



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUÍS POTOSÍ  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



Fuentes de nitrógeno y enraizador en la producción de plántula de chile guajillo  
var. Don Ramón

Por:

Pedro Torres García

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el Título de  
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



Fuentes de nitrógeno y enraizador en la producción de plántula de chile guajillo  
var. Don Ramón

Por:

Pedro Torres García

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el Título de  
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Asesores

DR. JUAN CARLOS RODRIGUEZ ORTIZ

DR. JOSÉ LUIS LARA MIRELES

M.C. ANTONIO BUEN ABAD DOMÍNGUEZ

El trabajo titulado “Fuentes de nitrógeno y enraizador en la producción de plántula de chile guajillo var. don Ramón“ fue realizado por **Pedro Torres García** como requisito para obtener el título de **Ingeniero Agrónomo Fitotecnista** y fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis.

Dr. Juan Carlos Rodríguez Ortiz

---

Asesor

Dr. José Luis Lara Mireles

---

Asesor

M.C. Antonio Buen Abad Domínguez

---

Asesor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. Diciembre de 2013.

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser el motor de mi vida y permitirme llegar hasta este punto de la misma.

A mis padres, por su gran apoyo incondicional y ser el soporte de toda mi vida.

A mi esposa por su gran apoyo emocional en los momentos difíciles, toda su paciencia y comprensión.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi padre por todo su apoyo y a mi madre por todo su sacrificio para que yo pudiera salir adelante y tener la mejor herencia que es la educación.

A mis profesores Dr. Juan Carlos Rodríguez Ortiz por su guía en todo el desarrollo de este trabajo, por todo su tiempo invertido en la realización del mismo y a mis profesores Dr. José Luis Lara, M. C. Antonio Buen Abad por su disposición y consejo para la elaboración de este trabajo.

Agradecimientos al M. C. Andrés Ramiro Córdova † Q. E. P. D. Ex investigador del Centro Experimental San Luis. CIRNE - INIFAP, por su valiosa contribución al donar el material genético para la elaboración de este trabajo.

## CONTENIDO

	Página
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>CONTENIDO</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivo.....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
Importancia económica del chile.....	3
Importancia de la producción de plántulas sanas.....	4
Los elementos esenciales de las plantas.....	6
Nitrógeno en la planta.....	8
Absorción.....	8
Otros aspectos relevantes del nitrógeno en la planta.....	9
Síntomas de deficiencia de N.....	10
Síntomas de exceso de N.....	10
Fertilizantes nitrogenados.....	11
Uso de enraizadores y ácido indol-3 butírico (AIB).....	12
<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	14
Localización.....	14
Clima.....	14
Materiales.....	15
Metodología.....	16
Tratamientos.....	16

Seguimiento del cultivo.....	17
Diseño experimental.....	20
Evaluación.....	21
Análisis estadístico.....	22
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>23</b>
Variables sin efecto significativo.....	24
Peso seco raíz, peso seco parte aérea, peso seco total, altura y extracción de cepellón.....	24
Variables con efecto significativo.....	25
Relación raíz - parte aérea.....	25
Numero de hojas.....	27
Diámetro de tallo.....	28
Porcentaje de necrosis apical.....	29
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>32</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Elementos esenciales para la mayoría de las plantas superiores y concentraciones internas que se consideran adecuadas.....	7
2	Estadísticas climatológicas normales de la estación de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. (periodo 1961-2001).....	14
3	Cantidad de fertilizante por aplicar a cada tratamiento.....	18
4	Evaluación de pH y C. E. de los tratamientos.....	18
5	Calendario de actividades.....	19
6	Significancias encontradas en las variables en estudio en factores principales e interacciones.....	23
7	Variables sin efecto significativo entre tratamientos.....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Comparación de medias de las interacciones, aplicación de enraizador dentro de cada fertilizante, para la variable relación entre raíz y parte aérea. A) Aplicación con nitrato de calcio; B) Nitrato de amonio; C) Urea.....	25
2	Comparación de los tres fertilizantes aplicando enraizador (nivel 2 de enraizador dentro del factor fertilizante).....	27
3	Comparación de medias entre las diferentes fuentes de fertilización para la variable de número de hojas .....	28
4	Comparación de medias entre las tres diferentes fuentes de fertilización para la variable diámetro de tallos.....	28
5	Comparación de medias entre las diferentes fuentes de fertilización para la variable de necrosis apical.....	29

## RESUMEN

Con el propósito de obtener plántulas de chile guajillo de buena calidad de la var. Don Ramón, se evaluaron tres fuentes de fertilizantes nitrogenados: nitrato de calcio, nitrato de amonio y urea; con y sin la aplicación del enraizador Raizone plus ®. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones en arreglo factorial, siendo el factor A las fuentes de fertilizante y como factor B el enraizador. La fórmula nutritiva empleada fue 200-75-75 (N, P, K). Como fuente de fósforo se utilizó ácido fosfórico y como fuente de potasio se utilizó sulfato de potasio. La evaluación se realizó a los sesenta y ocho días después de la siembra. Se concluye que el mejor tratamiento para la producción de plántulas de chile guajillo var. Don Ramón, fue aplicando como fuente de nitrógeno al fertilizante nitrato de calcio acompañado con tres aplicaciones de enraizador a razón de 1 g L<sup>-1</sup>. Este tratamiento sobresalió al resto de los demás en las variables de: relación parte aérea-raíz, número de hojas y diámetro de tallo, además evitó por completo la necrosis apical en hojas.

## SUMMARY

With the purpose of obtain seedlings of good quality chili guajillo var. Don Ramón, three sources of nitrogen fertilizers were evaluated: calcium nitrate, ammonium nitrate and urea; with and without the application of Raizone plus ® rooting powder. An experimental randomized block design was used with three replications in a factorial arrangement, being the factor A fertilizer sources and factor B as the rooting powder. The nutritional formula used was 200-75-75 (N, P, K). As source of phosphorus, phosphoric acid was used; as source of potassium, potassium sulfate was used. The evaluation was performed at sixty-eight days after the sowing. It is concluded that the best treatment for seedling production chili guajillo var. Don Ramón, was applied as a nitrogen source to the calcium nitrate fertilizer accompanied with three applications of rooting a ratio of 1 g L<sup>-1</sup>. This treatment excelled the rest in the other variables: relationship between aerial part and root, number of leaves and stem diameter further altogether avoided the apical leaf necrosis.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.), constituye uno de los productos alimenticios más típicos de México. Según su utilización, se clasifica en dos grandes categorías: seco y verde. El chile seco se cultiva en las zonas áridas y se somete a un proceso de deshidratación; presenta numerosas variedades, como chile pasilla, chile ancho, chile mulato, chile cascabel, chile cuaresmeño, chile negro, chile quipino y chile piquín (que se utiliza casi siempre en polvo para condimentar frutas y legumbres). Con el nombre de chile verde se conocen unas 90 especies, aunque en México son populares las llamadas chile poblano, chile colorado, chile serrano, chile trompillo y blanco de Yucatán.

En 2008, la superficie mundial cosechada de chiles fue de 3.59 millones de hectáreas, de las cuales 1.82 fueron de productos en verde y 1.77 en seco. Con respecto al año 2000 se tuvo un incremento de 2.7%. El 70% de la producción mundial se realiza en siete países, siendo India y China los mayores productores, entre ambos producen el 40%, México aportó el 4.7%. En cuanto a rendimientos por hectárea, nuestro país se ubica entre los menos productivos, ocupa el lugar 32 en chiles verdes y 29 en chiles secos; por ejemplo, mientras los países bajos se obtienen 266.7 ton ha<sup>-1</sup> de chiles verdes, en México es de 21.5; en chiles secos Perú obtiene 7.7 ton ha<sup>-1</sup> y México 1.6 ton ha<sup>-1</sup> (CONAPROCH, 2013).

