



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS GRÍCOLAS

**CAMPUS PUEBLA**

**POSTGRADO DE  
ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL**

**CALIDAD DE PLÁNTULAS Y PRODUCCIÓN DE CHILE POBLANO  
EN LA SIERRA NEVADA DE PUEBLA**

**Ciro García Morales**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**Puebla, Puebla  
2010**



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CAMPUE- 43-2-03 ANEXO

## CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe **Ciro García Morales** alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Oswaldo Rey Taboada Gaytán** por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **Calidad de plántulas y producción de chile poblano en la Sierra Nevada de Puebla** y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Puebla 23 de noviembre de 2010.

Firma

Vo. Bo. Profesor Consejero o Director de Tesis

La presente tesis intitulada: **Calidad de plántulas y producción de chile poblano en la Sierra Nevada de Puebla**; realizada por el alumno: **Ciro García Morales**; bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS**  
**ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA**  
**REGIONAL**

**CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO

  
\_\_\_\_\_  
DR. OSWALDO REY TABOADA GAYTÁN

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. HIGINIO LÓPEZ SÁNCHEZ

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. PEDRO ANTONIO LÓPEZ

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. GUSTAVO MORA AGUILERA

Puebla, Puebla, México, Noviembre de 2010.

# **CALIDAD DE PLÁNTULAS Y PRODUCCIÓN DE CHILE POBLANO EN LA SIERRA NEVADA DE PUEBLA**

**Ciro García Morales, M.C.**

**Colegio de Postgraduados, 2010**

La producción de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) en la Sierra Nevada de Puebla ha disminuido en los últimos años a consecuencia de una serie de problemas, como la mala calidad de las plántulas utilizadas en su cultivo. El objetivo de este trabajo fue mejorar la producción en campo mediante el incremento de los parámetros de calidad, dada por la sanidad y el vigor, en plántulas producidas mediante diferentes tratamientos que resultaron de la combinación de los factores: sustrato, variedad, fertilización y desinfección de semillas, en invernadero; así como desinfección al suelo, variedad, fertilización y desinfección de semillas, en almácigo. En la plántula, producida tanto en invernadero como en almácigo, se midió el porcentaje de germinación, la altura, el peso seco de la raíz y el peso seco de la parte aérea. En campo se midió el diámetro de tallo, la altura de planta, el número de frutos por planta, rendimiento por hectárea y además se identificaron patógenos en raíces. En ambos métodos de producción de plántula la fertilización mejoró su calidad, ya que aumentó la altura y la acumulación de materia seca. La fertilización de las plántulas provenientes del invernadero no influyó en el rendimiento total del cultivo, no así para el caso de las provenientes del almácigo, en donde incrementó el rendimiento total en 29 %. Se concluye que con una adecuada fertilización en almácigo es posible mejorar la calidad de las plántulas y el rendimiento del cultivo en campo.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum* L., calidad de plántulas, producción de plántula en almácigo, producción de plántula en invernadero, rendimiento de chile poblano en campo.

**QUALITY SEEDLINGS AND PRODUCTION OF POBLANO PEPPER IN THE SIERRA  
NEVADA OF PUEBLA  
Ciro García Morales, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2010**

Production of poblano pepper (*Capsicum annuum* L.) in the Sierra Nevada of Puebla has decreased as consequence of several problems, such as low quality of planted seedlings. The objective of this paper was to improve the crop production by improving some quality parameters such as health and vigour in seedlings produced by different treatments that consisted in the combination of factors such as substrate, variety, fertilization and primed or untreated seed sown in trays on greenhouse and soil disinfection, variety, fertilization and primed or untreated seed in nurseries sown over ground. Germination percentages, height, dry weight of roots, dry weight of stems and leaves were measured in seedlings. Stem diameter, plant height, number of fruits per plant, and yield were measured in the field and pathogens were identified in roots. In both production methods fertilization improved quality of seedlings by increasing height of plants and amount of dry matter. Fertilization of seedlings produced in greenhouse unaffected the total field yield of the crop, while seedlings fertilized produced in the nursery over ground increased the total yield per plot in the field. In conclusion, appropriate fertilization doses in the nurseries over ground are useful to improve seedlings quality and to increase the yield in field production.

**Key words:** *Capsicum annuum* L., seedlings quality, nursery seedlings production, greenhouse seedlings production, field yield of poblano pepper.

## AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados y en especial al *Campus* Puebla, por darme la oportunidad para realizar mis estudios y mejorar en los ámbitos profesional y personal.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico para la realización de mis estudios de Postgrado.

A mi consejo particular le agradezco la confianza y el apoyo que me brindó en la realización del presente trabajo. Me llevo valiosas experiencias y conocimientos que sin duda me van a servir como lección de vida. En especial quiero agradecer al Doctor Higinio López Sánchez por su confianza, apoyo y consejos que me brindó desde mi llegada al Colegio. Al Doctor Oswaldo Rey Taboada Gaytán, gracias por fungir como mi consejero y su excelente dirección en el desarrollo de la presente investigación. Agradezco al Doctor Pedro Antonio López por su valiosa asesoría en el análisis e interpretación de resultados en cada etapa del trabajo. Al Doctor Gustavo Mora Aguilera y a la M.C. Bertha Tlapal Bolaños por su apoyo para mejorar aspectos de la sanidad de las plántulas en el trabajo realizado. Al Doctor Abel Gil Muñoz por las facilidades que me otorgó para trabajar en las instalaciones de la Unidad Académica del Colegio de Postgraduados en Huejotzingo, Puebla. A los productores Eduardo Pérez y Cesáreo del Rosario Ramos que amablemente me recibieron y compartieron conmigo sus conocimientos y experiencias. A los amigos, compañeros, académicos y personal administrativo que de alguna u otra forma me apoyaron en el trabajo de campo y durante mi estancia en el Colegio, a todos ellos gracias.



3.6. Discusión.....	42
3.7. Conclusiones.....	44
3.8. Agradecimientos.....	44
3.9. Literatura citada.....	45
3.10. Cuadros y figuras .....	48
<b>CAPITULO IV. CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>54</b>



## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
<b>(Capítulo II)</b>		
1	Características químicas de los sustratos evaluados.....	25
2	Cuadrados medios de la evaluación de plántulas producidas en invernadero.....	25
3	Comparación de medias de los factores evaluados en invernadero.....	26
4	Cuadrados medios de plántulas producidas en almácigo.....	27
5	Comparación de medias de los factores evaluados en almácigo.....	28
<b>(Capítulo III)</b>		
1	Comparación de medias de los factores evaluados en la producción de plántulas en invernadero y almácigo.....	48
2	Análisis de varianza del experimento de invernadero establecido en campo.....	49
3	Comparación de medias de los factores en invernadero evaluados en campo.....	50
4	Análisis de varianza del experimento en almácigo establecido en campo.....	51
5	Comparación de medias de los factores de almácigo evaluados en campo.....	52

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>(Capítulo II)</b>		
1A	Efecto de la interacción Sustrato*Variedad*Desinfección a la semilla* Fertilización en la variable peso seco de la parte aérea en plántulas de invernadero.....	29
1B	Efecto de la interacción Sustrato*Variedad*Desinfección a la semilla en la germinación en invernadero.....	29
2	Efecto de la interacción Localidad*Desinfección al suelo*Variedad* Desinfección a la semilla*Fertilización, en la variable altura de plántulas en almácigo.....	30
<b>(Capítulo III)</b>		
1	Efecto de la interacción Localidad*Desinfección al suelo*Variedad* Desinfección a la semilla*Fertilización, en el rendimiento por hectárea de las plantas obtenidas en almácigo.....	52

## LISTA DE ANEXOS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1	Características químicas y físicas de los sustratos utilizados.....	54
2	Cuadrados medios del análisis de varianza de las dos evaluaciones realizadas en plántulas producidas en invernadero.....	55
3	Cuadrados medios del análisis de varianza de las dos evaluaciones realizadas en plántulas producidas en almácigo.....	56
4	Cuadrados medios del análisis de varianza de la evaluación en campo de plántulas producidas en invernadero.....	57
5	Cuadrados medios del análisis de varianza de la evaluación en campo de plántulas producidas en almácigo.....	58

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL**

### **1.1. Organización de la tesis**

La presente tesis está dividida en cuatro capítulos: En el Capítulo I se presenta una introducción general en la que se incluye la problemática en la producción de chile poblano. El Capítulo II, integrado por un artículo científico, comprende un estudio de los factores que inciden en la calidad de las plántulas de chile poblano durante su producción en almácigo e invernadero. En el Capítulo III, compuesto por un segundo artículo científico, se presenta la evaluación de la calidad de las plántulas producidas en almácigo e invernadero y su efecto en el rendimiento del cultivo en campo. Finalmente, en el Capítulo IV se incluyen las conclusiones generales derivadas del presente estudio.

### **1.2. Revisión de literatura**

#### 1.2.1. La producción de chile en el mundo

La producción mundial de chiles ha tenido un aumento espectacular en los últimos 10 años. Este aumento en la producción de chiles, principalmente los picosos, se debe a la creciente demanda de este producto en todas sus presentaciones (fresco, seco y procesado) tanto para consumo directo como para usos industriales (PRNSPCH, 2007). Desde hace muchos siglos ha sido consumido principalmente en países en vías de desarrollo, como los latinoamericanos, africanos y asiáticos, mientras que el consumo en los países de la Unión Europea y Estados Unidos ha ido en aumento, por una parte debido a la gran cantidad de inmigrantes que lo

demandan, y por otra a que la población en general ha empezado a dar sabor a sus platillos con el chile pimiento o dulce, lo que poco a poco ha abierto camino a los chiles picosos (PRNSPCH, 2007).

China es el principal país productor de chiles frescos; su superficie sembrada es de 619 mil hectáreas, representando un 37 % de la superficie mundial, con una producción de 12,531,000 toneladas, ésto es el 51 % de la producción mundial de chiles.

México ocupa el tercer lugar en volumen de producción y en superficie cosechada, con 92 000 hectáreas, y 1,617,260 toneladas de chiles frescos. En chiles secos ocupa el 9 lugar en producción, con 57,880 toneladas en una superficie de 33 mil hectáreas, de acuerdo a datos de FAOSTAT (2005).

### 1.2.2. Importancia de la producción de chile en México

El chile es una hortaliza que se cultiva en casi todo el país en los dos ciclos agrícolas y forma parte del grupo de los principales productos hortofrutícolas exportados. No obstante, el 80 % de la producción nacional se consume internamente, lo que determina su importancia como alimento ya que además de poseer minerales y vitaminas, es un condimento que se presenta en la mayoría de los platillos mexicanos. La especie que más se cultiva es *Capsicum annum* L. con diferentes tipos de chile como son jalapeño, serrano, pasilla, guajillo, ancho, mulato, pimiento morrón y chile bell (PRNSPCH, 2007).

El consumo de chiles por persona es mayor al consumo de arroz y de papa. En 2001 se registró un consumo per cápita de 8.7 kilogramos, por lo que sigue siendo junto con el maíz y el frijol

una importante fuente de alimentación para la población (CONAPROCH, 2003). Además su cultivo también es de importancia social como generador de empleos en las regiones donde se produce, ya que se estima que son necesarios de 200 a 350 jornales por hectárea para las labores de cultivo además de las cosechas (Campodónico, 2004). Su cultivo se ha extendido a todo el territorio nacional, ubicándose en regiones con altitudes desde cero, hasta 2500 msnm. Sin embargo, ha sido esta gran diversidad de variedades, regiones, productores, etc., lo que ha imposibilitado que se pueda contar hoy en día con estadísticas exactas por variedad de Chile (CONAPROCH, 2003).

### 1.2.3. Factores que influyen en la calidad de la plántula

El concepto de calidad en plántulas es muy complejo y vago. Sin embargo, en la opinión de Noordegraaf (1994), la calidad se define como el producto adecuado al objetivo para el cual será utilizado. Para el caso de las plántulas de cultivos hortícolas el primer objetivo es lograr el mayor establecimiento posible posterior al trasplante y después obtener el máximo rendimiento en campo. En investigaciones realizadas por Momirovic *et al.* (2000), Guzmán *et al.* (2003), De Gracia *et al.* (2008) y Díaz *et al.* (2008) se ha demostrado que entre otros parámetros, se considera la acumulación de materia seca como importante indicador de calidad en plántulas.

Los factores que intervienen durante la producción de plántulas tales como la fertilización, el riego, el control de plagas y el control de enfermedades pueden influenciar su calidad y recuperación después del trasplante (Aloni *et al.*, 1991; Noordegraaf, 1994; Guzmán *et al.*, 2003), la cual tiene un efecto en el rendimiento final del cultivo (Nicola y Basoccu, 1994; Guzmán *et al.*, 2003). Dentro de estos factores, el acondicionamiento nutricional es uno de los

más importantes en la obtención de plántulas de calidad (De Gracia *et al.*, 2008), ya que modifica las características morfológicas y fisiológicas de las plántulas (Nicola y Basoccu, 1994).

### **1.3. Planteamiento del problema**

A percepción de algunos productores de la región de la Sierra Nevada de Puebla, la disminución en el rendimiento del chile poblano ha sido en más de 50 %. A pesar de ello, en algunas comunidades aún existen familias que dependen casi exclusivamente de la producción y venta de este producto (Rodríguez *et al.*, 2007). Esta disminución es debido a una serie de problemas fitosanitarios y de mercado, lo cual se ve aún más agravado por la mala calidad de plántula utilizada en su cultivo, ya que como ha sido demostrado por Nicola y Basoccu (1994) y Guzmán *et al.* (2003), la calidad de la plántula utilizada en el cultivo tiene un efecto en el rendimiento final del producto. Los dos únicos estudios enfocados a la problemática del cultivo de chile poblano en la región son los realizados por González *et al.* (2004) y Rodríguez *et al.* (2007), quienes reportan pérdidas en la producción de almácigos, pero hasta la fecha la calidad de la plántula y su efecto en el rendimiento en campo no han sido estudiados. Por esta razón, es necesario generar información al respecto para mejorar el actual sistema de producción.

### **1.4. Objetivo**

Producir plántulas de calidad, determinada por la sanidad y el vigor, en los sistemas de producción de invernadero y almácigo y mejorar la producción en campo.

## 1.5. Hipótesis

Una buena calidad de la plántula, determinada con base en la sanidad y el vigor, puede mejorar el rendimiento del cultivo de chile poblano bajo el sistema de producción utilizado en la región.

## 1.6. Literatura citada

**Aloni B, T Pashkar, L Karni (1991)** Nitrogen supply influences carbohydrate partitioning of pepper seedlings and transplant development. American Society for Horticultural Science 116(6):995-999.

