo 11 de 2017.

- Garton, R.W. and Widders, I.E. 1990. Nitrogen and phosphorus preconditioning of small-plug seedlings influence processing tomato productivity. *HortScience*. 25(6): 655-657.
- Gibson, J. L.; Pitchay, S.D.; Williams-Rhodes, A.M. and Whipker, B. E. 2007. Nutrient deficiencies in bedding plants. A pictorial guide for identification and correction. Ball publishing. North Carolina State University. USA. p 384.
- Guimarães, V.F.; Echer, M.M. y Minami, K. 2002. Métodos de produção de mudas, distribuição de materia seca produtivida de plântulas de beterraba. *Hortic. Bras.* 20 (3):505-509.
- INFOAGRO. 2007. El cultivo de pepino. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm>. Consultada en enero 25 de 2017.
- Jong-Go, K. 2004. Nutrient solution concentration affect shoot: root ratio, leaf area ration, and growth of subirrigated salvia (*Salvia splendens*). *HortScience*. 39: 49-54.
- Ismail, M.R.; Ahmad, R. 1997. Differential growth and yield responses of tomato plants grown in different solution concentration using nutrient film technique and sand culture. *Acta Horticulturae*. 450: 449-455.
- Lara, H., A. 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Revista Terra* 17(3): 221-229.
- Lardizabal, R. 2002. Manejo de semilleros en bandejas. IDEA. Boletín técnico # 4. 6p. Disponible en <http://www.elsalvadorag.org/>. Consultada en abril 16 de 2018.
- Lardizabal, R. 2007. Manual de producción de plántulas en bandejas. MCA-Honduras/EDA. La Lima, Cortés. Honduras. 20 p.
- Leskovar J.M.; Cantliffe D.J. and Stoffella N.F. 1989. Pepper (*Capsicum annuum* L.) root growth and its relation to shoot growth in response to nitrogen. *Journal of Horticultural Science*. 64(6):711-716.
- Leskovar, D.I. and Stoffella, P.J. 1995. Vegetable seedling root systems: morphology, development, and importance. *HortScience*. 30(6):1153-1159.
- Liptay, A. and Nicholls, S. 1993. Nitrogen supply during greenhouse transplant production affects subsequent tomato root growth in the field. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 118(3):339-342.
- López-Elías, J.; Rodríguez, J. C.; Huez, L. M. A.; Garza, O. S.; Jiménez, L. J. y Leyva, E. E. I. 2011. Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. *Idesia*. 29:21-27.
- Magdaleno-Villar, J.J.; Peña-Lomelí, A.; Castro-Brindis, R.; Castillo-González, A.M.; Galvis-Spinola, A.; Ramírez-Pérez, F. y Hernández-Hernández, B. 2006. Efecto de soluciones nutritivas sobre el desarrollo de plántulas de tomate cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 12(2):223-229.
- Marschner, H. 1990. Mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Plant Nutrition.
- Martínez, J. J. y León, G. H. 2004. Producción de fresa en invernadero. *In* Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción Torreón, Coahuila, México. Octubre. Vol. 13, p. 14.
- May, J.T. 1984. Lifting and field packing. *In*: J. T. May, E. W. Belcher, Jr., C. E. Cordell, T. H. Filer, Jr., D. South, and C. W. Lantz (eds.). *Southern Pine Nursery Handbook*. USDA Forest Service. Southern Region. pp: 81-82.



- Medina-Jimenez, F. 2015. Fertirriego de plántulas de cultivos hortícolas en semilleros. Granja Agrícola Experimental del Cabildo de Gran Canaria. España. Revista Agropecuaria Granja. Num. 22.
- Melton, R. R. and Dufault, R. J. 1991. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertility regimes affect tomato transplant growth. *HortScience*. 26(2):141-142.
- Montaño-Mata, N. J. y J. C. Núñez. 2003. Evaluación del efecto de la edad de trasplante sobre el rendimiento de tres selecciones de ají dulce *Capsicum chinensis* Jacq. En Jusepín, estado de Monagas. Rev. Fac. Agron (LUZ) 20:144-155. Venezuela. Disponible en <http://www.revfacagronluz.org.ve> consultada en línea el 18 de diciembre de 2017.
- Moreno-Pérez, E. D. C., Sánchez-del Castillo, F., González-Molina, L., Pérez-Mercado, C. A., & Magaña-Lira, N. (2011). Efectos del volumen de sustrato y niveles de NPK en el crecimiento de plántulas de pepino. *Terra Latinoamericana*. 29(1):57-63.
- Motes, J. E. and Roberts, W. 2006. Growing vegetable transplants. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University. Disponible en línea: <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Version-3740/F-6020web.pdf>. Consultado el 18 de mayo de 2017.
- Noh-Medina, J.; Borges-Gómez, I. y Soria-Fregoso, M. 2010. Composición nutrimental de biomasa y tejidos conductores en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12(2):219-228.
- Preciado R., P., G. A. Baca C., J. L. Tirado T., J. Kohashi-Shibata, L. Tijerina C. y A. Martínez G. 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. *Terra* 20: 267-276.
- Puerta, C. E.; Russián, T. y Ruiz, C. A. 2012. Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12(2):298-306.
- Puerta, C. E.; Russián, T. y Ruiz, C. A. 2012. Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12(2):298-306.
- Ross-López, E. G. 2015. Microorganismos benéficos como biofertilizantes y antagonistas de fitopatógenos en la producción sustentable de pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis Licenciatura en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- SAGARPA. 2011. Producción agrícola. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.com>. Consultada en enero 15 de 2017.
- SAGARPA. 2015. México. Líder mundial en exportación de chile. Disponible en línea: <http://www.gob.mx/sagarpa>. Consultado el 11 de mayo de 2017.
- Sánchez-Chávez, E.; Barrera-Tovar, R.; Muñoz-Márquez, E.; Ojeda-Barrios, D. L. y Anchondo-Nájera, Á. 2011. Efecto del ácido salicílico sobre biomasa, actividad fotosintética, contenido nutricional y productividad del chile jalapeño. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 17(1):63-68.
- SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT User's Guide Release 9.2. Cary, North Carolina, EE.UU. SAS Institute. 7869 pp.
- Schultheis, J.R. and Dufault R.J. 1994. Watermelon seedling growth, fruit yield, and quality following pretransplant nutritional conditioning. *HortScience*. 29(11):1264-1268.