Las estadísticas anteriores orientan a buscar soluciones técnicas que hagan más productivo la producción de chiles en México. El proceso de producción de chile en San Luis Potosí inicia con la siembra al final del invierno en lugares protegidos de las bajas temperaturas, en algunas ocasiones, se utilizan charolas de polietileno, esta forma ha sido adoptada por un gran número de productores y ha dado buen resultado a comparación de la siembra directa o en almacigo tradicional. La calidad de plántula representa un primer paso hacia una producción exitosa.

La nutrición representa una práctica esencial en la producción de plántulas de hortalizas, en especial la aplicación de nitrógeno y fósforo. En cuanto al primero, existen diversas fuentes fertilizantes que aportan este elemento, los cuales difieren por contener como ion NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> o ambos; también varían en los elementos acompañantes (Ca<sup>++</sup>, SO<sub>4</sub><sup>++</sup>, PO<sub>4</sub><sup>---</sup>,

etc.), impurezas, efecto salino , acidez, etc. Por lo tanto, el uso de diversas fuentes de nitrógeno podrían tener un efecto diferente en la producción de plántula de chile, el cual poco se conoce.

Por otro lado se tienen los productos enraizadores como el Raizone Plus <sup>MR</sup> que contiene hormonas promotoras de crecimiento como AIB (ácido indol-3 butírico) el cual podría contribuir a mejorar la calidad de plántula de chile guajillo al estimular el crecimiento y fortalecimiento de las raíces, parte fundamental de una plántula al momento de llevarla al campo abierto. Su efecto poco se ha estudiado, así como las posibles interacciones con los fertilizantes nitrogenados.

## **OBJETIVO**

Evaluar los fertilizantes nitrato de calcio, nitrato de amonio y urea, solos y en combinación con enraizador (AIB, ácido indol-3 butírico) en la producción de plántula de chile guajillo var. Don Ramón.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Importancia Económica del Chile

En México el chile es considerado el segundo cultivo hortícola de importancia económica después del tomate, debido a la superficie que anualmente se siembra y a su consumo relacionado con la alimentación diaria de la población. Se estima que el consumo per cápita es de 0.42 a 0.57 kg de chile seco y de 7.24 kg fresco, fuente (INIFAP, 2005) citado por (INIFAP, 2010).

México es el primer exportador de chile verde a nivel mundial y el sexto de chile seco; nuestros principales clientes Estados Unidos, Japón, Canadá, Reino Unido y Alemania. Además de un producto con presencia mundial, éste es un cultivo originario de nuestro país y parte simbólica del imaginario culinario y cultural.

En 2009 destacaron Chihuahua, Sinaloa y Zacatecas como principales productores del cultivo con más la mitad del volumen nacional en su conjunto. Cabe mencionar que el orden de importancia se modifica al comparar los rendimientos de estos tres estados. En el caso de Sinaloa, un estado con alto grado de tecnificación, se registró una cosecha de 40 toneladas por hectárea, en Chihuahua, 20 toneladas por hectárea, mientras Zacatecas, el de mayor superficie sembrada reportó 7 ton ha<sup>-1</sup> (SAGARPA y SIAP, 2010).

## **Importancia de la Producción de Plántulas Sanas**

Bennett (2010) menciona que la producción de plántulas de hortalizas en charolas es un sistema de producción que requiere una alta atención al detalle. Todas las decisiones en cuanto al diseño de la estructura, necesidades de equipo, siembra tras el robustecimiento de la planta y envío a clientes, afectan a la calidad del trasplante.

El mejor determinante de la calidad del trasplante es la magnitud de la respuesta de la planta al ser transferida del invernadero al campo y que tan rápido comienza un crecimiento vigoroso después del trasplante

Una planta necesita tener los constituyentes internos necesarios que le ayuden a fortalecer su tallo. Esto usualmente significa un crecimiento lento en el invernadero.

Además, debe existir una reserva suficiente de carbohidratos y otros nutrientes para sustentar a la planta durante los procesos de manejo y siembra, y que éstas tengan suficiente energía para promover el desarrollo de nuevas raíces y brotes después del trasplante.

Las reservas de carbohidratos se ven altamente influenciadas por el ritmo de crecimiento de la planta, de manera que cuanto más rápido crezcan las plantas, más se reducen las reservas de carbohidratos. El ritmo de crecimiento es afectado principalmente por la fertilización excesiva con nitrógeno (N) y por altas temperaturas sufridas durante el crecimiento.

Uno de los motivos primordiales de promover el robustecimiento de la plántula antes del trasplante consiste en incitar un incremento en las reservas de carbohidratos. El robustecimiento se lleva a cabo mediante la exposición de las plantas a temperaturas de crecimiento más bajas, viento, o a una cantidad reducida de fertilizante a base de nitrógeno.

Además, es necesario que haya suficientes compuestos de nitrógeno (N) disponibles en la planta para que se produzca el desarrollo de nuevos constituyentes de células. Esto

significa que la planta necesita tener un suministro constante de N disponible durante su desarrollo, aunque puede ser reducido levemente durante el periodo de robustecimiento.

También parece ser beneficioso proveer una dosis de fertilizante en las líneas de riego un día o dos antes de realizar el trasplante para asegurarse que la planta contiene suficientes nutrientes para una rápida recuperación y rebrote.

Valerio (2012) menciona que existen varias razones por las cuales producir buenas plantas desde el comienzo — hacer plantas pequeñas y compactas —nos garantizan mejor éxito en el trasplante. Las plántulas sanas y fuertes son ideales para tener un buen inicio en la temporada; hacer buenas raíces es parte del éxito en la producción de plántulas. Recomienda que las plántulas para plantar a los 30 días deben comenzar a nutrirse más o menos a los doce días después de la siembra o cuando las dos hojas verdaderas ya se aprecian.

Es importante lograr las siguientes características de plántula para garantizar su éxito en campo:

- Tamaño de 10 a 13 cm, para lo cual debemos tener un buen balance en follaje, tamaño y raíz.
- El total de hojas verdaderas ya formadas debe andar alrededor de las 6 hojas ya definidas.
- Es importante que el cono o cepellón esté completo de raíces; de lo contrario, al trasplantar corre el riesgo de tener muchas fallas pos/trasplante.

## Los Elementos Esenciales de las Plantas

Los elementos considerados como esenciales de las plantas, lo son para todas las angiospermas y gimnospermas, aunque de hecho solo se han investigado bien los requerimientos nutritivos de unas 100 especies (en su mayor parte cultivadas). El cuadro 1 muestra los elementos que se consideran esenciales para todas las plantas superiores, así como la forma molecular o iónica que las plantas absorben con mayor facilidad del suelo y aire y la concentración óptima aproximada en el vegetal.

Para que un elemento sea considerado como esencial debe de cumplir con los siguientes tres principios (Salisbury y Ross, 1992; Marschner, 1995 y Epstein, 2005 citados por Azcón-Bieto y Talón, 2008):

- a) El elemento debe de realizar una actividad metabólica dentro de la planta. (relacionado directamente con la nutrición de la planta).
- b) Su acción en el metabolismo no puede ser sustituido por otro elemento (la carencia solo puede ser corregida con la adición de ese elemento).
- c) Sin él la planta detiene su crecimiento y desarrollo, y muere (no completa su ciclo de vida).

Cuadro 1. Elementos esenciales para la mayoría de las plantas superiores y concentraciones internas que se consideran adecuadas.