**CONAPROCH (2003)** Consejo Nacional de Productores de Chile. ([http://www.conaproch.org/ch\\_situacion\\_nacional.htm](http://www.conaproch.org/ch_situacion_nacional.htm)) Fecha de consulta 8 de agosto de 2010.

**De Gracia J, P A Tittonell, A Chiesa (2008)** Nitrogen fertilization methods affect growth of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) transplants. Acta Horticulturae 782: 193-199.

**Díaz P J C, D M Granberry, P Germishuizen (2008)** Transplant growth and stand establishment of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants as affected by compost-amended substrate. Acta Horticulturae 782: 223-228.

**Campodónico O P (2004)** Importancia económica-social y cultural del chile. *In:* Curso taller Producción y Manejo Integral del Cultivo de Chile. Zacatecas, México. Mayo 2004. pp 5-13.

**FAOSTAT (2005)** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (<http://faostat.fao.org/>) Fecha de consulta 10 de agosto de 2009.



**González P E, M J Yáñez Morales, V Santiago Santiago, A Montero Pineda (2004)**

Biodiversidad fungosa en la marchitez del chile y algunos factores involucrados en Tlacotepec de José Manzo, El Verde, Puebla. *Agrociencia* 38:653-661.

**Guzmán M, A Sánchez (2003)** Influence of nitrate and calcium increments on development,

growth and early yield in sweet pepper plants. *Acta Horticulturae* 609:207-211.

**Momirovic N, M Misovic, R Cvetkovic (2000)** Effect of different substrates on sweet pepper

(*Capsicum annuum* L. cv. Macvanka) transplants quality in organic farming production. *Acta Horticulturae* 533:135-139.

**Nicola S, L Bassocu (1994)** Pretransplant nutritional conditioning affects pepper seedling

growth and yield. *Acta Horticulturae* 361:519-526.

**Noordegraaf C, V (1994)** Production and marketing of high quality plants. *Acta Horticulturae*

353:134-148.

**PRNSPCH (2007)** Plan Rector Nacional del Sistema Producto Chile. Secretaría de Agricultura,

Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

**Rodríguez J, B V Peña Olvera, A Gil Muñoz, B Martínez Corona, F Manzo, L Salazar**

**Liendo (2007)** Rescate in situ del chile poblano en Puebla, México. *Fitotecnia Mexicana* 30:25-32.

**CAPÍTULO II. CALIDAD DE PLÁNTULAS DE CHILE POBLANO EN LA SIERRA  
NEVADA DE PUEBLA**

**SEEDLINGS QUALITY OF POBLANO PEPPER IN THE SIERRA NEVADA OF  
PUEBLA**

**Ciro García Morales<sup>1</sup>, Oswaldo Rey Taboada Gaytán<sup>1\*</sup>, Higinio López Sánchez<sup>1</sup>,  
Pedro Antonio López<sup>1</sup>, Gustavo Mora Aguilera<sup>2</sup> y Bertha Tlapal Bolaños<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km. 125.5 Carretera Federal México-Puebla, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla. CP. 72760. Tel. 01(222)285-1442. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. <sup>3</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera Federal México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. CP 56230.

*\*Autor para correspondencia (toswaldo@colpos.mx)*

## 2.1 RESUMEN

La producción de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) en la Sierra Nevada de Puebla ha disminuido en los últimos años como consecuencia de una serie de problemas, uno de los cuales es la mala calidad de las plántulas. El objetivo de este trabajo fue identificar factores que permitan mejorar la calidad de las plántulas producidas en almácigo mediante el incremento de la sanidad y vigor, y evaluar la eficiencia de la tierra de encino de la región como sustrato para la producción de plántulas en invernadero. Se midieron el porcentaje de germinación, altura, el peso seco de raíz y el peso seco de la parte aérea en plántulas obtenidas mediante diferentes tratamientos que fueron el resultado de la combinación de los factores: sustrato, variedad, fertilización y desinfección de semillas, en invernadero; así como la combinación de los factores: desinfección al suelo, variedad, fertilización y desinfección de semillas, en almácigo. Los resultados en invernadero indicaron mayor porcentaje de germinación, altura y acumulación de materia seca, en plántulas desarrolladas en tierra de encino. En almácigo, la desinfección del suelo con agua caliente redujo numéricamente el porcentaje de tratamientos con plántulas enfermas y en ambas condiciones de producción la altura de plántula y la acumulación de materia seca se incrementó con la fertilización. Se concluyó que es posible mejorar la calidad de la plántula en los almácigos mediante una adecuada fertilización, que la tierra de encino es un sustrato eficiente en la producción de plántulas en invernadero y que desinfectar el suelo del almácigo con agua caliente reduce la incidencia de enfermedades.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum* L., calidad de plántulas, producción de plántulas en almácigo, producción de plántulas en invernadero.

## 2.2 SUMMARY

Production of poblano pepper (*Capsicum annuum* L.) in the Sierra Nevada of Puebla has decreased as consequence of several problems during the last years, the low quality of seedlings is part of those problems. The objective of this research was to identify factors that allow the improvement of seedlings quality by increasing health and vigor of seedlings produced on nurseries and to test the efficiency of forest's soil of the region as substrate for seedling production in greenhouse. Germination percentages, height of seedlings, dry weight of roots and dry weight of stems and leaves were measured in seedlings obtained by different treatments that consisted in the combination of factors such as substrate, variety, fertilization and primed or untreated seed sown in trays on greenhouse and soil disinfection, variety, fertilization and primed or untreated seed in nursery sown over ground. Results in greenhouse showed greater percentage of seed germination, greater height of seedlings and greater amount of dry matter in seedlings growth in forest's soil substrate. Soil treated with hot water reduced numerically the percentage of treatments with seedlings that presented disease symptoms in the nursery over ground. In both production methods higher plants and higher amount of dry matter were obtained in fertilized seedlings. It was concluded that is possible to improve seedlings quality in the nurseries over ground through the use of appropriate fertilization doses, the forest's soil used as substrate is an alternative to the seedlings production in trays on greenhouse, and the soil disinfection with hot water in the nurseries over ground could reduces the diseases incidence.

**Key words:** *Capsicum annuum* L., seedlings quality, nursery seedlings production, greenhouse seedlings production.

## 2.3 INTRODUCCIÓN

En México, cada año se incrementa la necesidad de producir una mayor cantidad de alimentos para una población en constante crecimiento, por lo que mejorar la producción de diversas especies en las regiones rurales del país ayudaría a amortiguar esta demanda. En la región de la Sierra Nevada del estado de Puebla, la producción de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) ha venido a la baja en los últimos años como consecuencia de una serie de problemas, que comienzan desde la mala calidad de la plántula hasta la falta de mercado para el producto cosechado. Durante el periodo comprendido entre los años 1997 y 2007 el rendimiento de chile verde en el estado de Puebla se redujo en 24 %, la producción en 37 %, y la superficie sembrada en 16 % (SAGARPA, 2007). Sin embargo, a percepción de algunos productores de la región, la disminución del rendimiento en sus cultivos ha llegado a ser mayor al 50 % (Rodríguez *et al.*, 2007). Se ha encontrado que la incidencia de plántulas enfermas en almácigos llega a ser del 29 % y que son una fuente de inóculo que los agricultores introducen al campo durante el trasplante (González *et al.*, 2004). También se reportan pérdidas del cultivo en almácigo, campo y cosecha que llegan a ser del 70 al 100 %, atribuidas a una enfermedad conocida localmente como “secadera” la cual es causada por un complejo de hongos fitopatógenos entre los que se ha señalado la presencia de *Rhizoctonia* sp, *Phytophthora capsici* y *Fusarium oxysporum* (Rodríguez *et al.*, 2007).

Los factores que intervienen durante la producción de plántulas tales como la fertilización, el riego, el control de plagas y el control de enfermedades pueden influenciar su calidad y recuperación después del trasplante (Aloni *et al.*, 1991; Noordegraaf, 1994; Guzmán *et al.*, 2003), la cual tiene un efecto en el rendimiento final del cultivo (Nicola y Basoccu, 1994;

Guzmán *et al.*, 2003). Dentro de estos factores, el acondicionamiento nutricional es uno de los más importantes en la obtención de plántulas de calidad (De Gracia *et al.*, 2008), ya que modifica las características morfológicas y fisiológicas de las plántulas (Nicola y Basoccu, 1994), como la acumulación de carbohidratos que pueden afectar la tasa de crecimiento posterior al trasplante (Dufault, 1998) y la distribución de productos fotosintéticos en hojas, tallos y raíces, principales parámetros de calidad en plántulas de hortalizas (Sallaku *et al.*, 2009). Además, un adecuado estado nutricional de las plantas puede ayudar a resistir los efectos de los patógenos y reducir la incidencia de enfermedades (Elmer, 1997; Velasco 1999; Ben-Yephet *et al.*, 2006). Los dos únicos estudios enfocados a la problemática del cultivo de chile poblano en la región de la Sierra Nevada, son los realizados por González *et al.* (2004) y Rodríguez *et al.* (2007), quienes reportan pérdidas en la producción de almácigos, pero hasta la fecha la calidad de la plántula producida no ha sido estudiada. Por esta razón, es necesario generar información al respecto para mejorar el actual sistema de producción de chile poblano en la zona de estudio. El objetivo de esta investigación fue mejorar la calidad de plántulas producidas en almácigo, y evaluar la eficiencia de la tierra de encino de la región como sustrato para la producción de plántulas en invernadero. Los resultados del estudio serán de utilidad para los productores de chile de la región, quienes son los principales afectados por el uso de plántulas de mala calidad durante el establecimiento de su cultivo.

## **2.4 MATERIALES Y MÉTODOS**

Se evaluó la calidad de plántulas producidas en almácigo e invernadero bajo diferentes tratamientos que fueron el resultado de la combinación de los factores: sustrato, desinfección a la

semilla, variedad y fertilización, en condiciones de invernadero y desinfección al suelo, desinfección a la semilla, variedad y fertilización, en condiciones de almácigo. La investigación se realizó durante los meses de Febrero a Octubre de 2008 en las localidades de San Lorenzo Chiautzingo, ubicado en las coordenadas 98° 28' 03" longitud Oeste y 19° 12' 13" latitud Norte y San Mateo Capultitlán ubicado en las coordenadas 19° 11' 42" latitud Norte y 98° 24' 55" longitud Oeste, en el estado de Puebla (INEGI, 2005). Se utilizó semilla de chile poblano de dos variedades nativas de la región. Antes de la siembra las semillas se mantuvieron por dos horas en una solución al 0.2 % de nitrato de potasio en agua destilada, para eliminar la posible latencia de semillas (Macit, 1981). Posteriormente, el 50 % de semillas de cada variedad fue desinfectada con el fungicida químico Intergusan 3030<sup>®</sup> (Pentacloronitrobenzeno + disulfuro de tetrametil tiuramen) en proporción de 2 g de producto por cada 10 g de semilla, con el propósito de protegerla contra el ataque de hongos fitopatógenos durante el proceso de germinación.

En invernadero se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial  $3 \times 2 \times 2 \times 3$  en parcelas sub-sub-subdivididas con dos repeticiones; la unidad experimental estuvo constituida por 40 cavidades de una charola de poliestireno de 200 cavidades con tres plántulas cada una. En almácigo se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial  $4 \times 2 \times 2 \times 2$  en parcelas sub-sub-subdivididas con dos repeticiones; la unidad experimental consistió de aproximadamente 800 plántulas en un área de 0.09 m<sup>2</sup>. En invernadero, la toma de datos se realizó a los 30 y 60 días después de la siembra, tomando una muestra aleatoria de 12 plántulas por unidad experimental, y en almácigo a los 47 y 74 días después de la siembra, tomando una muestra aleatoria de 20 plántulas por unidad experimental.

### **Producción de Plántulas en Invernadero**

Los sustratos utilizados fueron peat moss (Premier Sphagnum<sup>®</sup> importado de U.S.A.), tierra de encino adquirida en un vivero de la localidad y la mezcla de éstos en una proporción de 1:1, de los cuales se tomaron muestras y se enviaron al laboratorio de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, para determinar sus características físicas y químicas. La siembra se realizó en charolas de poliestireno de 200 cavidades, colocando tres semillas por cavidad. Después de la siembra las charolas se apilaron y cubrieron con una capa de plástico para aumentar la temperatura y evitar la desecación del sustrato hasta la emergencia de las plántulas, a partir de la cual se comenzó a aplicar un riego diario por aspersión manual. La fertilización se aplicó en intervalos de tres días a partir de los 17 días después de la emergencia de las plántulas. Se utilizó la fórmula 16-40-13 disuelta en agua en la concentración  $1 \text{ g L}^{-1}$ , recomendada por Huerta *et al.* (2007) y una aplicación del fertilizante foliar Nitrofoska<sup>®</sup> en la dosis de  $4 \text{ g L}^{-1}$ . Los niveles de fertilización evaluados fueron: F1 (dos aplicaciones de la fórmula 16-40-13 más una aplicación de Nitrofoska<sup>®</sup>), F2 (tres aplicaciones de la fórmula 16-40-13 más una aplicación de Nitrofoska<sup>®</sup>) y un testigo (sin fertilización). El control preventivo de enfermedades fungosas consistió en tres aplicaciones del fungicida químico Captan<sup>®</sup> (N-(triclorometiltio) ciclohex-4-ene-1, 2-dicarboximida) a los 10, 20 y 30 días después de la emergencia de plántulas en la dosis de  $10 \text{ g L}^{-1}$ .

### **Producción de Plántulas en Almacigo**

Se construyó una cama de tierra de 13 m de largo por 1 m de ancho dividida en ocho secciones de  $1.6 \times 1 \text{ m}$ , las cuales fueron separadas entre sí con un segmento de lámina metálica enterrada verticalmente. Cada sección correspondió al área de una parcela grande y fueron desinfectadas un día antes de la siembra las que así lo requirieron. Para aplicar los diferentes tipos de



desinfección al suelo se removió la capa de los primeros 10 cm de todo el almácigo. La tierra de la sección que sería desinfectada con agua caliente se depositó dentro de un tonel metálico con 80 litros de agua a 100 ° C durante 30 minutos. Posteriormente se drenó el agua y la tierra se regresó al lugar que le correspondía. La sección del suelo que se desinfectó con cal se mezcló con óxido de calcio (CaO) en proporción de 1000 g m<sup>-2</sup> y después se regó a capacidad de campo. La desinfección con fungicida se realizó con Busan 30W<sup>®</sup> (2 tiocianometilbenzotiazol), el cual se aplicó en una solución de 6 mL L<sup>-1</sup> en un riego a capacidad de campo. Finalmente la sección testigo únicamente se regó a capacidad de campo.