- Shapiro, S.S. and Wilk, M.B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*. 52(3/4):591-611.
- SIAP. 2010. Un panorama del cultivo del chile. SIAP. México. Disponible en línea:<http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf>. Consultado el 19 de mayo de 2017.
- SIAP. 2012. Datos estadísticos. SIAP. México. Disponible en línea: [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx). Consultado el 10 febrero de 2017.
- SIAP. 2012. El chile: segunda hortaliza más importante en Sinaloa. SIAP/ SAGARPA. Disponible en línea:<http://www.hortalizas.com/poscosecha-y-mercados/tratados-exportacion/el-chile-segunda-hortaliza-mas-importante-en-sinaloa/>. Consultado el 15 de octubre de 2017.
- SIAP. 2017. Resumen nacional. Disponible en [http://infosiap.siap.gob.mx/opt/agricultura/intension/intencionde\\_siembraPV2017porcultivoR.pdf](http://infosiap.siap.gob.mx/opt/agricultura/intension/intencionde_siembraPV2017porcultivoR.pdf). Consultada en abril 15 de 2018.
- Smith, G. S.; Johnston, C. M. and Cornforth, I. S. 1983. Comparison of nutrient solutions for growth of plants in sand culture. *New Phytol*. 94:537-548.
- Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *PlantSoil*. 15:134-154.
- Suquilanda, M. 1995. Guía para la producción orgánica de cultivos. Editorial UPS. Quito, Ecuador.
- Szczesny, A. 2014. Producción hortícola bajo cubierta. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ediciones INTA. Argentina.
- Vavrina, Ch. S. 2002. An introduction to the production of containerized vegetable trasplants. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu/>. Consultada en mayo 11 de 2017.
- Véliz, B. and Klender, K. 2015. Abonos orgánicos en la producción de pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de Licenciatura en Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. En la zona de Buena Fe. Ecuador.
- Weston, L. and Zandstra, B.H. 1989. Transplant age and N and P nutrition effects on growth and yield of tomatoes. *HortScience*. 24(1):88-90.
- Zobel, R.W. 1995. Genetic and environmental aspects of roots and seedling stress. *HortScience*. 30(6):1189-1192.

## IX ANEXOS

**Anexo 1. CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL DE ENRAIZADORES PARA  
PLÁNTULAS.**

**PRIMER ENSAYO EN CHILE JALAPEÑO. DIC-2015**

<b>TRATAMIENTO A.</b>	
<b>MAXI ROOT (5ml/lit)</b>	<b>PPM</b>
Auxinas	<b>530</b>
Citocininas	<b>45</b>
Vitaminas	<b>500</b>
Fósforo asimilable (P2O5)	<b>15,000</b>

<b>TRATAMIENTO B.</b>	
<b>Raizal (10 g/lit)</b>	<b>%</b>
N	9
P2O5	45
K2O	11
Mg	0.6
Azufre	0.8
Complejo auxínico	0

<b>TRATAMIENTO C.</b>	
<b>Enraizador Agrosoluciones (0.5 g/lit).</b>	
N total.	11%
Fósforo (P2O5)	55%
Ácido naftalenacético (ANA)	0.28%
Ácido indolbutírico (AIB)	0.02%
Ácidos fúlvicos	2%
Acondicionadores e inertes	31.70%

<b>TRATAMIENTO D.</b>	
<b>Root Base (1ml/lit)</b>	<b>%</b>
NAA (Ácido alpha-naftalenacético)	1
Materia orgánica	8.9
Carbono (C) orgánico	5.2
Polisacáridos	8.5
Nitrógeno (N) total	6.6
Nitrógeno (N) nítrico	1.7
Nitrógeno (N) amoniacal	2.6
Nitrógeno (N) uréico	2.3
Fósforo total (P2O5)	4
Potasio total (K2O)	3
Boro (B)	0.1
Cobre (Cu) quelatado con EDTA.	0.02
Hierro (Fe) quelatado con EDTA.	0.4
Manganeso (Mn) quelatado con EDTA.	0.1
Molibdeno (Mo)	0.01
Zinc (Zn) quelatado con EDTA	0.085
Algas	16

<b>TRATAMIENTO E.</b>	
<b>Enraiza- Plus. (10 ml/lit)</b>	<b>%</b>
Ácidos Húmicos	5
Ácido naftalen acético	0.3
Ácido indol 3 butírico	0.3
Ingredientes inertes.	94

<b>TRATAMIENTO F.</b>	
<b>Enraizador 10-25-30 (6ml/lit)</b>	<b>PPM</b>
N	69,000
P	34,000
K	62,420