Elemento	Símbolo químico	Forma disponible al vegetal	Peso atómico	Concertación en tejido seco		Número relativo de átomos comparado con el Molibdeno
				mg/kg	%	
Molibdeno	Mo	$\text{MoO}_4^{2-}$	95.95	0.1	0.00001	1
Cobre	Cu	$\text{Cu}^+, \text{Cu}^{++}$	63.54	6	0.0006	100
Zinc	Zn	$\text{Zn}^{++}$	65.38	20	0.0020	300
Manganeso	Mn	$\text{Mn}^{++}$	54.94	50	0.0050	1000
Boro	B	$\text{H}_3\text{BO}_3$	10.82	20	0.002	2000
Hierro	Fe	$\text{Fe}^{++}, \text{Fe}^{+++}$	55.85	100	0.010	2000
Cloro	Cl	$\text{Cl}^-$	35.46	100	0.010	3000
Azufre	S	$\text{SO}_4^{2-}$	32.07	1000	0.1	30000
Fósforo	P	$\text{H}_2\text{PO}_4, \text{HPO}_4^{2-}$	30.98	2000	0.2	60000
Magnesio	Mg	$\text{Mg}^{++}$	24.32	2000	0.2	80000
Calcio	Ca	$\text{Ca}^{++}$	40.08	5000	0.5	125000
Potasio	K	$\text{K}^+$	39.10	10000	1.0	250000
Nitrógeno	N	$\text{NO}_3^-$	14.01	15000	1.5	1000000
Oxígeno	O	$\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}$	16.00	450000	45	30000000
Carbono	C	$\text{C O}_2$	12.01	450000	45	35000000
Hidrógeno	H	$\text{H}_2\text{O}$	1.01	60000	6	60000000

## **Nitrógeno en la Planta**

Es un nutriente de gran importancia debido a su presencia en las principales biomoléculas de la materia vegetal; si añadimos que los suelos suelen soportar un déficit de este elemento, tendremos que, junto al potasio y el fósforo, es uno de los elementos claves en la nutrición mineral. En términos mundiales es el nutriente que más limita las cosechas y por ello, el que más se fertiliza. Tiene implicaciones en la contaminación ambiental por nitratos.

### **Absorción**

Las formas de absorción del nitrógeno son el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Existe también la posibilidad de fijar nitrógeno atmosférico  $\text{N}_2$ , en la simbiosis entre leguminosas y bacterias tipo *Rhizobium*.

La disponibilidad de nitrógeno en el suelo para ser tomado por la planta, es difícil de determinar debido a distintos factores como pueden ser, para el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ):

- la desnitrificación hasta formas gaseosas de N
- la inmovilización microbiana y la lixiviación de nitratos

para el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ):

- su volatilización como amoniaco
- su absorción en el coloide arcilloso-húmico de suelo
- la nitrificación

Además, la mayor parte del N en el suelo se encuentra en la fracción de N orgánico, no accesible para la planta. La disponibilidad del N orgánico se caracteriza por diferentes procesos como la mineralización, debida a la actividad de microorganismos, y como la desnitrificación y la lixiviación.

La absorción de nitrato por la raíz de la planta se caracteriza por:

- Es la especie de N preferida por los cultivos.
- Es una absorción activa (necesita ATP y un transportador).
- A baja temperatura la absorción se inhibe.
- Su absorción alcaliniza el medio externo.
- Se absorbe mejor a pH ligeramente ácido.

La absorción radicular de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) se caracteriza por:

- La absorción es un proceso aparentemente pasivo.
- La temperatura apenas afecta la absorción.
- Se absorbe mejor a pH alcalino, si bien la absorción del amonio acidifica el medio externo.
- Puede llegar a ser tóxico, al estar presente el amoníaco.
- Es preferido por algunos cultivos como el arroz.

### **Otros aspectos relevantes del nitrógeno en la planta**

- El contenido de peso seco en la planta oscila entre el 2 y el 5%.
- Distribución del nitrógeno en planta:
- 90% en compuestos de elevado peso molecular.
- 10% en compuestos orgánicos de bajo peso molecular e compuestos inorgánicos.
- Presenta una gran movilidad en la planta.
- En cuanto a funciones, de forma resumida, el N está involucrado en las siguientes:
- Forma parte de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos.
- Necesario en síntesis de clorofila. Forma parte de ella.
- Componente de vitaminas.
- Componentes de derivados de azúcares, celulosa, almidón, lípidos.
- Forma parte de coenzimas y enzimas.
- Alarga las fases del ciclo de cultivo.
- Favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento.

### **Síntomas de deficiencia de N**

- Las plantas deficientes de N son más pequeñas de lo normal.
- Clorosis en las hojas adultas ( el nitrógeno se transporta de hojas adultas a hojas más jóvenes debido a su alta movilidad).
- Algunas plantas como el tomate o el maíz muestran una coloración purpúrea causada por la acumulación de pigmentos antocianinos.
- Aumento de la concentración de azúcares.
- Menor crecimiento foliar frente al desarrollo radicular.
- Disminución de tamaño celular.
- Disminución de síntesis de proteínas.
- La floración queda muy restringida con notable reflejo en la fructificación.
- Las enfermedades, heladas y granizadas producen mayores efectos.
- El crecimiento se hace lento e incluso puede paralizarse.
- Se adelanta la floración y la maduración.

### **Síntomas de exceso de N**

- Exceso de follaje con un rendimiento pobre en frutos.
- Desarrollo radicular mínimo frente al desarrollo foliar.
- Retraso en la floración y formación de semillas.

## Fertilizantes nitrogenados

Pacheco, *et. al.* (2003), La producción agrícola depende en gran medida de que los suelos sean capaces de desarrollar cultivos con un buen rendimiento y esa capacidad es establecida por su fertilidad. El contenido de nutrientes de origen natural en los suelos, generalmente no es suficiente para lograr una adecuada fertilidad, por esa razón se emplean los fertilizantes naturales orgánicos y químicos.

El nitrógeno es un nutriente vital para las plantas, quienes lo utilizan en la síntesis de proteínas para su crecimiento. Los fertilizantes nitrogenados aportan el nitrógeno necesario y a su vez, algunos de ellos son fuentes importantes de nitratos, dando lugar a través de su uso a un incremento de la presencia y concentración de éste en el medio. Los fertilizantes nitrogenados pueden ser de cuatro tipos:

- a) Nítricos: aportan el nitrógeno entre el 11 y el 16% en forma de nitratos.  
Ejemplos:  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{KNO}_3$ .
  
- b) Amónicos: aportan el nitrógeno en alrededor del 21% en forma de amonio.  
Ejemplo:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
  
- c) Amónicos y nítricos: aportan el nitrógeno entre el 20 y 34% en formas de nitratos y amonio.  
Ejemplos :  $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NH}_4)_2$  y  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .
  
- d) De Amidas: aportan en nitrógeno entre el 21 y el 45% en forma de amidas.  
Ejemplo: urea y cianamida de calcio. La acción de éstos es más lenta pues el nitrógeno amídico deberá transformarse en nitrógeno amónico y de nitratos.  
El nitrato de amonio es uno de los fertilizantes nitrogenados más empleados en la agricultura, se obtiene industrialmente a partir del amonio y del ácido nítrico y su composición en nitrógeno es del 33 al 34.5%.

## Uso de enraizadores y ácido indol-3 butírico (AIB)

En el proceso agrícola del trasplante de plántulas de hortalizas, se sucede un fenómeno similar a la propagación vegetativa por enraizado de esquejes. Esto es, durante el trasplante, cerca de la totalidad de las raíces que ha desarrollado la plántula en el invernadero mueren y se degradan, dando paso a la iniciación de raíces laterales que parten desde la base del tallo, para formar un sistema de radicular prácticamente nuevo, similarmente al enraizado de esquejes (IIE, 2012).

Una de las alternativas para tener mayor éxito en el prendimiento de las partes vegetativas, son los enraizadores, ya que ayudan a la proliferación y formación de un buen sistema radicular que permita el crecimiento y desarrollo de una nueva planta, la formación de raíces es vital para absorber y conducir agua y minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta al suelo (Lema Guaman, *et. a.*, 2011).

El Ácido Indol-3-Butírico, es un regulador de crecimiento vegetal, una auxina presente en la naturaleza (p. ej. *Arabidopsis Thaliana*, y *Salix*), que regula la iniciación y el crecimiento de las raíces laterales, modificando la arquitectura del sistema radicular de las plantas. El Ácido Indol-3- Butírico puede ser absorbido por cualquier parte de las plantas. Actúa por sí mismo y a través de su transformación en Ácido Indol-3-Acético, que también regula el crecimiento de las raíces (IIE, 2012).