La siembra se realizó manualmente distribuyendo 10 g de semilla y cubriéndolas con una fina capa de tierra en cada unidad experimental, luego se cubrió el almácigo con una capa de plástico y sobre éste una segunda capa de tierra de 2 cm de espesor para mantener la humedad e incrementar la temperatura del almácigo (método tradicional de la región). Al iniciar la emergencia de plántulas se retiró la capa de tierra y plástico que cubrían al almácigo y se protegió con una malla antiáfidos. A partir de entonces, se comenzó a aplicar un riego ligero diariamente durante los primeros 15 días, posteriormente se regó cada tercer día a capacidad de campo. Se fertilizó a través del riego a los 30, 33 y 41 días después de la emergencia de las plántulas con la formula 16-40-13 en concentración de 1 g L<sup>-1</sup>, más una aplicación foliar de Nitrofoska<sup>®</sup> a los 36 días después de la emergencia, en concentración de 4.5 g L<sup>-1</sup>, y finalmente una aplicación del insecticida Karate<sup>®</sup> (Lambdacihalotrina) en dosis de 1 ml L<sup>-1</sup> a los 45 días después de la emergencia como control preventivo de la mosquita blanca.

## **Variables evaluadas**

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, altura de plántula, peso seco de raíz y peso seco de la parte aérea, ya que han sido consideradas como parámetros importantes para evaluar la calidad de plántulas en Chile (Momirovic *et al.*, 2000; Guzmán *et al.*, 2003; Díaz *et al.*, 2008). Las muestras de invernadero se tomaron extrayendo las plántulas con todo el cepellón, retirándolo posteriormente a través de un lavado de raíz; en almácigo, las plántulas se extrajeron del suelo tratando de obtener la máxima cantidad de raíces.

La altura de plántula se midió de la base del tallo al ápice de la hoja más joven, después de lo cual las muestras fueron secadas a 50 ° C durante 48 horas en una estufa de aire caliente (SHEL LAB<sup>®</sup>, 1380FX, Sheldon Manufacturing, Inc.) y finalmente se pesaron en una báscula analítica (Explorer<sup>®</sup> Pro, Ohaus, EP214C). El porcentaje de germinación se evaluó únicamente en el método de invernadero y se determinó de acuerdo al número total de semillas sembradas y el total de plántulas emergidas. La sanidad sólo se evaluó en almácigo y se determinó de acuerdo al número total de unidades experimentales establecidas y el número de éstas que presentaron plántulas enfermas. En ambos métodos se realizó un análisis de varianza y comparación de medias con el método de Tukey, utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Versión 9.00 TS M0).

## **2.5 RESULTADOS**

Se evaluó la calidad de plántulas de Chile poblano obtenidas mediante dos condiciones de producción y bajo diferentes tratamientos que fueron el resultado de las combinaciones entre

diferentes factores. Los resultados en las dos evaluaciones realizadas dentro de cada método fueron muy similares, por lo que en ambos casos sólo se presentan los de la segunda evaluación.

El análisis de las características químicas de los sustratos evaluados se presenta en el Cuadro 1. El sustrato tierra de encino presentó el valor de pH más cercano al neutro, así como un mayor contenido de fósforo y potasio en comparación con los otros sustratos. Sin embargo, también presentó el menor contenido de nitrógeno y materia orgánica. En invernadero no fue posible evaluar el efecto del peat moss en forma pura ya que limitó la germinación y evitó por completo el desarrollo de las plántulas.

El Cuadro 2 muestra los resultados del análisis de varianza realizado en el experimento de invernadero, donde se observan diferencias estadísticas en las cuatro variables evaluadas, siendo el peso seco de la parte aérea la más informativa al presentar diferencias altamente significativas ( $p \geq 0.01$ ) y ( $p \geq 0.001$ ) respecto a los factores principales y sus interacciones, por lo que esta variable se consideró como la principal referencia de los resultados obtenidos.

En la comparación de medias de los factores evaluados en invernadero, el sustrato tierra de encino, la variedad 2, la semilla sin desinfección y la fertilización F1 (dos aplicaciones de 16-40-13 más una aplicación foliar de Nitrofoska<sup>®</sup>), sobresalen con los valores más altos (Cuadro 3). Por ejemplo, la tierra de encino supera en un 12 % la germinación y en 0.011 g el peso seco de la parte aérea en comparación con los valores registrados de la mezcla de peat moss con tierra de encino. De igual forma, los valores obtenidos por el nivel de fertilización F1 superan al testigo y al nivel de fertilización F2, tanto en altura de plántula como en acumulación de materia seca, dos de los principales indicadores de vigor. Los resultados muestran que el sustrato tierra de encino, la fertilización F1 y la no desinfección a la semilla favorecieron un mejor desarrollo de plántulas,

esto de acuerdo a las diferencias encontradas en por lo menos tres de las cuatro variables evaluadas en cada uno de estos niveles.

La Figura 1A muestra el efecto de la interacción de los cuatro factores evaluados en invernadero (sustrato\*variedad\*desinfección a la semilla\*fertilización) en el peso seco de la parte aérea, mientras que en la Figura 1B se presenta el efecto de la interacción: sustrato\*variedad\*desinfección a la semilla en el porcentaje de germinación, las cuales presentaron alta significancia estadística ( $p \geq 0.001$ ) en el análisis de varianza (Cuadro 2). La fertilización en general indujo mayor acumulación de materia seca en comparación con el testigo. Sin embargo, de los dos niveles de fertilización utilizados, el nivel F1 registró los valores más altos en siete de los ocho tratamientos que fueron evaluados. La interacción de la tierra de encino con la semilla sin desinfección y la fertilización F1 aumentó el peso seco de las plántulas pero sólo en la variedad 2 (Figura 1A); mientras que la interacción de la tierra de encino con la semilla sin desinfección, aumentó la germinación en la mayoría de los tratamientos (Figura 1B). Los resultados obtenidos muestran el aumento en la acumulación de materia seca como efecto de la interacción entre la tierra de encino y la fertilización, así como un mayor porcentaje de germinación al utilizar la tierra de encino y semilla sin ser desinfectada.

Los resultados del análisis de varianza realizado para la información obtenida de los factores evaluados en almácigo, en donde los diferentes tratamientos evaluados fueron el resultado de la combinación de los factores localidad, desinfección al suelo, variedad, desinfección a la semilla y fertilización, se presentan en el Cuadro 4. Los factores localidad, desinfección al suelo y fertilización presentaron diferencias estadísticas significativas en por lo menos una de las variables evaluadas, pero no en sus interacciones. En este método la variable altura de plántula fue la más informativa al presentar diferencias altamente significativas ( $p \geq 0.01$ ) en desinfección

al suelo y muy altamente significativas ( $p \geq 0.001$ ) en la fertilización, por tal razón se utilizó como la principal referencia de los resultados obtenidos en almácigo. De las fuentes de variación en el análisis estadístico de la información del experimento de producción de plántulas en almácigo, únicamente la fertilización se presenta como precursor de cambios estadísticamente significativos en dos de las variables indicadoras del vigor.

La comparación de medias de los factores: localidad, desinfección al suelo, variedad, desinfección a la semilla y fertilización se presentan en el Cuadro 5. Se observa que la acumulación de materia seca fue mayor en plántulas establecidas en la localidad de San Mateo Capultitlán, la desinfección del suelo con agua caliente propició una mayor altura de plántulas y la fertilización, además de incrementar la altura, también aumentó el peso seco de la parte aérea en 19 % respecto al testigo. Nuevamente, los resultados indican un efecto positivo de la fertilización en la calidad fisiológica de las plántulas.

En la Figura 2, se muestra el efecto de la interacción de los cuatro factores evaluados en almácigo en la variable altura de plántula, se aprecia que la altura aumentó por efecto de la fertilización en la mayoría de los tratamientos. Sin embargo, esta interacción no fue significativa para ninguna de las variables evaluadas (Cuadro 4).

Respecto a sanidad, los resultados indicaron 12 % de tratamientos con plántulas enfermas en el suelo desinfectado con agua caliente, 15 % en el suelo desinfectado con cal, 25 % en el suelo desinfectado con fungicida y 25 % en el suelo sin desinfección. Lo anterior indica al menos una disminución numérica de plántulas enfermas en el suelo tratado con agua caliente.

En general, los resultados obtenidos en invernadero indican un mayor porcentaje de germinación, mayor altura y mayor acumulación de materia seca en plántulas desarrolladas en el sustrato tierra de encino, mientras que en almácigo la desinfección del suelo con agua caliente

redujo numéricamente el porcentaje de tratamientos con plántulas enfermas y en ambos métodos la fertilización incrementó la altura y la acumulación de materia seca.

## 2.6 DISCUSIÓN

La fertilización mejoró la calidad de plántula en el almácigo, mientras que en invernadero la calidad de plántula depende de la solución nutritiva y el sustrato utilizado. Tomando en cuenta que la producción de sustratos ha llegado a ser una industria especializada, cuyo objetivo es ganar mercado con productos cada vez más eficientes en la producción y propagación de especies hortícolas, se esperaba obtener plántulas de mejor calidad con el sustrato comercial. Sin embargo, éste limitó la germinación y afectó el desarrollo de las plántulas, probablemente debido a su acidez, ya que registró un pH por debajo de los valores recomendados, mismos que varían de 5.3 a 6.5 (Cedón *et al.*, 2008). Los mejores resultados fueron obtenidos con el sustrato tierra de encino, en el cual se obtuvo el mayor porcentaje de germinación y las plántulas presentaron mayor altura y mayor acumulación de materia seca. Porcentajes de germinación bajos y erráticos en semillas de chile han sido atribuidos al contenido de sustancias inhibidoras en sus cubiertas (Saleh *et al.*, 1996). Los tratamientos a las semillas con alguna solución de sales de potasio pueden incrementar el porcentaje de germinación (Macit, 1981). La posible presencia, en mayor cantidad, de alguna de estas sales en la tierra de encino, como lo indica su valor de conductividad eléctrica, más el adecuado valor de pH, podría explicar el mayor porcentaje de germinación. Por otra parte, el mejor desarrollo de las plántulas en este mismo sustrato podría explicarse por su mayor contenido de nutrientes en comparación con la mezcla de peat moss y tierra de encino, así como otros factores como la actividad microbiana en este sustrato. Los resultados aquí

presentados podrían variar dependiendo de las características fisicoquímicas del sustrato comercial y el origen de la tierra de encino, por lo que se deben evaluar otros materiales que puedan ser utilizados como sustratos en la producción de plántulas, materiales de amplia y fácil disponibilidad, de bajo costo, de producción sostenible y mínimo impacto ecológico en la región. Por ejemplo, se podrían utilizar diferentes mezclas entre arena, estiércol de ganado y aves, suelo, rastrojo y materiales compostados, de tal forma que se generen opciones viables acordes a la condición socioeconómica de la región y al mismo tiempo se reduzcan los costos de la producción de plántula en invernadero sin afectar su calidad. La fertilización mejoró la calidad de las plántulas en ambos métodos. Mayor altura y mayor acumulación de materia seca indican mejor calidad e idoneidad para el trasplante (Herrera *et al.*, 2008; Rosca, 2009). En almácigo, la fertilización tuvo un efecto positivo en las variables altura y peso seco de la parte aérea, no así en el peso seco de raíz, debido probablemente a una mayor pérdida de raíces durante la toma de las muestras. En invernadero se esperaba que tres aplicaciones de la fórmula 16-40-13 generara las plántulas de mejor calidad. No obstante, la mejor calidad se obtuvo con sólo dos aplicaciones, esto podría indicar un menor requerimiento de nutrientes del material genético utilizado en este trabajo, por lo que se deben evaluar nuevas dosis y fuentes de nutrientes para obtener los mejores resultados. Finalmente, respecto a la desinfección del suelo con agua caliente en almácigo, se ha demostrado que los tratamientos térmicos con vapor de agua en los sustratos, además de eliminar patógenos también aumentan la cantidad de materia orgánica soluble, así como la cantidad de N y Mn en formas disponibles para las plantas (Sonneveld y Voogt, 2009). Un efecto parecido del agua caliente en el suelo del almácigo, explicaría el mayor vigor de las plántulas obtenidas mediante ese tratamiento. Sin embargo, su posible eficiencia en el control de enfermedades debe ser estudiada más a fondo.

Este estudio aporta un nuevo conocimiento enfocado a resolver la problemática que enfrenta la producción de chile poblano en la Sierra Nevada del estado de Puebla, por lo que se espera sirva de apoyo a nuevas investigaciones que tengan como meta obtener resultados prácticos y aplicables en las condiciones de la región.

## **2.7 CONCLUSIONES**

Se concluye que con la fertilización es posible mejorar la calidad de plántulas producidas en almácigos establecidos en campo y que la tierra de encino de la región tiene las características apropiadas para ser considerada como sustrato en la producción de plántulas de chile poblano en invernadero.

## **2.8 AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento de mis estudios de postgrado y a los productores participantes.

## **2.9 LITERATURA CITADA**

**Aloni B, T Pashkar, L Karni (1991)** Nitrogen supply influences carbohydrate partitioning of pepper seedlings and transplant development. American Society for Horticultural Science 116(6):995-999.



- Ben-Yephet Y, M Reuven, A Zviebil, Y Szmulewich, I Lavkovits, T Markovits, S Soriano, B Bar-Yosef (2006)** Effect of nutrition on deformation disease in *Gypsophila paniculata* mother plants. *Phytopathology* 96:771-776.
- Cedón Y, A Moldes, M T Barral (2008)** Evaluation of municipal solid waste compost as a growing media component for potted plant production. *Acta Horticulturae* 779: 591-598
- De Gracia J, P A Tittonell, A Chiesa (2008)** Nitrogen fertilization methods affect growth of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) transplants. *Acta Horticulturae* 782: 193-199.
- Díaz P J C, D M Granberry, P Germishuizen (2008)** Transplant growth and stand establishment of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants as affected by compost-amended substrate. *Acta Horticulturae* 782: 223-228.
- Dufault R J (1998)** Vegetable transplant nutrition. *HortTechnology* 8: 515-523.
- Elmer W H (1997)** Influence of chloride and nitrogen form on Rhizoctonia root and crown rot of table beets. *Plant Disease* 81:635-640.
- González P E, M J Yáñez Morales, V Santiago Santiago, A Montero Pineda (2004)** Biodiversidad fungosa en la marchitez del chile y algunos factores involucrados en Tlacotepec de José Manzo, El Verde, Puebla. *Agrociencia* 38:653-661.
- Guzmán M, A Sánchez (2003)** Influence of nitrate and calcium increments on development, growth and early yield in sweet pepper plants. *Acta Horticulturae* 609:207-211.
- Herrera F, J E Castillo, A F Chica, L López Bellido (2008)** Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. *Bioresource Technology* 99:287-296

- Huerta P A, S. Fernández R. I. Ocampo F (2007)** Manual de Chile Poblano, Importancia socioeconómica y cultural. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Fundación Produce Puebla, A.C. México. 70 pp.
- INEGI (2005)** Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Integración territorial del estado de Puebla. Segundo conteo de población y vivienda.
- Macit F (1981)** Stimulation of pepper seed germination by some chemicals and growth regulators. *Acta Horticulturae* 111:139-140
- Momirovic N, M Misovic, R Cvetkovic (2000)** Effect of different substrates on sweet pepper (*Capsicum annuum* L. cv. Macvanka) transplants quality in organic farming production. *Acta Horticulturae* 533:135-139.
- Nicola S, L Bassocu (1994)** Pretransplant nutritional conditioning affects pepper seedling growth and yield. *Acta Horticulturae* 361:519-526.
- Noordegraaf C V (1994)** Production and marketing of high quality plants. *Acta Horticulturae* 353:134-148.
- Rodríguez J, B V Peña Olvera, A Gil Muñoz, B Martínez Corona, F Manzo, L Salazar Liendo (2007)** Rescate *in situ* del chile poblano en Puebla, México. *Fitotecnia Mexicana* 30:25-32.
- Rosca V (2009)** Optimization of nitrogen concentration in the fertilization solution for production of seedlings in cell trays. *Acta Horticulturae* 807: 613-618.
- SAGARPA (2007)** Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

([http://reportes.siap.gob.mx/aagricola\\_siap/icultivo/index.jsp](http://reportes.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp)). Fecha de consulta 27 de Julio de 2009.

**Sallaku G, A Bani, A Balliu (2009)** The effects of N concentration in pre-transplant nutrient solution on the N use efficiency and dry mass partitioning of vegetable solanaceae seedlings. *Acta Horticulturae* 830: 405-412.

**Saleh MM, A F Abou-Hadid, A S El-Beltagy (1996)** Sweet pepper emergence and seedling growth after seed pre-germination. *Acta Horticulturae* 434:335-340.

**Sonneveld C, W Voogt (2009)** Plant nutrition of greenhouse crops. *In: Chemical Effects of Disinfestation*. Springer Dordrecht Heidelberg London, New York. pp: 203-225

**Velasco V V A (1999)** Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas. *Terra Latinoamericana*. 3:193-200.

## 2.10 CUADROS Y FIGURAS

**Cuadro 1. Características químicas de los sustratos evaluados.**

Tipo de sustrato	pH	C.E (ds m <sup>-1</sup> )	Nitrógeno Total (%)	Fósforo (mg kg <sup>-1</sup> )	Potasio (cmol kg <sup>-1</sup> )	M.O (%)
Tierra de Encino	5.84	2.58	0.66	156.70	1.39	28.54
Mezcla (MPT)	4.41	1.24	0.73	106.40	1.13	38.40
Peat Moss	3.62	0.31	0.97	10.10	0.13	89.09

MPT= Mezcla peat moss con tierra de encino 1:1. C.E. = Conductividad eléctrica  
M.O.= Materia orgánica

**Cuadro 2. Cuadros medios de la evaluación de plántulas producidas en invernadero.**

Fuente de variación	gl	GR	AP	PSR	PSA
Sustrato (S)	1	1876.2***	18.637**	0.000007 ns	0.00132***
Variedad (V)	1	5061.4***	4.819 ns	0.000552***	0.00449***
Desinfección a la semilla (DS)	1	1259.7***	12.638**	0.000188***	0.00094***
Fertilización (F)	2	0.8 ns	33.272***	0.000249***	0.00445***
S*V	1	15.3 ns	0.899 ns	0.000190***	0.00146***
S*DS	1	485.7***	1.212 ns	0.000184***	0.00046***
S*F	2	135.4***	2.072 ns	0.000030**	0.00050***
V*DS	1	3.4 ns	6.446*	0.000077***	0.00117***
V*F	2	123.9***	0.326 ns	0.000111***	0.00052***
DS*F	2	33.5 ns	0.683 ns	0.000007 ns	0.00008**
S*V*DS	1	453.2***	0.007 ns	0.000037***	0.00010**
S*V*F	2	68.9*	1.690 ns	0.000012 ns	0.00011***
V*DS*F	2	33.3 ns	0.809 ns	0.000062***	0.00009***
S*V*DS*F	4	58.2*	1.856 ns	0.000049***	0.00026***
CV (%)		6.4	10.36	5.68	5.70

CV= Coeficiente de variación. gl: Grados de libertad, GR= Germinación. AP=Altura de plántula. PSR = Peso seco de raíz. PSA= Peso seco de la parte aérea.

ns= Diferencia no significativa. \* = Diferencia ( $p \geq 0.05$ ). \*\* = Diferencia ( $p \geq 0.01$ ).

\*\*\* = Diferencia ( $p \geq 0.001$ ).

**Cuadro 3. Comparación de medias de los factores evaluados en invernadero.**

Factor de estudio	GR (%)	AP (cm)	PSR (g)	PSA (g)
<b>Sustrato</b>				
Tierra de encino	73 a	12.8 a	0.030 a	0.076 a
Mezcla (MPT)	61 b	11.5 b	0.029 a	0.065 b
<b>Variedades</b>				
Variedad 1	77 a	11.5 a	0.026 b	0.061 b
Variedad 2	57 b	12.5 a	0.033 a	0.080 a
<b>Desinfección a la semilla</b>				
Con	62 b	12.7 b	0.027 b	0.066 b
Sin	72 a	11.6 a	0.031 a	0.075 a
<b>Fertilización</b>				
Sin	67 a	10.7 c	0.026 c	0.054 c
F1	67 a	13.6 a	0.033 a	0.087 a
F2	67 a	12.1 ab	0.029 b	0.071 b

GR= Germinación. AP=Altura de plántula. PSR = Peso seco de raíz. PSA= Peso seco de la parte aérea. MPT= Mezcla peat moss y tierra de encino 1:1. F1, F2= Niveles de fertilización. Medias con letras iguales dentro del mismo factor y columna no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p= 0.05$ ).

**Cuadro 4. Cuadrados medios de plántulas producidas en almácigo.**

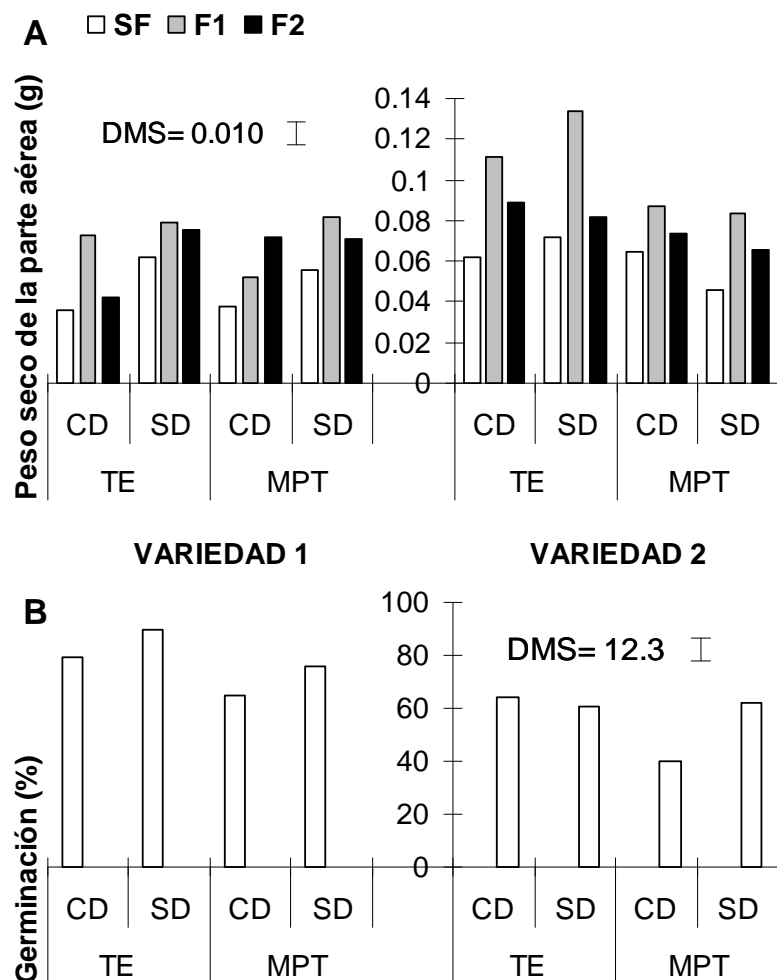
Fuente de variación	gl	AP	PSR	PSA
Localidad (L)	1	0.0983 ns	0.0359***	0.090***
Desinfección al suelo (SU)	3	0.8278**	0.0020 ns	0.0024 ns
Variedad (V)	1	0.0006 ns	0.0015 ns	0.0068 ns
Desinfección a La semilla (DS)	1	0.0025 ns	0.0009 ns	0.0015 ns
Fertilización (F)	1	2.530***	0.0014 ns	0.0352 *
L*SU	3	0.1992 ns	0.0012 ns	0.0068 ns
L*V	1	0.0020 ns	0.0009 ns	0.0026 ns
L*DS	1	0.0371 ns	0.0006 ns	0.0052 ns
L*F	1	0.1362 ns	0.0009 ns	0.0007 ns
SU*V	3	0.0563 ns	0.0006 ns	0.0005 ns
SU*DS	3	0.0249 ns	0.0004 ns	0.0008 ns
SU*F	3	0.2621 ns	0.0021 ns	0.0111 ns
V*DS	1	0.0017 ns	0.0028 ns	0.0002 ns
V*F	1	0.0008 ns	0.0007 ns	0.0011 ns
DS*F	1	0.0114 ns	0.0003 ns	0.0021 ns
L*SU*V	3	0.0542 ns	0.0004 ns	0.0050 ns
L*SU*DS	3	0.0857 ns	0.0012 ns	0.0020 ns
L*SU*F	3	0.0122 ns	0.0011 ns	0.0033 ns
SU*V*DS	3	0.0225 ns	0.0001 ns	0.0008 ns
SU*V*F	3	0.0715 ns	0.0003 ns	0.0045 ns
V*DS*F	1	0.0240 ns	0.0008 ns	0.0010 ns
L*SU*V*DS	4	0.0821 ns	0.0009 ns	0.0042 ns
L*SU*V*F	4	0.0529 ns	0.0003 ns	0.0011 ns
SU*V*DS*F	6	0.1223 ns	0.0017 ns	0.0075 ns
L*SU*V*DS*F	1	0.0494 ns	0.0004 ns	0.0018 ns
CV (%)		9.9	21.1	24.7

CV= Coeficiente de variación, gl= Grados de libertad. AP= Altura de plántula. PSR= Peso seco de raíz. PSA= Peso seco de parte aérea ns =Diferencia no significativa.\* = Diferencia ( $p \geq 0.05$ ). \*\* = Diferencia ( $p \geq 0.01$ ). \*\*\* = Diferencia ( $p \geq 0.001$ ).

**Cuadro 5. Comparación de medias de los factores evaluados en almácigo.**

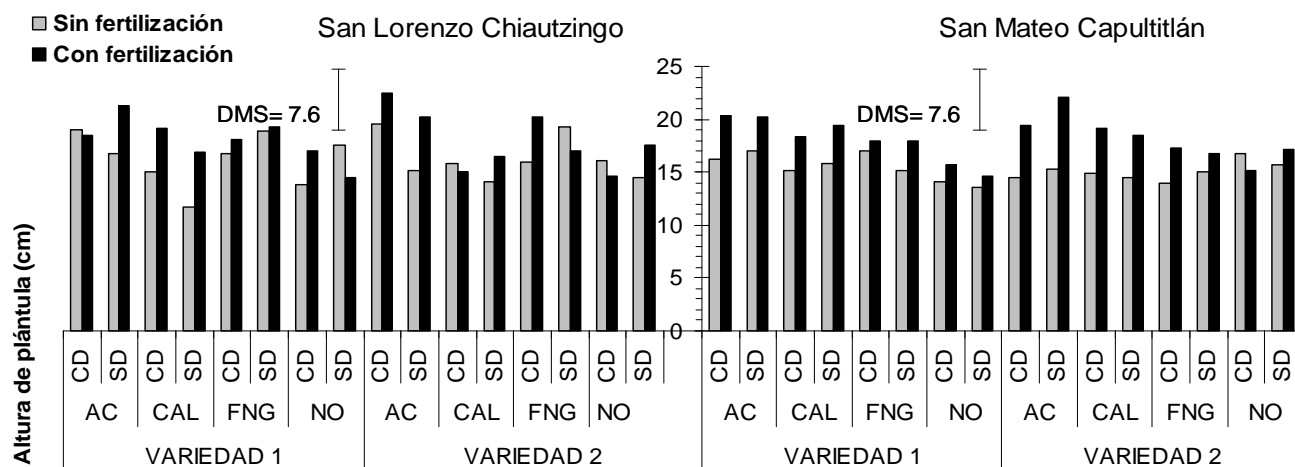
Factor de estudio	AP (cm)	PSR (g)	PSA (g)
<b>Localidad</b>			
Sn. L. Chiautzingo	16.67 a	0.035 b	0.106 b
Sn. M. Capultitlán	16.71 a	0.051 a	0.152 a
<b>Desinfección al suelo</b>			
Agua caliente	18.63 a	0.045 a	0.140 a
Fungicida	17.27ab	0.046 a	0.130 a
Cal	15.80 b	0.043 a	0.124 a
Testigo	15.07 b	0.037 a	0.122 a
<b>Variedad</b>			
Variedad 1	16.95 a	0.042 a	0.125 a
Variedad 2	16.43 a	0.044 a	0.133 a
<b>Desinfección a la semilla</b>			
Con	16.96 a	0.044 a	0.132 a
Sin	16.42 a	0.041 a	0.126 a
<b>Fertilización</b>			
Con	18.07 a	0.045 a	0.142 a
Sin	15.32 b	0.041 a	0.116 b

AP = Altura de plántula. PSR= Peso seco de raíz.  
 PSA= Peso seco de la parte aérea. Medias con letras iguales dentro del mismo factor y columna no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p= 0.05$ ).



**Figura 1.** (A) Efecto de la interacción: Sustrato\*Variedad\* Desinfección a la semilla\*Fertilización, en la variable peso seco de la parte aérea en plántulas de invernadero. (B) Efecto de la interacción: Sustrato\*Variedad\* Desinfección a la semilla, en la germinación en invernadero. SF = Sin fertilización F1, F2= Niveles de fertilización. TE = Tierra de encino. MPT= Mezcla peat moss y tierra de encino 1:1. CD = Con desinfección a la semilla. SD = Sin desinfección a la semilla. DMS= Diferencia mínima significativa.