Castellanos, *et al* (2006), reporta en su trabajo Órgano génesis indirecta y enraizamiento in Vitro de *Paulownia elongata*, un protocolo eficiente y la importancia del desarrollo de raíces, logrando buenas características tanto de la raíz, como del brote enraizado manejando  $1.5 \text{ mg/L}^{-1}$  de AIB, (concentración basada en el contenido de auxinas en el enraizador comercial Radix ®) .

Valerio, (2012) recomienda para tomate y pimiento, aplicar un enraizador a una conductividad eléctrica (CE) de 2 mmhos/cm o decisiemens por metro (ds/m) o microsiemens por centímetro a los 7 u 8 días después de su siembra, cuidando que no se quede en el follaje y bajándolo con agua. Se recomienda hacer pruebas, ya que varía de una región a otra, y al día siguiente utilizar un triple 18 a la misma conductividad. Con ese tratamiento lograrán hacer plantas compactas y con buenas raíces.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

Este trabajo se realizó en el área de Agricultura del campo experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.S.L.P. ubicada en el ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, SLP, (México) en el Km. 14.5 de la carretera San Luís-Matehuala. Sus coordenadas Geográficas 22° 14' 5.8" de latitud norte y 100° 51' 48.5" de longitud oeste, con una altitud de 1835 msnm, perteneciente a la Provincia Mesa del Centro (INEGI, 2013).

### Clima

De acuerdo con la clasificación climática según Köepen modificada por García (1973) el clima es seco estepario frío Bskw (w) (i) con lluvias en verano, siendo los meses de Julio, Agosto y Septiembre cuando se presentan más lluvias significativamente.

El cuadro 2 muestra los valores de las estadísticas climatológicas normales de la estación de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. con datos promedios de los años 1961 al 2001 (Medina, *et. al.* 2005).

Cuadro 2. Estadísticas climatológicas normales de la estación de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. (periodo 1961-2001).

Variable	Marzo	Abril	Mayo
Temp. máxima media (° C)	25.3	27.5	28.2
Temp. máxima (°C)	39.0	43.2	37.6
Temp. mínima media (°C)	8.5	11.3	13.2
Temp. mínima (°C)	-4.1	1.5	3.3
Temp. media (°C)	16.9	19.3	20.7
Temp. diurna media (°C)	21.4	23.4	24.3
Temp. nocturna. media (°C)	12.5	15.2	17.1
Oscilación térmica (°C)	16.8	16.3	14.9
Precipitación (mm)	14.1	8.3	25.9
Precipitación max. en 24 hrs (mm)	100.0	15.0	43.0
Número de días con lluvia	1.5	1.6	2.3
Evaporación (mm)	-	-	-
Fotoperiodo (Hrs)	11.9	12.5	13.1

### **Los materiales utilizados en este trabajo fueron los siguientes:**

- 18 charolas de poli estireno de 200 cavidades.
- 1 bulto de peat moss (marca BM2 de la empresa BERGER).
- 1½ kg de fertilizante nitrato de amonio (Citrimex), la concentración es de 33.5 % de nitrógeno.
- 1½ Kg de fertilizante nitrato de calcio, la concentración es de 15.5% de N y 21% de Ca.
- 1½ Kg. de fertilizante urea, la concentración es de 46 % N.
- ½ litro de ácido fosfórico, la concentración es de 85% de P, con densidad 1.75 g/cm<sup>3</sup>.
- ½ kg de fertilizante 09-45-15 (Peter's Professional®).
- ½ kg de fertilizante sulfato de potasio, la concentración del sulfato de potasio es de 50 % de K<sub>2</sub>O.
- Enraizador Raizone-Plus ® (Fabricado por Fax, S.A. de C. V.).  
Contiene: Alfaftilacetamida 0.12%, ácido indol-3 butírico 0.06% y diluyentes y compuestos relacionados 99.82%.
- 2 regaderas manuales.
- 1 mochila aspersora.
- 7 recipientes 10 L.
- 1 L de cloro.
- 7200 semillas de chile guajillo var. Don Ramón (INIFAP, S. L. P.).
- 18 g de fungicida Ridomil ® (i. a. metalaxil) de acción sistémica.
- 10 g de insecticida Confidor ® (i. a. imidacloprid) de acción sistémica.
- Tambo 200 L.
- Materiales de seguridad (guantes desechables, tapabocas).
- Material de cristalería (probetas, pipetas, vasos, etc.).
- Horno de secado con aire forzado.
- Balanza digital de 1500 g con precisión de 0.0001 mg.
- Túnel de invernadero.

- 18 palillos de colores.(rojo, morado, azul, verde, amarillo, naranja).
- Potenciómetro.
- Conductímetro.
- Material de corte (tijeras, navaja, etc.).
- Papelería.

**La metodología seguida en este experimento fue la siguiente:**

### **Tratamientos**

Se propuso el uso de los fertilizantes: nitrato de calcio, urea y nitrato de amonio, por ser de los más utilizados en el medio y contrastar en su composición. El enraizador Raizone-Plus ® es un producto muy comercial y económico.

La combinación de los factores nos dieron los siguientes tratamientos:

1. T1, Nitrato de Calcio.
2. T2, Urea.
3. T3, Nitrato de amonio.
4. T4, Nitrato de Calcio + enraizador.
5. T5, Urea + enraizador.
6. T6, Nitrato de Amonio + enraizador.

La aplicación de los tratamientos se realizó en forma de solución nutritiva, tomando la fórmula de 200-75-75 ppm, de N, P y K respectivamente. Esta resultado ser la más conveniente según los trabajos previos realizados en esta Facultad por Cuadrado (2007) y Pérez (2008).

## Seguimiento del cultivo

Los pasos a seguir fueron los siguientes:

- Como primer paso se seleccionaron las charolas de siembra teniendo en cuenta que todas fueran homogéneas, que el tamaño de los alveolos fuera el adecuado para que no afectase a las raíces y se desinfectaron con cloro .para ello en un tambo de agua con capacidad de 200 L, se añadió cloro (1%), las charolas se sumergieron en la solución poco a poco donde se dejaron durante 30 minutos. Las charolas fueron rellenas con sustrato: para ello se utilizó un recipiente donde se depositó el sustrato y se añadió agua para humedecerlo con el fin de liberar el aire excedente y proporcionarle humedad.
- Se sembró el día 21 de marzo de 2007 en las instalaciones de la Facultad. de Agronomía, UASLP. Durante los primeros días la colocación de las charolas fueron estibadas para mantener la humedad y la temperatura, ya que no requieren luz. Se depositaron 2 semillas por cavidad. Posteriormente se realizó el aclareo selectivo.
- Los riegos aplicaron según la humedad del sustrato y apariencia de las plántulas (aproximadamente 1- 1.5 L/día) empleando al inicio una mochila aspersora de rocío fino, a la dos semanas de emergidas las plántulas se utilizó regadera manual.
- Las actividades fueron realizadas en el túnel de invernadero de la Facultad de Agronomía.
- Se inició la aplicación de los tratamientos cuando las plántulas presentaron sus primeras hojas verdaderas, y las charolas se presentaron homogéneas. El cuadro 3 ilustra las cantidades de fertilizantes aplicados por litro de solución de acuerdo a los niveles de N y P de los tratamientos.

Cuadro 3. Cantidad de fertilizante por aplicar a cada tratamiento.

Tratamiento	Formulación (ppm)	mg de fertilizante diluido en 1 L de agua				
		Nitrato de Ca.	Urea	Nitrato de amonio	Acido Fosfórico	Sulfato de potasio
1	200-75-75	1290.30			275.00	180.70
2	200-75-75		434.80		275.00	180.70
3	200-75-75			597.00	275.00	180.70
4	200-75-75	1290.30			275.00	180.70
5	200-75-75		434.80		275.00	180.70
6	200-75-75			597.00	275.00	180.70

Cuadro 4.- Evaluación de pH y C. E. de los tratamientos (los valores incluyen la fertilización con P y K).

Tratamiento	pH	C. E. $\mu\text{S m}^{-1}$
Urea	5.86	695
Urea + enraizador	6.20	726
Nitrato de Ca	5.71	2.09
Nitrato de Ca + enraizador	5.95	2.06
Nitrato de amonio	6.54	1.09
Nitrato de amonio+enraizador	6.61	1.38

- Se aplicó 2 veces el Peter's Profesional®, a razón de 387.59 mg/L de agua, a partir de que las plántulas emergieron, con diferencia de 1 semana.
- Se prepararon soluciones madre, para el eficiente manejo y fertilización. Para el nitrato de amonio se formó una solución con 50 g en 1 L de agua; para Peter's Profesional® así como para los demás fertilizantes, además del enraizador (Raizone Plus®) a razón de 1 g L<sup>-1</sup> de agua, dicha dosis es la señalada como recomendada en la etiqueta del producto).

- Para la identificación de los tratamientos se anotó con marcador indeleble en la charola y además se colocaron palillos de colores para su rápida identificación los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera: Tratamiento 1, verde; Tratamiento 2, morado; Tratamiento 3, naranja; Tratamiento 4, amarillo; Tratamiento 5, azul; Tratamiento 6, rojo.
- Se hicieron tres aplicaciones de fungicida sistémico (Ridomil®, i. a. Metalaxil) como preventivo de hongos que provocan “damping-off”. A razón de 0.25 g L<sup>-1</sup> de agua.

Cuadro 5. Calendario de actividades.

MARZO, 2007

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
18	19	20 Desinfección de semilleros	21 <b>Siembra</b>	22 Riego	23 Riego	24 Riego
25	26 Riego	27 Riego	28	29 Riego	30	31 Riego

ABRIL, 2007

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
1	2 Riego	3 Riego	4	5 Riego	6 Riego	7
8	9 Riego	10	11 Riego	12 Riego	13	14 Riego
15	16 Riego	17 Riego	18	19 Riego	20	21 Riego
22	23 Riego	24 Riego	25	26 Riego	27 1ª aplicación de Peter's P. 1ª aplicación de fungicida*	28 Riego
29	30 Riego					

## MAYO, 2007

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
		1 Riego	2 Riego	3 2ª aplicación de Peters's Professional	4	5 Riego
6	7 1ª fertilización a los tratamientos	8 2ª aplicación de fungicida	9 Riego	10	11 Riego	12 2ª fertilización 1ª aplicación de hormonas
13	14 Riego	15 Riego	16 3ª fertilización	17	18 4ª fertilización 2ª aplicación de hormona	19 3ª aplicación de fungicida
20	21 5ª fertilización	22 Riego	23 6ª fertilización	24	25 7ª fertilización 3ª aplicación de hormona	26 Riego
27	28 Evaluación	29	30	31		

NOTA: Aplicación de hormona, tratamientos: 4, 5 y 6. Los riegos se efectuaron de acuerdo al clima de las fechas, además de riego junto con las diferentes aplicaciones.

\* Para el inicio de fertilización se utilizó el criterio del surgimiento de las primeras hojas verdaderas.

El 16 de mayo se aumentó la cantidad de dilución de 1 L de agua con fertilizante por charola a 2 L. Esto es de 6 L por tratamiento se elevó a 12 L.

### **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones en arreglo factorial siendo el factor A los fertilizantes (nivel 1=nitrato de calcio; nivel 2=nitrato de amonio y nivel 3=urea) y el factor B el enraizador (nivel 1= sin enraizador; nivel 2= con enraizador). En total se tuvieron 17 unidades experimentales, ya que en el desarrollo del experimento se extravió una unidad.

## **Evaluación**

Se realizó el día 28 de mayo. Se tomaron de 5 a 7 plántulas al azar por charola dentro de la parcela útil. Las variables tomadas fueron:

1. Peso seco raíz. Se determinó dividiendo la planta de la base del tallo y secando en horno de aire forzado a 65°C por 24 h, se pesó en la balanza analítica de precisión de 0.0001 g.
2. Peso seco parte aérea. Se determinó dividiendo la planta de la base del tallo y secando en estufa de aire forzado a 65°C por 24 h, se pesó en la balanza analítica de precisión de 0.0001 g.
3. Peso seco total. Se calculó sumando los pesos secos de raíz + parte aérea.
4. Relación raíz-parte aérea. dividiendo los pesos secos de raíz entre parte aérea. Los cocientes con valores más cercanos al 1 indican el balance entre ambas partes de la plántula.
5. Número de hojas. Se contaron todas las hojas verdaderas
6. Porcentaje de extracción de cepellón. Se consideraron como base las plántulas que presentaban cepellón completo como el 100%, en base a ello se determinó el porcentaje de cepellón extraído correspondiente para cada plántula.
7. Altura de plántula. Se tomó con una regla de 30 cm desde la base del sustrato hasta la parte más superior de la planta.
8. Diámetro de tallo. Se tomó de la base del tallo con la ayuda de un vernier.
9. Porcentaje de necrosis apical. Se estimó el daño apical de las hojas para cada plántula, por toxicidad.

## **Análisis Estadístico**

Se realizó el análisis de varianza de todas las variables para experimentos factoriales. Hubo pocos casos con diferencias significativas, a los cuales se les comprobó por el método de comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). El software a utilizado fue el de diseños experimentales FAUANL (Olivares, 1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El siguiente cuadro muestra las significancias obtenidas por variable:

Cuadro 6. Significancias encontradas en las variables en estudio en factores principales e interacciones.

<b>F.V.</b>	Factor A	Factor B	Interacción	C. V.
<b>Variable</b>	(fertilizantes)	(enraizador)		
<b>P.S.R.</b>	NS (P>F=0.592)	NS (P>F=0.652)	NS (P>F=0.562)	19.81%
<b>P.S.P.A.</b>	NS (P>F=0.217)	NS (P>F=0.084)	NS (P>F=0.610)	17.47%
<b>P.S.T.</b>	NS (P>F=0.533)	NS (P>F=0.542)	NS (P>F=0.929)	15.78%
<b>R.R.P.A</b>	* (P>F=0.016)	* (P>F=0.012)	* (P>F=0.047)	15.12%
<b>N.H.</b>	* (P>F=0.038)	NS (P>F=0.748)	NS (P>F=0.058)	06.28%
<b>% E.C.</b>	NS (P>F=0.156)	NS (P>F=0.553)	NS (P>F=0.549)	17.30%
<b>A.P.</b>	NS (P>F=0.109)	NS (P>F=0.238)	NS (P>F=0.773)	10.50%
<b>D.T.</b>	* (P>F=0.010)	NS (P>F=0.088)	NS (P>F=0.089)	05.90%
<b>% N.A.</b>	** (P>F=0.000)	NS (P>F=0.111)	NS (P>F=0.094)	11.66%

**NOTA:** F.V. Fuente de variación; P.S.R. Peso seco de raíz; P.S.P.A. Peso seco parte aérea; P.S.T. Peso seco total; R.R.P.A. Relación raíz parte aérea; N.H. Número de hojas; % E.C. Porcentaje de extracción de cepellón; A.P. Altura de plántula; D.T. Diámetro de tallo; % N.A. Porcentaje de necrosis apical; C.V. Coeficiente de variación; NS. No significativa; \* Diferencia significativa; \*\* Diferencia altamente significativa.

## VARIABLES SIN EFECTO SIGNIFICATIVO

### Peso seco raíz, peso seco parte aérea, peso seco total, altura y extracción de cepellón.

En estas variables no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos, tampoco entre los efectos principales e interacciones. Esto significa que los diferentes tratamientos, así como el efecto individual de los fertilizantes y dosis de enraizador, promueven un mismo efecto en estas variables en plántulas de chile guajillo (Cuadro 6).

Cabe mencionar que en la variable de porcentaje de extracción de cepellón, a pesar de no encontrar resultados significativos, los resultados fueron muy variables mostrando que el tratamiento 3 fue el único que presentó el 100% de las plantas con cepellón completo, propiedad que lo hace sumamente importante y apreciada entre los productores y representa una ventaja agronómica al resto de los tratamientos.