**Figura 2.** Efecto de la interacción: Localidad\*Desinfección al suelo\*Variedad\*Desinfección a la semilla\*Fertilización, en la variable altura de plántulas en almácigo. CD= Con desinfección a la semilla. FNG= Suelo tratado con fungicida. SD= Sin desinfección a la semilla. CAL= Suelo tratado con cal. AC= Suelo desinfectado con agua caliente. NO= Testigo. DMS = Diferencia mínima significativa.

**CAPÍTULO III. LA CALIDAD DE PLÁNTULAS Y EL RENDIMIENTO DE CHILE  
POBLANO EN LA SIERRA NEVADA DE PUEBLA**

**YIELD AND SEEDLINGS QUALITY OF POBLANO PEPPER IN THE SIERRA  
NEVADA OF PUEBLA**

**Ciro García Morales<sup>1</sup>, Oswaldo Rey Taboada Gaytán<sup>1</sup>, Higinio López Sánchez<sup>1</sup>,  
Pedro Antonio López<sup>1</sup> y Gustavo Mora Aguilera<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km. 125.5 Carretera Federal México-Puebla, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla. CP. 72760. Tel. 01(222)285-1442. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230.

### 3.1 RESUMEN

La producción de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) en la Sierra Nevada de Puebla ha disminuido como consecuencia de varios problemas, uno de los cuales es la mala calidad de la plántula utilizada. El objetivo de esta investigación fue mejorar la producción de chile poblano, mediante la evaluación en campo de plántulas con diferente calidad producidas en almácigo e invernadero. Las plántulas se produjeron bajo diferentes tratamientos que resultaron de la combinación de los factores sustrato, variedad, fertilización y desinfección de la semilla en invernadero, y desinfección al suelo y a la semilla, variedad y fertilización en almácigo. Se midieron el diámetro de tallo, altura de planta, número de frutos por planta y rendimiento por hectárea. La fertilización mejoró la calidad de la plántula en ambos métodos. En campo las plántulas que fueron fertilizadas en invernadero con tres aplicaciones de la fórmula 16-40-13 produjeron un mayor número de frutos, en comparación con las fertilizadas con dos aplicaciones de la misma fórmula y el testigo. El mismo efecto provocó en esta variable la tierra de encino, en comparación con la mezcla de peat moss con tierra de encino. Sin embargo, estos factores no influyeron en el rendimiento. Por otra parte las plántulas que fueron fertilizadas en el almácigo produjeron un mayor número de frutos e incrementaron el rendimiento, en comparación con las no fertilizadas. Se concluye que con una mejor calidad de plántula es posible aumentar la producción de chile poblano en la región. No obstante el efecto de diferentes fertilizaciones en la etapa de plántula y su efecto en el rendimiento en campo debe ser nuevamente evaluado.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum* L., calidad de plántulas, producción de plántula en almácigo, producción de plántula en invernadero, rendimiento en campo.

### 3.2 SUMMARY

Production of poblano pepper (*Capsicum annuum* L.) in the Sierra Nevada of Puebla has decreased as consequence of several problems; one of them is the low quality of the planted seedlings. The objective of this paper was to improve the poblano pepper production by testing seedlings with different quality obtained through different treatments and produced in trays on greenhouse and nursery over ground. Seedlings were produced under treatments that were the result of the combination of factors such as substrate, variety, fertilization and primed or untreated seed sown in trays on greenhouse, and soil disinfection, variety, fertilization and primed or untreated seed, in nurseries sown over ground. Stem diameter, plant height, number of fruits per plant, and field yield were measured. Fertilization improved seedlings quality in both production methods. Plants produced in greenhouse, which were fertilized with three applications of the 16-40-13 solution, had a higher number of fruits when compared to seedlings fertilized with only two applications of the same solution, and when compared with non-fertilized seedlings. The same effect had the forest's soil used as substrate on this variable when compared to the mixture of peat moss with forest's soil. However, those factors did not affect the total yield. On the other hand, seedlings fertilized in over grown nurseries had a higher number of fruits and total yield, when compared to seedlings unfertilized at the nursery stage. In conclusion, with a better quality of seedlings it is possible to increase pepper production in this region, but the effect of different nutrition solutions supplied during seedling production on total yield must be tested again.

**Key words:** *Capsicum annuum* L., seedlings quality, nursery seedlings production, greenhouse seedlings production, field yield.

### 3.3 INTRODUCCIÓN

La producción de diversas especies que tradicionalmente han sido cultivadas en diferentes regiones rurales del país, y cuyos rendimientos han disminuido por diversas causas cada vez cobra mayor importancia dentro del contexto actual de la seguridad alimentaria. La producción de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) en la región de la Sierra Nevada del estado de Puebla ha venido a la baja en los últimos años como consecuencia de una serie de problemas, que comienzan desde la producción de plántulas en almácigos hasta su venta en el mercado. En el periodo 1997-2007 el rendimiento de chile verde en el estado de Puebla se redujo 24 % y la producción total en 37 % (SAGARPA, 2007).

El primer estudio referente al tema realizado en la región por González *et al.* (2004), señala la existencia de problemas en la producción de plántulas en almácigos debido a la incidencia de enfermedades causadas por hongos y concluye que éstos son una fuente de inóculo que se introduce al campo durante el trasplante. En un segundo estudio realizado por Rodríguez *et al.* (2007) en dos comunidades de la región, se indica que, a percepción de los productores, el rendimiento del cultivo ha disminuido en más de 50 %. Ambos trabajos señalan pérdidas en almácigo, campo y cosecha que llegan a ser del 70 al 100 %, atribuidas principalmente a una enfermedad conocida localmente como “secadera”, causada por un complejo de hongos fitopatógenos entre los que se ha señalado la presencia de *Rhizoctonia* sp, *Phytophthora capsici* y *Fusarium oxysporum*.

Utilizar plántulas de calidad es importante para un buen rendimiento de los cultivos hortícolas en campo. Esto ha sido demostrado en tomate (Pavlovic *et al.*, 1998), betabel (Santin *et al.*, 2005) y chile (Díaz *et al.*, 2008). Además, la producción de plántulas vigorosas y aptas para el

trasplante es un prerequisite para la obtención de rendimientos económicamente redituables (Preciado *et al.*, 2002). Esta calidad está determinada por los factores que intervienen durante la producción de plántulas, como el riego, la fertilización y otras prácticas culturales, que influyen también en la tasa de recuperación después del trasplante (Aloni *et al.*, 1991); por lo tanto, el efecto de los factores que intervienen durante la producción de plántulas se verá reflejado en la cosecha final del cultivo. Los dos únicos estudios realizados sobre el cultivo de chile en comunidades de la Sierra Nevada de Puebla, citados previamente, reportan pérdidas en la producción de almácigos y bajos rendimientos en campo, pero los factores que intervienen en la producción de plántula y su efecto en el rendimiento del cultivo en campo no han sido estudiados. Por esta razón, es importante generar información y conocimientos con el propósito de mejorar la producción del cultivo de chile poblano, bajo el sistema de producción utilizado en esta región. El objetivo de este estudio fue mejorar la producción de chile poblano en campo mediante el uso de plántulas con mayor calidad dada por sanidad y vigor. Los resultados del estudio podrían ser utilizados por productores, técnicos e investigadores del tema interesados en dar soluciones a la problemática que enfrenta la producción de chile poblano en la región de la Sierra Nevada de Puebla.

### **3.4 MATERIALES Y MÉTODOS**

Se evaluó el rendimiento en campo de plántulas producidas en invernadero y almácigo. Las plántulas producidas en invernadero fueron el resultado de la combinación de los factores: sustrato, desinfección a la semilla, variedad y fertilización; en almácigo, los factores fueron desinfección al suelo, desinfección a la semilla, variedad y fertilización. El estudio se llevó a

cabo durante los meses de Febrero a Octubre de 2008 en las localidades de San Lorenzo Chiautzingo, ubicado en las coordenadas 19° 12' 13" de latitud Norte y 98° 28' 03" de longitud Oeste y San Mateo Capultitlán, ubicado en las coordenadas 19° 11' 42" de latitud Norte y 98° 24' 55" de longitud Oeste, ambas localizadas en la Sierra Nevada de Puebla (INEGI, 2005). Se utilizó semilla de chile poblano de dos variedades nativas de la región. Antes de la siembra, las semillas se mantuvieron por dos horas en una solución al 0.2 % de nitrato de potasio en agua destilada, con el objetivo de eliminar la latencia (Macit, 1981). Posteriormente el 50 % de semillas de cada variedad fue desinfectada con el fungicida químico Intergusan 3030<sup>®</sup> (Pentacloronitrobenzeno + disulfuro de tetrametil tiuramen) en proporción de 2 g por cada 10 g de semilla, con el propósito de protegerla contra el ataque de hongos fitopatógenos durante el proceso de germinación.

### **Producción de Plántulas en Invernadero**

En invernadero se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial  $3 \times 2 \times 2 \times 3$  en parcelas sub-sub-subdivididas con dos repeticiones, donde la unidad experimental consistió en 40 cavidades de charolas de poliestireno con tres plántulas cada una.

Los sustratos utilizados fueron peat moss (Premier Sphagnum<sup>®</sup> importado de U.S.A.), tierra de encino adquirida en un vivero de la localidad y la mezcla de éstos en una proporción de 1:1. La siembra se realizó en charolas de poliestireno de 200 cavidades colocando tres semillas por cavidad. Los riegos se aplicaron diariamente al comienzo de la emergencia de las plántulas. La fertilización se aplicó en intervalos de tres días a partir de los 17 días después de la emergencia de las plántulas. Se utilizó la fórmula 16-40-13 disuelta en agua en la concentración de  $1 \text{ g L}^{-1}$ , (Huerta *et al.*, 2007) y una aplicación de  $4.5 \text{ g L}^{-1}$  del fertilizante foliar Nitrofoska<sup>®</sup>. Los niveles de fertilización evaluados fueron: F1 (dos aplicaciones de la fórmula 16-40-13 más una

aplicación de Nitrofoska<sup>®</sup>), F2 (tres aplicaciones de la fórmula 16-40-13 más una aplicación de Nitrofoska<sup>®</sup>) y un testigo (sin fertilización). El control fitosanitario consistió en tres aplicaciones preventivas con el fungicida químico Captan<sup>®</sup> (N-(triclorometiltio) ciclohex-4-ene-1, 2-dicarboximida) a los 10, 20 y 30 días después de la emergencia de plántulas en la dosis de 10 g L<sup>-1</sup> de agua para prevenir incidencia de enfermedades.

### **Producción de Plántulas en Almacigo**

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo factorial  $4 \times 2 \times 2 \times 2$  en parcelas sub-sub-subdivididas con dos repeticiones y la unidad experimental consistió en un área de 30 × 30 cm con aproximadamente 800 plántulas.

Se construyó una cama de tierra de 13 m de largo por 1 m de ancho, la cual se dividió en ocho secciones de 1.6 × 1 m, que correspondieron a las parcelas grandes; estas secciones fueron separadas entre sí con un segmento de lámina metálica enterrada verticalmente. En cada sección de suelo se removió la capa de los primeros 10 cm y se le aplicó el tratamiento correspondiente un día antes de la siembra. La tierra que sería desinfectada con agua caliente se depositó dentro de un tonel metálico con 80 litros de agua y se calentó a 100 ° C durante 30 minutos, posteriormente se drenó el agua y la tierra se regresó al lugar que le correspondía. La sección del suelo que se desinfectaría con cal, se mezcló con óxido de calcio (CaO) en proporción de 1000 g m<sup>-2</sup> y después se regó a capacidad de campo. La desinfección con fungicida se realizó con Busan 30W<sup>®</sup> (2 tiocianometilbenzotiazol), el cual se aplicó en una solución de 6 mL L<sup>-1</sup> en un riego a capacidad de campo y después se cubrió con una capa de plástico durante 12 horas, debido a que el producto posee una acción fumigante. Finalmente la sección testigo únicamente se regó a capacidad de campo. La siembra se realizó manualmente distribuyendo 10 g de semilla



cubriéndolas con una fina capa de tierra en cada unidad experimental, luego se cubrió el almácigo con una capa de plástico y sobre éste una segunda capa de tierra de 2 cm de grosor con el objetivo de mantener la humedad e incrementar la temperatura del almácigo (método tradicional de la región). Al iniciar la emergencia de plántulas se retiró la capa de tierra y plástico que cubrían al almácigo y se protegió con una malla antiáfidos. A partir de este punto se comenzó a aplicar un riego ligero diariamente durante los primeros 15 días; posteriormente el riego se aplicó cada tercer día a capacidad de campo. La fertilización se aplicó a través del riego a los 30, 33 y 41 días después de la emergencia de las plántulas, con la fórmula 16-40-13 en concentración de 1 g L<sup>-1</sup> más una aplicación foliar de Nitrofoska<sup>®</sup> a los 36 días después de la emergencia en concentración de 4.5 g L<sup>-1</sup> de agua. También se realizó una aplicación del insecticida Karate<sup>®</sup> (Lambdacihalotrina) en dosis de 1 ml L<sup>-1</sup> a los 45 días después de la emergencia como control preventivo de la mosquita blanca.

### **Evaluación de la Calidad de las Plántulas en Campo**

El experimento se estableció en campo utilizando un diseño completamente al azar con dos repeticiones, en el que la unidad experimental consistió de dos surcos de 15 matas con tres plantas cada una. La distancia entre matas fue de 40 cm y entre surcos de 80 cm. Se aplicó un riego de auxilio a los tres días después del trasplante y el resto del ciclo de cultivo fue bajo condiciones de temporal. Se fertilizó con la fórmula 140-80-60 en dos aplicaciones: la primera a los 15 días después del trasplante, en la cual se suministró la mitad del nitrógeno, el total de fósforo y de potasio; la segunda, a los 50 días después del trasplante se aplicó el nitrógeno faltante. Las aplicaciones se hicieron manualmente enterrando el fertilizante a lo largo del surco a una distancia aproximada de 8 cm del tallo de las plantas. Adicionalmente, a los 75 días

después del trasplante se realizó una aplicación de 4.5 g L<sup>-1</sup> del fertilizante foliar Nitrofoska<sup>®</sup>. El control preventivo de enfermedades fungosas se realizó aplicando PCNB (Pentacloronitrobenceno) a los 15 días después del trasplante y Tokat<sup>®</sup> (Metalaxil) a los 30 y 75 días después del trasplante. Además, a los 75 y 90 días después del trasplante se aplicó el insecticida Karate<sup>®</sup> (Lambdacihalotrina) para el control de insectos masticadores. La aplicación de todos los productos se hicieron de acuerdo a las dosis indicadas por las empresas fabricantes. Para la evaluación se eligieron cinco plantas representativas por unidad experimental. Las variables evaluadas fueron: diámetro de tallo, altura de planta, número de ramas por planta, días a floración, días a fructificación, número de frutos cosechados por planta, peso total de frutos cosechados y rendimiento por hectárea. La cosecha de frutos se hizo en verde y de acuerdo al grado de madurez basada en rigidez y color de los frutos. Al final del ciclo de cultivo se realizó un muestreo dirigido a plantas enfermas de ambas localidades, tomando únicamente la raíz para la identificación de patógenos presentes en las parcelas, las cuales fueron enviadas al laboratorio de Fitopatología de la Universidad Autónoma Chapingo para su análisis.

En ambos métodos se realizó un análisis de varianza y comparación de medias utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Versión 9.00 TS M0).

### **3.5 RESULTADOS**

El Cuadro 1 muestra la comparación de medias de los diferentes factores evaluados en invernadero y almácigo, donde se observa que en invernadero el sustrato tierra de encino, la fertilización y la no desinfección a la semilla mejoraron la calidad de las plántulas al propiciar una mayor altura y acumulación de materia seca, y en almácigo la desinfección del suelo con

agua caliente y la fertilización mejoraron la calidad de la plántula. Los resultados indican un efecto positivo de la fertilización en la calidad fisiológica de las plántulas en ambos métodos de producción. El Cuadro 2 muestra el análisis de varianza de la evaluación en campo de las plántulas obtenidas en invernadero. Se observa que la variable número de frutos por planta es la más informativa al presentar diferencias altamente significativas respecto a tres factores principales, así como a dos de las interacciones evaluadas, por lo que esta variable se consideró como la más adecuada para ver el efecto de la calidad de las plántulas en el rendimiento y otras variables evaluadas en campo. En la comparación de medias (Cuadro 3) se observa que en la localidad de San Mateo Capultitlán se obtuvo un mayor rendimiento por hectárea. También sobresale como sustrato la tierra de encino, la variedad 1 y la fertilización F2, pero estos dos últimos factores sólo en la variable número de frutos por planta. Por ejemplo, el nivel de fertilización F2 es superior estadísticamente ya que supera con un fruto el número de frutos por planta obtenido con los otros tratamientos. Los resultados indican que la mejor calidad de plántula generada por efecto de la fertilización y el sustrato tierra de encino, aumenta en campo el número de frutos por planta en las dos localidades.

El análisis de varianza realizado a las plantas de almácigo establecidas en campo se muestra en el Cuadro 4. Nuevamente la variable número de frutos por planta es la más informativa al presentar diferencias estadísticamente significativas respecto a un mayor número de fuentes de variación, por lo que se tomó como la referencia principal de los resultados obtenidos en campo con las plántulas producidas en almácigo. La correspondiente comparación de medias de los factores de almácigo evaluados en campo se muestra en el Cuadro 5, donde sobresale el factor fertilización. Es decir, las plantas de mejor calidad y que fueron las fertilizadas desde el almácigo superaron en 0.44 el número de frutos cosechados por planta y en más de 1000 kg en el

rendimiento por hectárea a las plantas que no fueron fertilizadas; además, también sobresalen con un mayor diámetro de tallo y mayor altura de planta, lo cual indica un efecto positivo de la mejor calidad de plántula en el desarrollo vegetativo y el rendimiento cuando son establecidas en campo. El efecto de la interacción de los cuatro factores en el rendimiento de plantas producidas en almácigo se muestra en la Figura 1. Aunque estadísticamente esta interacción no presentó diferencias significativas en el análisis de varianza (Cuadro 4), se observa la tendencia en el aumento del rendimiento en plantas que fueron fertilizadas desde la etapa de almácigo. Este resultado indica el efecto positivo de la fertilización en la calidad de la plántula y en el rendimiento del cultivo en campo. Como se puede apreciar en los Cuadros correspondientes a la comparación de medias de cada método de producción (Cuadros 3 y 5), numéricamente el rendimiento en campo de las plantas obtenidas en almácigo fue superior al obtenido en las plantas producidas en invernadero. Destaca que las plantas de la variedad 1 y 2 provenientes de almácigo registraron un rendimiento de 6756 y 7034 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, mientras que las producidas en invernadero mostraron un rendimiento de 1277 y 1214 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Es claro que el rendimiento de plantas producidas en almácigo fue numéricamente superior a las producidas en invernadero cuando se establecieron en campo. Por otra parte las variables número de ramas por planta, días a floración, y días a fructificación, no fueron afectadas por la calidad de plántula cuando se establecieron en campo.

Respecto a la identificación de patógenos en raíces de plantas los resultados indicaron la presencia de *Phytophthora* spp, *Fusarium* spp y *Rhizoctonia* spp en ambas localidades.

### 3.6 DISCUSIÓN

La mejor calidad de la plántula producida en almácigo aumentó el número de frutos por planta y el rendimiento por hectárea cuando fueron establecidas en campo. La mejor calidad de plantas producidas en invernadero, incrementaron el número de frutos por planta pero no el rendimiento total del cultivo. La condición nutricional es uno de los principales aspectos que influyen sobre la calidad de plántulas y su rendimiento en campo (Nicola y Basoccu, 1994; Guzmán *et al.*, 2003). Los resultados obtenidos en este experimento confirman lo anterior ya que la fertilización de las plántulas en almácigos incrementaron la calidad y ésta aumentó el número de frutos por planta y la producción total del cultivo, lo que demuestra que es posible aumentar el rendimiento del cultivo de chile en la región mediante el incremento de calidad en las plántulas producidas en almácigos. Debido a que la calidad y potencial de cosecha de una planta está determinada en gran medida por la interacción entre su características genéticas y las condiciones de su crecimiento (Noordegraaf, 1994), es necesario evaluar nuevas variedades locales de chile poblano, nuevas fórmulas y fuentes de nutrición químicas y orgánicas en la calidad de plántulas producidas en almácigo y su efecto en el rendimiento en campo bajo las condiciones del sistema de cultivo utilizado en la región, con la finalidad de encontrar el máximo rendimiento asociado a los aspectos genéticos y a los de manejo agronómico. La calidad de la plántula afecta los componentes del rendimiento y el rendimiento total (Momirovic *et al.*, 2000). Cuando las plántulas son producidas en invernadero su calidad está en gran parte determinada por el sustrato empleado (Quesada y Soto, 2005) y debido a que el contenido de nutrientes en los sustratos generalmente es bajo, la composición y la frecuencia en la fertilización determina el estado nutricional de las plántulas (Balliu *et al.*, 2007). En el presente trabajo las plantas producidas en

invernadero que se fertilizaron con un mayor número de aplicaciones de la fórmula 16-40-13, presentaron una mejor calidad dada en vigor e incrementaron el número de frutos cuando fueron establecidas en campo. Sin embargo, no se presentaron diferencias estadísticas en el rendimiento. Resultados similares fueron obtenidos por Nicola y Basoccu (1992), quienes al evaluar diferentes concentraciones de N P K en la nutrición de plántulas de chile y su posterior evaluación en campo, encontraron que la producción total no fue afectada, pero si la primera cosecha y el número y peso de frutos, debido particularmente a la concentraciones de N en la solución nutritiva. Lo anterior podría explicar los resultados obtenidos con las plantas producidas en invernadero en el presente estudio, como consecuencia de una inadecuada relación de nutrientes en la fertilización aplicada. La tierra de encino utilizada como sustrato generó la mejor calidad de plántula y un mayor número de frutos cosechados cuando se establecieron en campo. Sin embargo, al igual que el efecto de la fertilización, esto no se reflejó en el rendimiento final del cultivo. Sin embargo, que la tierra de encino utilizada como sustrato no haya influido en el rendimiento también podría ser explicado por la inadecuada relación de nutrientes. Este trabajo contribuye con un conocimiento más al sistema de producción de chile poblano, al demostrar que mejorar la calidad de plántula mediante la fertilización en el método de almácigo, puede incrementar la producción de chile poblano bajo el sistema de producción utilizado en la región de la Sierra Nevada de Puebla. Sin embargo, es conveniente realizar nuevos estudios para definir la fertilización más idónea para este método. Así también son necesarios nuevos estudios para definir la fertilización y sustrato más adecuado en la producción de plántulas en invernadero. Las diferencias del rendimiento entre plantas de cada método de producción podría deberse al vigor de las plántulas al momento del trasplante, esto como resultado de un mejor estado nutricional en las plántulas de almácigo como consecuencia de una mayor disposición de forma natural de

las plántulas de almácigo como consecuencia de una mayor disposición de forma natural de nutrientes en el suelo. Mejorar la producción de chile poblano en la región de estudio no depende únicamente de la calidad de plántula, sino también de otros factores que inciden durante el ciclo de un cultivo de temporal, como es el caso del cultivo de chile poblano en esta región, donde uno de los principales problemas es la presencia de enfermedades; pero sin duda alguna utilizar plántulas de calidad aunado a otras medidas preventivas durante el establecimiento del cultivo ayudará a mejorar su producción e incrementar su rendimiento.

### **3.7 CONCLUSIONES**

Es posible mejorar la producción de chile poblano en la Sierra Nevada de Puebla mediante una adecuada fertilización durante la producción de las plántulas en almácigos. No obstante, es necesario determinar la dosis, concentración de nutrientes y frecuencias de aplicación para obtener la mejor calidad de plántula, para lo cual también se deben considerar las condiciones ambientales y sistema de producción utilizado en la región. De igual forma es importante determinar la fórmula de fertilización a utilizar considerando el contenido y aporte de nutrientes en el sustrato, para obtener una óptima calidad de plántula que permita maximizar el rendimiento del cultivo en campo en ambos métodos de producción.

### **3.8 AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento de mis estudios de postgrado. A la M.C. Bertha Tlapal Bolaños por su contribución en este trabajo y a los productores participantes.

### 3.9 LITERATURA CITADA

- Aloni B, T Pashkar, L Karni (1991)** Nitrogen supply influences carbohydrate partitioning of pepper seedlings and transplant development. American Society for Horticultural Science 116(6):995-999.
- Balliu A, A Bani, S Sulçe (2007)** Nitrogen effects on the relative growth rate and its components of pepper (*Capsicum annuum*) and eggplant (*Solanum melongena*) seedlings. Acta Horticulturae 747:257-262.
- Díaz P J C, D M Granberry, P Germishuizen (2008)** Transplant growth and stand establishment of bell Pepper (*Capsicum annuum* L.) plants as affected by compost-amended substrate. Acta Horticulturae 782: 223-228.
- González P E, M J Yáñez Morales, V Santiago Santiago, A Montero Pineda (2004)** Biodiversidad fungosa en la marchitez del chile y algunos factores involucrados en Tlacotepec de José Manzo, El Verde, Puebla. Agrociencia 38:653-661.
- Guzmán M, A Sánchez (2003)** Influence of nitrate and calcium increments on development, growth and early yield in sweet pepper plants. Acta Horticulturae 609:207-211.
- Huerta P A, S. Fernández R. I. Ocampo F (2007)** Manual de Chile Poblano, Importancia socioeconómica y cultural. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Fundación Produce Puebla, A.C. México. 70 pp
- INEGI (2005)** Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Integración territorial del estado de Puebla. Segundo conteo de población y vivienda.
- Macit F (1981)** Stimulation of pepper seed germination by some chemicals and growth regulators. Acta Horticulturae 111:139-140



- Momirovic N, M Misovic, R Cvetkovic (2000)** Effect of different substrates on sweet pepper (*Capsicum annum* L. cv. Macvanka) transplants quality in organic farming production. *Acta Horticulturae* 533:135-139.
- Nicola S, L Bassocu (1992)** Effect of nutrition and substrate water content on growth under protection of pepper seedlings and on fruit production in the field. *Acta Horticulturae* 323:121-127.
- Nicola S, L Bassocu (1994)** Pretransplant nutritional conditioning affects pepper seedling growth and yield. *Acta Horticulturae* 361:519-526.
- Noordegraaf C V (1994)** Production and marketing of high quality plants. *Acta Horticulturae* 353:134-148.
- Pavlović R, S Petrović, D Stevanović (1998)** The influence of transplant quality on the yield of tomato grown in plastic house. *Acta Horticulturae* 456:81-86.
- Preciado R P, G A Baca Castillo, J L Tirado Torres, J Kohashi Shibata, L Tijerina Chavez, A Martínez Garza (2002)** Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. *Terra Latinoamericana* 20:267-276.
- Quesada R G, C Méndez Soto (2005)** Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana* 16(2) 171:183.
- Rodríguez J, B V Peña Olvera, A Gil Muñoz, B Martínez Corona, F Manzo, L Salazar Liendo (2007)** Rescate *in situ* del chile poblano en Puebla, México. *Fitotecnia Mexicana* 30:25-32.
- SAGARPA (2007)** Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

([http://reportes.siap.gob.mx/aagricola\\_siap/icultivo/index.jsp](http://reportes.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp)). Fecha de consulta 27/07/2009.

**Santin M M, H Silva Santos, C A Scapim, B M Suaki Brandão, J U T Brandão Filho, O Callegar, A J Alvarenga Santos, I Alvarenga Santos (2005)** Relação entre substratos e métodos de aplicação de solução nutritiva na produção de mudas e a posterior resposta produtiva da beterraba. *Acta Scientiarum Agronomy* 27(3):423-432.

**Statistical Analysis System SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Versión 9.00 TS M0**

### 3.10 CUADROS Y FIGURAS

**Cuadro 1. Comparación de medias de los factores evaluados en la producción de plántulas en invernadero y almácigo.**

Factor de estudio	AP (cm)	PSR (g)	PSA (g)
<b>Invernadero</b>			
<b>Sustrato</b>			
Tierra de encino	12.8 a	0.030 a	0.076 a
Mezcla (MPT)	11.5 b	0.029 a	0.065 b
<b>Variedades</b>			
Variedad 1	11.5 a	0.026 b	0.061 b
Variedad 2	12.5 a	0.033 a	0.080 a
<b>Desinfección a la semilla</b>			
Con	12.7 b	0.027 b	0.066 b
Sin	11.6 a	0.031 a	0.075 a
<b>Fertilización</b>			
Sin	10.7 c	0.026 c	0.054 c
F1	13.6 a	0.033 a	0.087 a
F2	12.1 ab	0.029 b	0.071 b
<b>Almácigo</b>			
<b>Desinfección al suelo</b>			
Agua caliente	18.63 a	0.045 a	0.140 a
Fungicida	17.27ab	0.046 a	0.130 a
Cal	15.80 b	0.043 a	0.124 a
Testigo	15.07 b	0.037 a	0.122 a
<b>Variedad</b>			
Variedad 1	16.95 a	0.042 a	0.125 a
Variedad 2	16.43 a	0.044 a	0.133 a
<b>Desinfección a la semilla</b>			
Con	16.96 a	0.044 a	0.132 a
Sin	16.42 a	0.041 a	0.126 a
<b>Fertilización</b>			
Con	18.07 a	0.045 a	0.142 a
Sin	15.32 b	0.041 a	0.116 b

AP = Altura de plántula. PSR= Peso seco de raíz. PSA= Peso seco de la parte aérea. Medias con letras iguales dentro del mismo factor y columna no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p= 0.05$ ).