Cuadro 7.- Medias de los variables sin efecto significativo entre tratamientos.

VARIABLES	TRAT. 1		TRAT. 2		TRAT. 3		TRAT. 4		TRAT. 5		TRAT. 6		C.V.
Cepellón (%)	88.88	A	88.66	A	100.00	A	92.00	A	72.50	A	99.33	A	18.62
Altura de planta (cm)	24.73	A	20.87	A	22.10	A	22.75	A	20.56	A	19.90	A	10.50
Peso seco raíz (g)	0.17	A	0.20	A	0.21	A	0.22	A	0.18	A	0.24	A	19.81
Peso seco parte aérea (g)	0.34	A	0.27	A	0.30	A	0.28	A	0.26	A	0.24	A	18.24
Peso seco total (g)	0.52	A	0.47	A	0.52	A	0.51	A	0.45	A	0.48	A	16.71

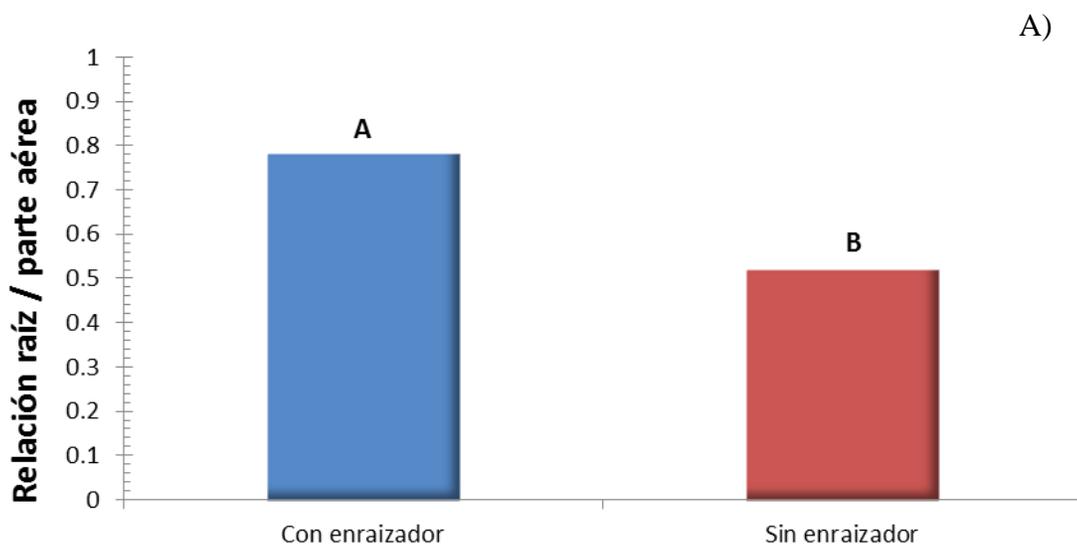
## VARIABLES CON EFECTO SIGNIFICATIVO

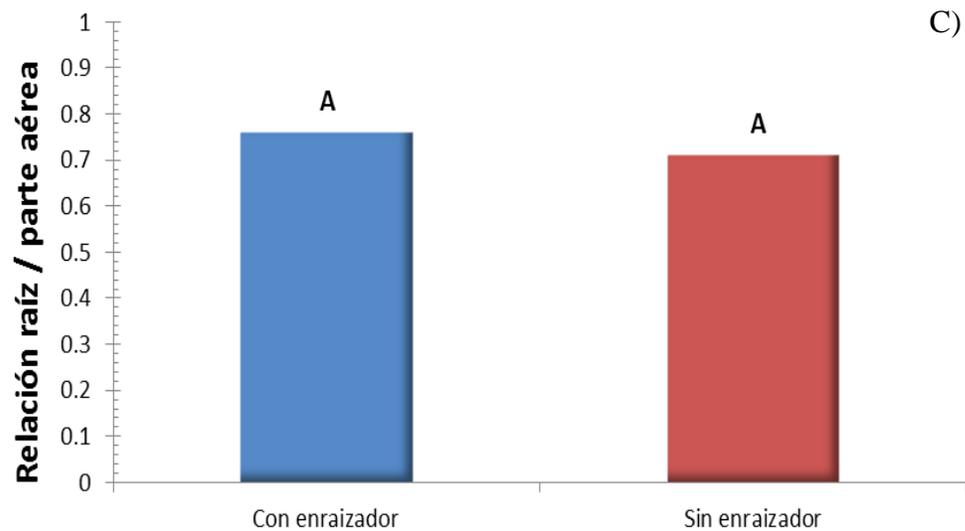
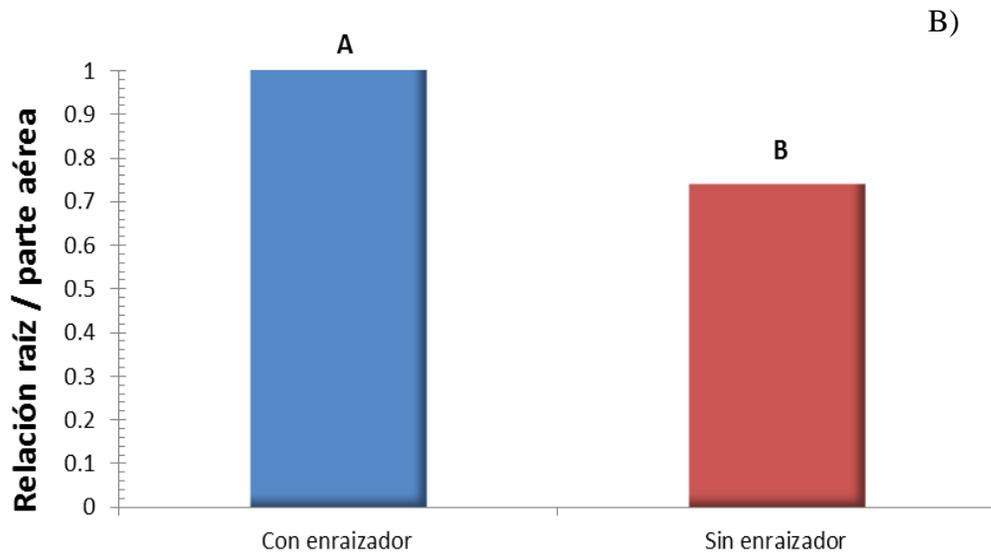
### Relación raíz-parte aérea

El análisis factorial detectó diferencias significativas entre los fertilizantes, dosis de enraizador e interacciones.

En cuanto a las interacciones, se obtuvo diferencias significativas. Al comparar las dosis de enraizador dentro del factor fertilizantes, la figura 1 (A), muestra que cuando se aplica nitrato de calcio, es conveniente aplicar un enraizador para promover un mejor balance de planta. En la figura 1 (B), muestra que cuando se aplica nitrato de amonio, es también conveniente aplicar en enraizador para promover un mejor balance de planta. No fue así con la urea, donde se muestra en la figura 1 (C), que da igual aplicar o no el enraizador.