**Cuadro 2. Análisis de varianza del experimento de invernadero establecido en campo.**

Fuente de variación	gl	Diámetro de tallo	Altura de planta	Frutos por planta	Rendimiento por hectárea
Localidad (L)	1	16.001***	3.0771 ns	29.28***	13431526.4***
Sustrato (S)	1	1.28150 ns	38.5544 ns	2.09 ns	13943.9 ns
Variedad (V)	1	0.02783 ns	26.0746 ns	8.85***	219335.3 ns
Desinfección a la semilla (DS)	1	0.30558 ns	43.4352 ns	1.26 ns	113602.0 ns
Fertilización (F)	2	0.91520 ns	29.7614 ns	15.21***	1249354.4 ns
L*S	1	0.70990 ns	63.9773 ns	1.69 ns	1689749.6 ns
L*V	1	0.19079 ns	85.0011 ns	0.40 ns	31755.2 ns
L*DS	1	0.03602 ns	22.1255 ns	0.16 ns	20.7 ns
L*F	2	0.01781 ns	1.9620 ns	5.38***	1890154.7 ns
S*V	1	0.17320 ns	0.0004 ns	0.17 ns	20069.4 ns
S*DS	1	0.70528 ns	47.8706 ns	0.95 ns	3632.3 ns
S*F	2	1.37158 ns	31.4799 ns	1.25 ns	241892.2 ns
V*DS	1	0.00002 ns	13.0128 ns	0.36 ns	91069.3 ns
V*F	2	0.46383 ns	1.8162 ns	11.77***	62085.7 ns
DS*F	2	0.12107 ns	52.7321 ns	2.12 ns	913559.9 ns
L*S*V	1	0.10968 ns	22.8865 ns	0.02 ns	201528.3 ns
L*S*DS	1	0.02034 ns	0.0401 ns	0.83 ns	778970.1 ns
L*S*F	2	2.11035 ns	25.4232 ns	1.24 ns	193832.8 ns
S*V*DS	1	0.04425 ns	43.0010 ns	4.77**	5988652.1**
S*V*F	2	0.54481 ns	26.7279 ns	1.33 ns	104036.6 ns
V*DS*F	2	0.94978 ns	84.4532 *	0.22 ns	912373.3 ns
L*S*V*DS	2	0.46031 ns	0.0785 ns	1.81 ns	955568.0 ns
L*S*V*F	4	0.67525 ns	42.9335 ns	7.23***	944393.6 ns
S*V*DS*F	4	0.34284 ns	40.1565 ns	0.45 ns	980672.3 ns
L*S*V*DS*F	6	0.32754 ns	18.9746 ns	0.65 ns	1127900.0 ns
CV		12.47	18.44	31.40 ns	79.59

ns = Diferencia no significativa. \* = Diferencia ( $p \geq 0.05$ ). \*\* = Diferencia ( $p \geq 0.01$ ). \*\*\* = Diferencia ( $p \geq 0.001$ ). gl= Grados de libertad. CV= Coeficiente de variación.

**Cuadro 3. Comparación de medias de los factores en invernadero evaluados en campo.**

Factor de estudio	DT (mm)	AP (cm)	FPP	RHA (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Localidad</b>				
Sn L. Chiautzingo	5.65 b	26.70 a	3.08 a	670.1 b
Sn M. Capultitlán	6.75 a	27.49 a	2.33 b	1677.5 a
<b>Sustrato</b>				
Tierra de encino	6.18 a	26.87 a	2.85 a	1340.4 a
Mezcla (MPT)	6.38 a	27.46 a	2.44 b	1139.9 a
<b>Variedades</b>				
Variedad 1	6.30 a	26.41 a	2.86 a	1277.3 a
Variedad 2	6.26 a	27.80 a	2.47 b	1214.5 a
<b>Desinfección a la semilla</b>				
Con	6.27 a	27.80 a	2.50 a	1193.5 a
Sin	6.29 a	26.52 a	2.81 a	1293.1 a
<b>Fertilización</b>				
Sin	6.35 a	27.68 a	2.47 b	1339.6 a
F1	6.05 a	25.99 a	2.33 b	958.3 a
F2	6.48 a	28.00 a	3.32 a	1498.7 a

DT= Diámetro de tallo. AP= Altura de planta. FPP= Frutos por planta. RHA= Rendimiento por hectárea. MPT=Mezcla peat moss y tierra de encino 1:1. F1, F2= Niveles de fertilización. Medias con letras iguales dentro del mismo factor y columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, p= 0.05).

**Cuadro 4. Análisis de varianza del experimento en almácigo establecido en campo.**

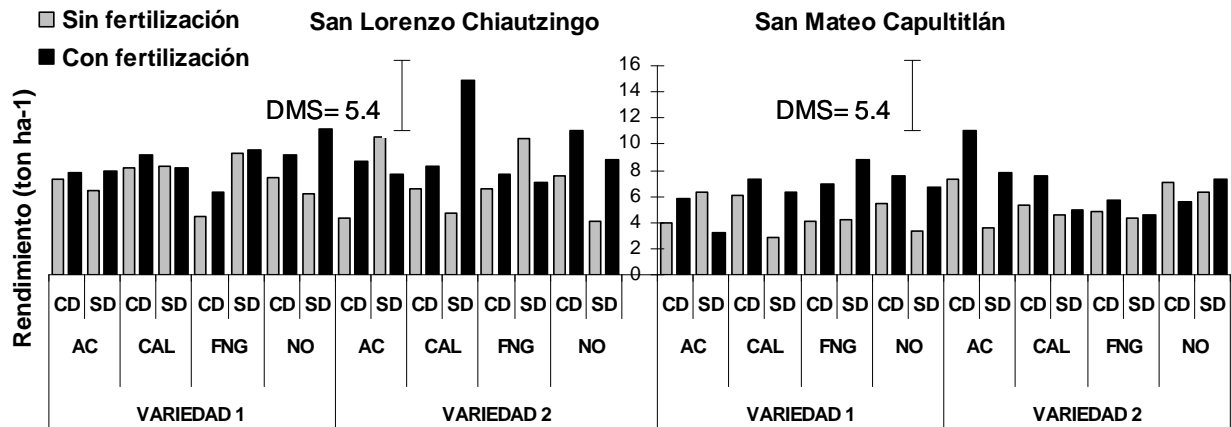
Fuente de variación	gl	Diámetro de tallo	Altura de planta	Frutos por planta	Rendimiento por hectárea
Localidad (L)	1	33.20***	488.8***	44.2***	144691118.9***
Desinfección al suelo (SU)	3	1.990*	149.4**	0.202 ns	2310267.3 ns
Variedad (V)	1	0.227 ns	45.0 ns	6.950*	3638617.7 ns
Desinfección a la semilla (DS)	1	0.307 ns	4.8 ns	0.253 ns	112794.7 ns
Fertilización (F)	1	2.570*	461.3***	5.483*	106522795.5***
L*SU	3	1.420 ns	97.1*	2.836 ns	2868096.8 ns
L*V	1	0.002 ns	26.3 ns	5.944*	1512065.6 ns
L*DS	1	2.750*	59.4 ns	6.469*	28424590.4*
L*F	1	0.867 ns	1.8 ns	8.195**	376299.8 ns
SU*V	3	0.128 ns	14.0 ns	0.251 ns	5138334.9 ns
SU*DS	3	0.162 ns	15.0 ns	0.350 ns	8194609.5 ns
SU*F	3	0.361 ns	32.4 ns	0.250 ns	4705527.7 ns
V*DS	1	0.772 ns	60.2 ns	0.192 ns	807086.9 ns
V*F	1	0.071 ns	5.0 ns	0.007 ns	149729.0 ns
DS*F	1	0.262 ns	2.6 ns	2.426 ns	136.3 ns
L*SU*V	3	0.929 ns	24.3 ns	3.187 ns	5761981.1 ns
L*SU*DS	3	0.234 ns	21.3 ns	0.103 ns	5978171.2 ns
L*SU*F	3	0.211 ns	21.2 ns	0.094 ns	8779441.4 ns
S*V*DS	3	0.247 ns	12.7 ns	2.009 ns	4924523.6 ns
S*V*F	3	1.122 ns	71.7 ns	2.140 ns	11962987.2 ns
V*DS*F	1	0.046 ns	1.9 ns	0.286 ns	315416.7 ns
L*SU*V*DS	4	0.795 ns	21.4 ns	2.783 ns	9040250.4 ns
L*SU*V*F	4	0.110 ns	11.8 ns	1.250 ns	10020066.9 ns
SU*V*DS*F	6	0.418 ns	13.6 ns	1.118 ns	6934490.2 ns
L*SU*V*DS*F	8	0.485 ns	23.7 ns	1.426 ns	7539538.8 ns
CV		10.19	13.35	29.76	37.79

ns= Diferencia no significativa. \* = Diferencia ( $p \geq 0.05$ ). \*\* = Diferencia ( $p \geq 0.01$ ). \*\*\* = Diferencia ( $p \geq 0.001$ ). gl= Grados de libertad. CV= Coeficiente de variación.

**Cuadro 5. Comparación de medias de los factores de almácigo evaluados en campo.**

Factor de estudio	DT (mm)	AP (cm)	FPP	RHA (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Localidad</b>				
Sn L. Chiautzingo	7.08 b	45.93 a	4.41 a	7950.0 a
Sn M. Capultitlán	8.12 a	42.17 b	3.20 b	5854.9 b
<b>Desinfección al suelo</b>				
Agua caliente	7.46 ab	43.66 ab	3.79 a	6868.0 a
Cal	7.74 ab	45.44 a	3.90 a	7083.0 a
Fungicida	7.34 b	41.27 b	3.79 a	6570.8 a
Testigo	7.90 a	45.82 a	3.72 a	7060.1 a
<b>Variedades</b>				
Variedad 1	7.57 a	43.54 a	4.03 a	6756.4 a
Variedad 2	7.65 a	44.54 a	3.57 b	7034.1 a
<b>Desinfección a la semilla</b>				
Sin	7.66 a	44.33 a	3.84 a	6896.4 a
Con	7.55 a	43.73 a	3.76 a	6891.9 a
<b>Fertilización</b>				
Sin	7.47 b	42.22 b	3.58 b	6007.0 b
Con	7.75 a	45.88 a	4.02 a	7795.4 a

DT= Diámetro de tallo. AP= Altura de planta. FPP= Frutos por planta. RHA= Rendimiento por hectárea. Medias con letras iguales dentro del mismo factor y columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, p= 0.05).



**Figura 1.** Efecto de la interacción: Localidad\*Desinfección al suelo\*Variedad\*Desinfección a la semilla\*Fertilización, en el rendimiento por hectárea de las plantas obtenidas en almácigo. CD= Con desinfección a la semilla, SD= Sin desinfección a la semilla, AC= Suelo desinfectado con agua caliente, FNG = Suelo tratado con fungicida, CAL= Suelo tratado con cal, NO= Suelo sin tratamiento (testigo), DMS= Diferencia mínima significativa.

## CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES GENERALES

1. Es posible mejorar la calidad de las plántulas de chile poblano producidas en almácigos de la región mediante una adecuada fertilización. Sin embargo, es necesario evaluar nuevamente la eficiencia de la desinfección del suelo con agua caliente y nuevas densidades de siembra, dosis y fuentes de fertilización para mejorar en la medida de lo posible este sistema de producción de plántulas.
2. En la producción de plántulas en invernadero la fertilización es determinante para el incremento de vigor en plántulas de chile y la tierra de encino es un sustrato adecuado para la producción de estas.
3. De los resultados del experimento en campo, se concluye que un mayor vigor de las plántulas producidas en almácigo, está asociado con un mayor rendimiento cuando éstas son establecidas en el terreno definitivo del cultivo, en comparación con las de menor vigor. Sin embargo, en invernadero los resultados de plántulas con mayor vigor fueron inconsistentes, ya que no influyeron en el rendimiento total del cultivo, por lo que sería recomendable hacer un nuevo estudio para comprobar los resultados.
4. Finalmente, un mayor rendimiento como consecuencia de una mejor calidad de plántula podría ser parte del incentivo a los productores para retomar el cultivo de chile poblano en la región, lo cual traería consigo un beneficio social al restablecer la creación de empleos que anteriormente generaba esta actividad.



## ANEXOS

**Cuadro 1. Características químicas y físicas de los sustratos utilizados.**

Sustrato	pH en agua	Conductividad Eléctrica	Densidad aparente	Densidad real
	Relación	dS m <sup>-1</sup>	g cm <sup>-3</sup>	g cm <sup>-3</sup>
	pH-metro	Pte. Conductividad	Probeta	Picnómetro
Tierra de Encino	5.84	2.58	0.69	1.94
Mezcla MPT	4.41	1.24	0.43	1.72
Peat Moss	3.62	0.31	0.25	1.30

Sustrato	N. Total	Fósforo	Potasio	Materia orgánica
	%	Mg Kg <sup>-1</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>	%
	MicroKajeldhal	Bray I	F. Flama	Walkley y Black
Tierra de Encino	0.66	156.70	1.39	28.54
Mezcla MPT	0.73	106.40	1.13	38.40
Peat Moss	0.97	10.10	0.13	89.09

Sustrato	Porosidad total	Porosidad de aireación	Porosidad de retención de humedad
	% Volumen	% Volumen	% Volumen
	Tierra de Encino	71	10
Mezcla MPT	75	11	64
Peat Moss	77	13	65

MPT= Mezcla Peat moss y tierra de encino 1:1.

**Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de las dos evaluaciones realizadas en plántulas producidas en invernadero.**

Fuente de variación	30 Días después de la siembra				60 Días después de la siembra			
	gl	AP	PSR	PSA	AP	PSR	PSA	GR
Sustrato (S)	1	17.666 ***	5.60E-06 ***	0.00027985 ***	18.637 **	0.000007 ns	0.00132***	1876.2 ***
Variedad (V)	1	2.688 *	3.33E-09 ns	0.00000698 **	4.819 ns	0.000552 ***	0.00449***	5061.4 ***
Desinfección a la semilla (DS)	1	18.85 ***	4.41E-07 ***	0.00014876 ***	12.638 **	0.000188 ***	0.00094***	1259.7 ***
Fertilización (F)	2	0.51 ns	5.02E-08 ns	0.00000388 ns	33.272 ***	0.000249 ***	0.00445***	0.8 ns
S*V	1	1.068 ns	4.03E-07 ***	0.00000859 **	0.899 ns	0.000190 ***	0.00146***	15.3 ns
S*DS	1	2.066 ns	8.33E-10 ns	0.00000213 ns	1.212 ns	0.000184 ***	0.00046***	485.7 ***
S*F	2	0.566 ns	9.77E-08 **	0.00000817 ***	2.072 ns	0.000030 **	0.00050***	135.4 ***
V*DS	1	0.083 ns	1.88E-07 **	0.00000001 ns	6.446 *	0.000077 ***	0.00117***	3.4 ns
V*F	2	0.079 ns	4.81E-07 ***	0.00000011 ns	0.326 ns	0.000111 ***	0.00052***	123.9 ***
DS*F	2	0.219 ns	6.04E-07 ***	0.00000779 ***	0.683 ns	0.000007 ns	0.00008 **	33.5 ns
S*V*DS	1	0.12 ns	1.01E-07 ns	0.00000035 ns	0.007 ns	0.000037 ***	0.00010 **	453.2 ***
S*V*F	2	0.419 ns	5.71E-07 ***	0.00000018 ns	1.69 ns	0.000012 ns	0.00011***	68.9 *
V*DS*F	2	0.065 ns	3.57E-07 ***	0.00000342 *	0.809 ns	0.000062 ***	0.00009***	33.3 ns
S*V*DS*F	4	0.656 ns	4.21E-07 ***	0.00001132 ***	1.856 ns	0.000049 ***	0.00026***	58.2 *
CV (%)		13.3	9.0	8.3	10.3	5.6	5.7	6.4

AP = Altura de plántula  
 PSR= Peso seco de raíz  
 PSA= Peso seco de la parte aérea  
 GR= Porcentaje de germinación

gl = Grados de libertad  
 CV= Coeficiente de variación  
 ns = Diferencia no significativa

\* = Diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ )  
 \*\* = Diferencia significativa ( $p \geq 0.01$ )  
 \*\*\* = Diferencia significativa ( $p \geq 0.001$ )

**Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza de las dos evaluaciones realizadas en plántulas producidas en almácigo.**

Fuente de variación	gl	47 Días después de la siembra		74 Días después de la siembra		
		AP	PSA	AP	PSR	PSA
Localidad (L)	1	0.335616*	0.00014556 ns	0.0983 ns	0.0359***	0.090***
Desinfección al suelo (SU)	3	0.27579406**	0.00103779*	0.8278**	0.0020 ns	0.0024 ns
Variedad (V)	1	0.56046255**	0.0016395*	0.0006 ns	0.0015 ns	0.0068 ns
Desinfección a la semilla (DS)	1	0.34680915*	0.00025341 ns	0.0025 ns	0.0009 ns	0.0015 ns
Fertilización (F)	1	0.00029071 ns	0.00029921 ns	2.530***	0.0014 ns	0.0352 *
L*SU	3	0.20172527*	0.00059177 ns	0.1992 ns	0.0012 ns	0.0068 ns
L*V	1	0.1148942 ns	0.0003833 ns	0.0020 ns	0.0009 ns	0.0026 ns
L*DS	1	0.30857386*	0.00391281**	0.0371 ns	0.0006 ns	0.0052 ns
L*F	1	0.09363087 ns	0.00073968 ns	0.1362 ns	0.0009 ns	0.0007 ns
SU*V	3	0.00481484 ns	0.00038291 ns	0.0563 ns	0.0006 ns	0.0005 ns
SU*DS	3	0.03347067 ns	0.00005326 ns	0.0249 ns	0.0004 ns	0.0008 ns
SU*F	3	0.05216729 ns	0.00046168 ns	0.2621 ns	0.0021 ns	0.0111 ns
V*DS	1	0.3786349*	0.00082469 ns	0.0017 ns	0.0028 ns	0.0002 ns
V*F	1	0.16806228 ns	0.00000122 ns	0.0008 ns	0.0007 ns	0.0011 ns
DS*F	1	0.05272722 ns	0.00187808*	0.0114 ns	0.0003 ns	0.0021 ns
L*SU*V	3	0.05011631 ns	0.00016052 ns	0.0542 ns	0.0004 ns	0.0050 ns
L*SU*DS	3	0.05850683 ns	0.00076157 ns	0.0857 ns	0.0012 ns	0.0020 ns
L*SU*F	3	0.03935345 ns	0.00024305 ns	0.0122 ns	0.0011 ns	0.0033 ns
SU*V*DS	3	0.01642171 ns	0.00007169 ns	0.0225 ns	0.0001 ns	0.0008 ns
SU*V*F	3	0.07105814 ns	0.0002683 ns	0.0715 ns	0.0003 ns	0.0045 ns
V*DS*F	1	0.06783626 ns	0.00080651 ns	0.0240 ns	0.0008 ns	0.0010 ns
L*SU*V*DS	4	0.12430441 ns	0.00079443 ns	0.0821 ns	0.0009 ns	0.0042 ns
L*SU*V*F	4	0.02406594 ns	0.000298 ns	0.0529 ns	0.0003 ns	0.0011 ns
SU*V*DS*F	6	0.0415668 ns	0.00030743 ns	0.1223 ns	0.0017 ns	0.0075 ns
L*SU*V*DS*F	1	0.04919851 ns	0.00020652 ns	0.0494 ns	0.0004 ns	0.0018 ns
CV (%)		11.8	18.7	9.9	21.1	24.7

AP = Altura de plántula

PSR= Peso seco de raíz

PSA= Peso seco de la parte aérea

gl = Grados de libertad

CV= Coeficiente de variación

ns = Diferencia no significativa

\* = Diferencia ( $p \geq 0.05$ )

\*\* = Diferencia ( $p \geq 0.01$ )

\*\*\* = Diferencia ( $p \geq 0.001$ )

**Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza de la evaluación en campo de plántulas producidas en invernadero.**

Fuente de variación	GL	DT	AP	NR	DFL	DFR	FPP	PTF	RHA
Localidad (L)	1	16.0018***	3.077 ns	1540.2**	2074.8***	3203.4***	29.28***	10.799***	13431526.4***
Sustrato (S)	1	1.28150 ns	38.554 ns	7.43	148.61**	224.5**	2.09 ns	0.01091 ns	13943.9 ns
Variedad (V)	1	0.02783 ns	26.074 ns	7.12	69.80	6.85	8.85***	0.17833 ns	219335.3 ns
Desinfección a la semilla (DS)	1	0.30558 ns	43.435 ns	22.58	76.03	253.3**	1.26 ns	0.08779 ns	113602.0 ns
Fertilización (F)	2	0.91520 ns	29.761 ns	275.44	14.83	17.51	15.21***	0.99969 ns	1249354.4 ns
L*S	1	0.70990 ns	63.977 ns	229.28	2.89	68.00	1.69 ns	1.35233 ns	1689749.6 ns
L*V	1	0.19079 ns	85.001 ns	34.00	1.81	97.54	0.40 ns	0.02443 ns	31755.2 ns
L*DS	1	0.03602 ns	22.125 ns	29.81	1.28	0.93	0.16 ns	0.00001 ns	20.7 ns
L*F	2	0.01781 ns	1.962 ns	156.09	27.82	28.94	5.38***	1.52271 ns	1890154.7 ns
S*V	1	0.17320 ns	0.0004 ns	15.45	16.06	89.75	0.17 ns	0.01632 ns	20069.4 ns
S*DS	1	0.70528 ns	47.870 ns	50.74	1.24	79.53	0.95 ns	0.00307 ns	3632.3 ns
S*F	2	1.37158 ns	31.479 ns	11.03	89.15*	27.70	1.25 ns	0.19589 ns	241892.2 ns
V*DS	1	0.00002 ns	13.012 ns	897.74	4.67	135.8*	0.36 ns	0.07187 ns	91069.3 ns
V*F	2	0.46383 ns	1.816 ns	14.91	0.50	2.94	11.77***	0.05107 ns	62085.7 ns
DS*F	2	0.12107 ns	52.732 ns	405.87	28.22	0.60	2.12 ns	0.72896 ns	913559.9 ns
L*S*V	1	0.10968 ns	22.886 ns	11.70	33.44	26.65	0.02 ns	0.15740 ns	201528.3 ns
L*S*DS	1	0.02034 ns	0.040 ns	18.33	5.27	15.41	0.83 ns	0.61688 ns	778970.1 ns
L*S*F	2	2.11035 ns	25.423 ns	23.85	69.18	120.8*	1.24 ns	0.15159 ns	193832.8 ns
S*V*DS	1	0.04425 ns	43.001 ns	101.35	22.59	15.30	4.77**	4.79671**	5988652.1**
S*V*F	2	0.54481 ns	26.727 ns	65.04	25.57	51.11	1.33 ns	0.08350 ns	104036.6 ns
V*DS*F	2	0.94978 ns	84.453*	167.37	24.08	30.99	0.22 ns	0.73202 ns	912373.3 ns
L*S*V*DS	2	0.46031 ns	0.078 ns	161.56	36.59	18.71	1.81 ns	0.77299 ns	955568.0 ns
L*S*V*F	4	0.67525 ns	42.933 ns	394.88	31.45	17.52	7.23***	0.75282 ns	944393.6 ns
S*V*DS*F	4	0.34284 ns	40.156 ns	230.67	26.38	21.59	0.45 ns	0.78543 ns	980672.3 ns
L*S*V*DS*F	6	0.32754 ns	18.974 ns	105.15	19.64	11.80	0.65 ns	0.90460 ns	1127900.0 ns
CV		12.4	18.4	38.60	3.83	4.35	31.4	79.6	79.5

DT= Diámetro de tallo

AP= Altura de planta

NR= Número de ramas

FPP= Frutos por planta

PTF= Peso total de frutos cosechados

RHA= Rendimiento por hectárea

DFL= Días a floración

DFR= Días a fructificación

GL = Grados de libertad

CV= Coeficiente de variación

ns = Diferencia no significativa

\* = Diferencia (p ≥ 0.05)

\*\* = Diferencia (p ≥ 0.01)

\*\*\* = Diferencia (p ≥ 0.001)

**Cuadro 5. Cuadrados medios del análisis de varianza de la evaluación en campo de plántulas producidas en almácigo.**

Fuente de variación	GL	DT	AP	NR	DFL	DFR	NFP	PTF	RHA
Localidad (L)	1	33.20***	488.8***	5536.7**	4713.6***	4611.2***	44.267***	116.20***	144691118.9***
Desinfección al suelo (SU)	3	1.99*	149.40**	110.05	87.88**	123.31**	0.202 ns	1.8486 ns	2310267.3 ns
Variedad (V)	1	0.227 ns	45.01ns	4.14	0.70	0.64	6.950*	2.9100 ns	3638617.7 ns
Desinfección a la semilla (DS)	1	0.307 ns	4.84 ns	49.72	141.44**	139.88*	0.253 ns	0.0926 ns	112794.7 ns
Fertilización (F)	1	2.57*	461.3***	57.42	81.29*	110.67*	5.483*	85.56***	106522795.5***
L*SU	3	1.420 ns	97.18*	785.10**	6.79	8.61	2.836 ns	2.2971 ns	2868096.8 ns
L*V	1	0.002 ns	26.32 ns	80.65	11.34	2.56	5.944*	1.2192 ns	1512065.6 ns
L*DS	1	2.75*	59.43 ns	197.90	60.11	77.15	6.469*	22.839*	28424590.4*
L*F	1	0.867 ns	1.84 ns	26.23	0.44	8.00	8.195**	0.3024 ns	376299.8 ns
SU*V	3	0.128 ns	14.08 ns	125.97	2.90	8.06	0.251 ns	4.1292 ns	5138334.9 ns
SU*DS	3	0.162 ns	15.06 ns	22.40	22.14	17.74	0.350 ns	6.5848 ns	8194609.5 ns
SU*F	3	0.361 ns	32.48 ns	292.22	3.00	5.61	0.250 ns	3.7627 ns	4705527.7 ns
V*DS	1	0.772 ns	60.24 ns	227.56	0.49	0.05	0.192 ns	0.6356 ns	807086.9 ns
V*F	1	0.071 ns	5 ns	226.51	2.83	0.23	0.007 ns	0.1212 ns	149729 ns
DS*F	1	0.262 ns	2.63 ns	302.78	89.05*	116.85*	2.426 ns	0.0009 ns	136.3 ns
L*SU*V	3	0.929 ns	24.33 ns	366.14	3.42	1.97	3.187 ns	4.6112 ns	5761981.1 ns
L*SU*DS	3	0.234 ns	21.31 ns	198.29	24.76	16.74	0.103 ns	4.8066 ns	5978171.2 ns
L*SU*F	3	0.211 ns	21.26 ns	203.91	14.43	29.86	0.094 ns	7.0492 ns	8779441.4 ns
SU*V*DS	3	0.247 ns	12.73 ns	38.67	27.46	31.96	2.009 ns	3.9553 ns	4924523.6 ns
SU*V*F	3	1.122 ns	71.78 ns	434.37	22.33	23.69	2.140 ns	9.6129 ns	11962987.2 ns
V*DS*F	1	0.046 ns	1.99 ns	3.20	33.10	39.05	0.286 ns	0.2560 ns	315416.7 ns
L*SU*V*DS	4	0.795 ns	21.43 ns	293.36	24.37	26.54	2.783 ns	7.2511 ns	9040250.4 ns
L*SU*V*F	4	0.110 ns	11.81 ns	80.97	7.34	9.59	1.250 ns	8.0393 ns	10020066.9 ns
S*V*DS*F	6	0.418 ns	13.62 ns	174.19	28.98	36.95	1.118 ns	5.5611 ns	6934490.2 ns
L*SU*V*DS*F	8	0.485 ns	23.79 ns	294.62	20.88	31.74	1.426 ns	6.0552 ns	7539538.8 ns
CV		10.1	13.3	23.5	3.3	3.7	29.7	37.7	37.7

DT= Diámetro de tallo

AP= Altura de planta

NR= Número de ramas

FPP= Frutos por planta

PTF= Peso total de frutos cosechados

RHA= Rendimiento por hectárea

DFL= Días a floración

DFR= Días a fructificación

GL = Grados de libertad

CV= Coeficiente de variación

ns = Diferencia no significativa

\* = Diferencia (p ≥ 0.05)

\*\* = Diferencia (p ≥ 0.01)

\*\*\* = Diferencia (p ≥ 0.001)