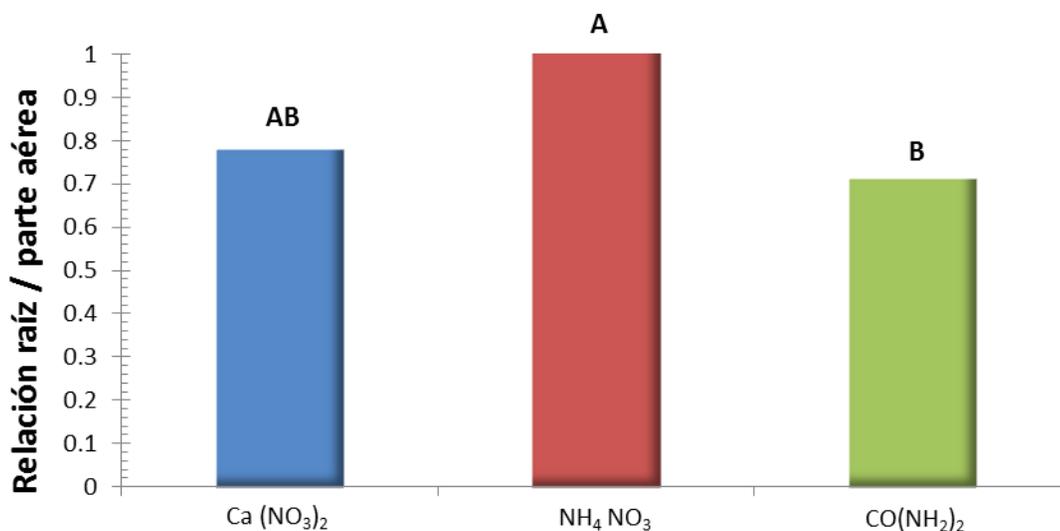
Figura 1.- Comparación de medias de las interacciones, aplicación de enraizador dentro de cada fertilizante, para la variable relación entre raíz y parte aérea. A) Aplicación con nitrato de calcio; B) Nitrato de amonio; C) Urea.





Al comparar los fertilizantes dentro del factor dosis de enraizador, la figura 2 muestra que la mejor relación parte aérea/raíz o mejor balance de planta es debida al uso del nitrato de amonio en primer instancia, seguido del nitrato de calcio (iguales estadísticamente entre ellos). Por su parte la urea propició un mayor desbalance de planta.

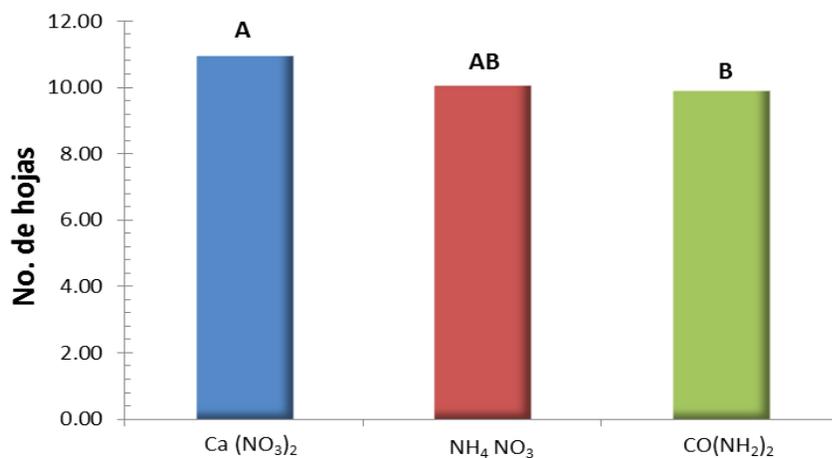
Figura 2.- Comparación de los tres fertilizantes aplicando enraizador (nivel 2 de enraizador dentro del factor fertilizante).



### Número de hojas

El análisis factorial detectó diferencias significativas solamente entre los fertilizantes, la figura 3 muestra que el fertilizante que promovió el mayor número promedio de hojas fue el nitrato de calcio con más de 10 hojas por plántula, seguido de nitrato de amonio, siendo entre ellos estadísticamente iguales. Por su parte el nitrato de amonio con enraizador presento el menor número promedio de hojas.

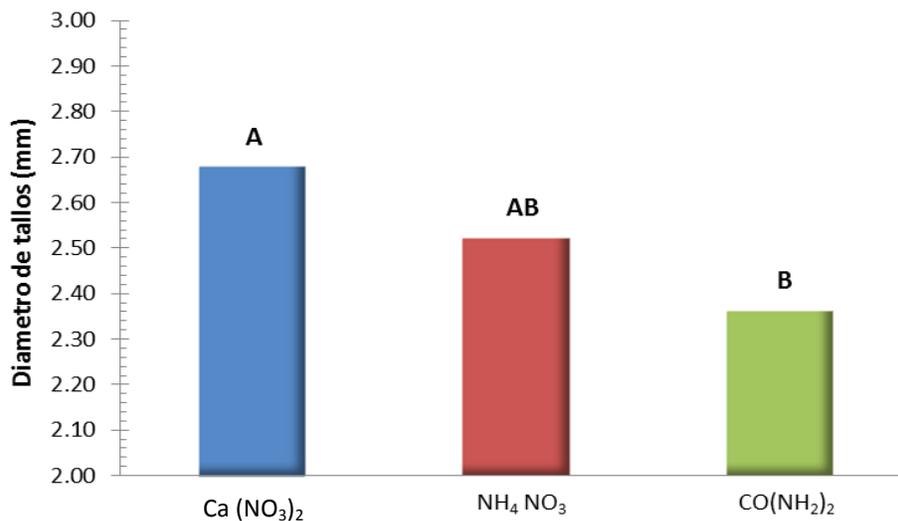
Figura 3.- Comparación de medias entre las diferentes fuentes de fertilización para la variable de numero de hojas



### Diámetro de tallo

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. En el análisis factorial solo fue significativo entre fertilizantes. En la figura 4 se muestra que el nitrato de calcio promovió un mejor diámetro de tallo, seguido del nitrato de amonio, estos tratamientos fueron estadísticamente iguales entre ellos.

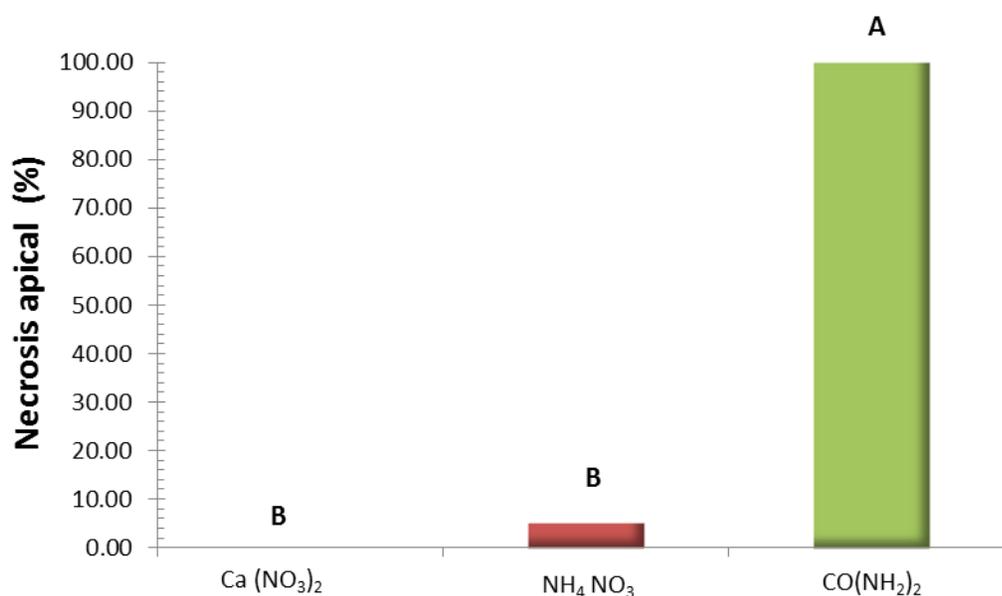
Figura 4.- Comparación de medias entre las tres diferentes fuentes de fertilización para la variable diámetro de tallos.



## Porcentaje de necrosis apical

El análisis factorial detectó diferencias significativas solamente entre los fertilizantes y refrendó lo mostrado entre los tratamientos, esto es, que la urea ocasionó daño de necrosis apical en plántulas de chile guajillo o bien pudo no haber evitado la deficiencia de calcio que es característico de este elemento.

Figura 5.- Comparación de medias entre las diferentes fuentes de fertilización para la variable de necrosis apical.



En base a los resultados anteriores, podemos observar una ventaja de los tratamientos 4 (nitrato de calcio con enraizador), seguido del tratamiento 6 (nitrato de amonio con enraizador). Lograron buena relación de raíz/parte aérea que propicia un buen balance entre ambas partes al momento del trasplante y puedan funcionar con mejor sincronización; mayor número de hojas que creará mayor capacidad fotosintética; mayor diámetro de tallos que ayudará al arraigo, crecimiento firme y vertical de las plántulas, además de ser más resistente a enfermedades del suelo; y nula necrosis apical de hoja lo que también ayuda a mantener una mejor fotosíntesis y reducir problemas con enfermedades foliares.

Ambos tratamientos tienen en común al ácido indol-3 butírico (AIB), que si bien, no se detectó diferencia significativa en la variable peso seco de raíz, las medias de estos tratamientos fueron los más altos de entre los seis tratamientos en evaluación (Cuadro 7). El efecto del enraizador (AIB) propició un mejor efecto de los fertilizantes, por lo que es recomendable utilizarlo en la producción de plántula de Chile. Consideramos que su efecto puede ser mayor si es agregando en dosis mayores a la de este trabajo ( $> 1 \text{ g L}^{-1}$ ) o en aplicaciones más frecuentes (más de 3 aplicaciones) y a edad más temprana (al surgir las primeras hojas verdaderas). Esto deberá ser acompañado de dosis quizá mayores, sobre todo de N, para mantener un balance entre parte aérea y raíz.

Los fertilizantes nitrato de calcio y nitrato de amonio contenidos en los tratamientos 4 y 6, evitaron por completo la necrosis apical la cual se considera un trastorno fisiológico, una deficiencia de calcio. Situación que no pudo ser evitada por la urea, la cual no contiene calcio. Debido a este elemento, es que se preferirá el uso del nitrato de calcio por el nitrato de amonio, aunque hayan tenido resultados similares en este trabajo.

El calcio es un elemento muy poco móvil en la planta y se puede agudizar su deficiencia en las partes apicales de las hojas debido a ambientes de baja humedad relativa y altas temperaturas, condiciones que se dan en zonas climáticas como en las que se realizó este trabajo. La ventaja de usar nitrato de calcio, como fertilizante, es contiene más del 25% de calcio, en una forma que es fácilmente absorbida y transportada dentro de la planta, Kelly (2013).

## CONCLUSIONES

El mejor tratamiento de los evaluados en la producción de plántula de chile guajillo variedad Don Ramón fue el 4, donde se aplicó el fertilizante nitrato de calcio (7 aplicaciones de 200 ppm de N cada una) con enraizador raizone plus® (ácido indol-3 butírico: 3 aplicaciones de 1 g L<sup>-1</sup> cada una). Resultó significativamente mejor en las variables de relación raíz–parte aérea (0.78), número de hojas (10.9), diámetro de tallo (2.68 mm), además de que evitó por completo la necrosis apical en las hojas, fisiopatía que puede darse con frecuencia en climas secos y cálidos con la zona altiplano del estado de San Luis Potosí.

## LITERATURA CITADA

Azcón-Bieto J., Talón M., 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. Interamericana McGraw-Hill.

Anónimo. Fundamentos de nutrición. nitrógeno. Artículo extraído de:  
<http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20omineral/macro/nitrogeno.htm>. (2013, Marzo 11).

Anónimo 2003. Producción exitosa de transplante. *In*: Productores de hortalizas. Año 12, No.3. Marzo 2003.

Bennett, M. A. 2010. Calidad de trasplantes de hortalizas. Artículo extraído de American Vegetable Grower, marzo 2010. Publicado por Hortalizas .com:  
<http://www.hortalizas.com/articulo/4465/calidad-de-trasplantes-de-hortalizas>. (2013, Marzo 14).

Castellanos, H. O. 2006. Órgano génesis indirecta y enraizamiento in vitro de *Paulownia elongata*. Año/vol. 4. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

CONAPROCH, SAGARPA. 2010. Información estadística sistema producto chile nacional. Extraído de:  
[http://www.conaproch.org.mx/descargas/INFORMACION\\_ESTASDISTICA\\_SISTEMA\\_PRODUCTO\\_CHILE\\_NACIONAL.pdf](http://www.conaproch.org.mx/descargas/INFORMACION_ESTASDISTICA_SISTEMA_PRODUCTO_CHILE_NACIONAL.pdf) (2013, Marzo 14).

Cuadrado Domínguez, T. R. (2007). Nitrógeno y fosforo en la producción de plántula de chile mirasol (*Capsicum annuum* L.)Var. VR-91. Tesis profesional Fac. de Agronomía de la Universidad Autonoma de San Luis Potosí.

Figuroa Castillo, B.O. 2005. Producción de plántulas de hortalizas en invernadero. *In*: De riego. Año 4. No 18. Mayo 2005. pp: 35-39.

- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen : (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 2a ed. correg. y aum. UNAM, Instituto de Geofísica.
- IIE, Intercontinental Import Export 2012. Radix, regulador de crecimiento vegetal. Ficha técnica. In: [http://www.interie.net/f\\_tecnicas/radix35tb.pdf](http://www.interie.net/f_tecnicas/radix35tb.pdf). Fecha de actualización 10/08/2012. (2013, Marzo 12).
- IPNI International plant nutrition institute, 2013. Fuentes de nutrientes: Fuentes de nitrógeno. Extraído de [ipni.net](http://www.ipni.net): [http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/\\$webindex/article=09C4C2AC05256B9E002AECBA2DF664B1?opendocument&navigator=herramientas](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/$webindex/article=09C4C2AC05256B9E002AECBA2DF664B1?opendocument&navigator=herramientas). (2013, Marzo 12).
- Kelly, B. 2013. Uso del nitrato de calcio para la podredumbre apical. Artículo extraído de: [http://www.ehowenespanol.com/nitrato-calcio-podredumbre-apical-info\\_210069/](http://www.ehowenespanol.com/nitrato-calcio-podredumbre-apical-info_210069/). (2013, Marzo 18).
- Lema Guaman, L. R. 2011. Evaluación de la eficacia de seis enraizadores en la propagación por esquejes de tres cultivares de *Hypericum* sp". Tesis para obtener el título de Ing. Agrónomo, Escuela superior politécnica de Chimborazo, Fac. de Recursos Naturales, Riobamba-Ecuador, p. 4.
- Medina García, G. Díaz Padilla G. Loredo Osti C. Serrano Altamirano V. Cano García M. A. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de San Luis Potosí (periodo 1961-2001). Centro de investigación regional noreste campo experimental San Luis P. INIFAP, libro técnico No. 2.
- Pérez Martínez, P. 2008. Comportamiento en campo del chile mirasol (*Capsicum annum* L.) Var. VR-91 usando plántula tratada con diferentes niveles de nitrógeno y fosforo. Tesis profesional Fac. de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

- SAGARPA y SIAP. 2010. México primer lugar mundial en producción de chile verde y sexto en chile seco, boletín de extraído de:  
[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=310:mexico-primer-lugar-mundial-en-produccion-de-chile-verde-y-sexto-en-la-de-chile-seco&catid=6:boletines&Itemid=335](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=310:mexico-primer-lugar-mundial-en-produccion-de-chile-verde-y-sexto-en-la-de-chile-seco&catid=6:boletines&Itemid=335) (2013, Marzo 12).
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. grupo editorial Iberoamérica. México DF.. p. 759.
- Minero Amador, A. 2004. Producción de plántulas in: Productores de hortalizas. Año 13, No 9. Septiembre 2004 pp: 10-12.
- Olivares, S.E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la UANL. Marín, N. L. México.
- Pacheco J., Cabrera A. 2003. Revista académica de la facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán. Artículo de divulgación “Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas” p. 48. Vol. 7, núm. 2.
- Reveles-Hernández M.; Huchín-Alarcón, S.; Velásquez-Valle, R.; Trejo-Calzada, R.; y Ruiz-Torres, J. 2010. Producción de Plántula de Chile en Invernadero. Folleto Técnico Núm. 41. Campo Experimental Valle del Guadiana, CIRNOC-INIFAP, p 40.
- Valerio, M. 2012. Plántulas sanas para la producción óptima. *In*: <http://www.hortalizas.com/articulo/28852/plantulas-sanas-para-produccion-optima>. (2013, Marzo 12).