

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

**25 Aniversario**  
Ciencia y Tecnología  
para el Campo



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**MÉXICO  
2010**

**SAGARPA**



**PRODUCCIÓN DE  
PLÁNTULA DE CHILE  
EN INVERNADERO**

**Manuel Reveles-Hernández  
Saúl Huchín-Alarcón  
Rodolfo Velásquez-Valle  
Ricardo Trejo-Calzada  
José Ruiz-Torres**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE-CENTRO  
CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DEL GUADIANA, DURANGO, DGO. MÉXICO.

Folleto Técnico No.

Febrero de 2010

ISBN: 978-607-425-300-9



**Vivir Mejor**

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN**

**Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda**  
Secretario

**MC. Mariano Ruiz-Funes Macedo**  
Subsecretario de Agricultura

**Ing. Ignacio Rivera Rodríguez**  
Subsecretario de Desarrollo Rural

**Dr. Pedro Adalberto González**  
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**Dr. Pedro Brajcich Gallegos**  
Director General

**Dr. Salvador Fernández Rivera**  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

**Dr. Enrique Astengo López**  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

**Lic. Marcial A. García Morteo**  
Coordinador de Administración y Sistemas

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO**

**Dr. Homero Salinas González**  
Director Regional

**Dr. Uriel Figueroa Viramontes**  
Director de Investigación

**Dr. José Verástegui Chávez**  
Director de Planeación y Desarrollo

**M.A. Jaime Alfonso Hernández Pimentel**  
Director de Administración

**MC. Agustín F. Rumayor Rodríguez**  
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

# PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA DE CHILE EN INVERNADERO



## **Manuel Reveles-Hernández**

Ing. Investigador del Programa de Hortalizas  
del Campo Experimental Zacatecas-INIFAP

## **Saúl Huchín-Alarcón**

Ing. Investigador del Programa de Hortalizas  
del Campo Experimental Valle de Guadiana-INIFAP

## **Rodolfo Velásquez-Valle**

Ph. D. Investigador del Programa de Fitopatología  
del Campo Experimental Zacatecas-INIFAP

## **Ricardo Trejo-Calzada**

Ph. D. Profesor-Investigador de Fisiología Vegetal  
Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas,  
Universidad Autónoma Chapingo

## **José Ruiz-Torres**

M. C. Profesor-Investigador del Área de Socioeconomía  
Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas  
Universidad Autónoma Chapingo

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,  
AGRICOLAS Y PECUARIAS

CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL NORTE CENTRO

CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DEL GUADIANA

DURANGO, DGO. MÉXICO.

FOLLETO TÉCNICO NO. 41, FEBRERO, 2010.

## **Producción de Plántula de Chile en Invernadero**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Progreso Núm. 5

Barrio de Santa Catarina

Delegación Coyoacán

C. P. 04010, México, D. F.

Tel. (55) 3871 7800

**ISBN: 978-607-425300-9**

Primera Edición, 2010

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro o por otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.

Cita correcta:

Reveles-Hernández M.; Huchín-Alarcón, S.; Velásquez-Valle, R.; Trejo-Calzada, R.; y Ruiz-Torres, J. 2010. Producción de Plántula de Chile en Invernadero. Folleto Técnico Núm. 41. Campo Experimental Valle del Guadiana, CIRNOC-INIFAP, 40p.

# PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA DE CHILE EN INVERNADERO

Manuel Reveles-Hernández  
Saúl Huchín-Alarcón  
Rodolfo Velásquez-Valle  
Ricardo Trejo-Calzada  
José Ruiz-Torres

## Introducción

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

En el Estado de Durango se dedicó en 2007 una superficie de 3,679 hectáreas a la producción de chile verde. La región productora comprende los municipios de Poanas, Nombre de Dios, Vicente Guerrero, San Juan del Río, Rodeo, Nuevo Ideal, Peñón Blanco, Nazas, Guadalupe Victoria y Durango. El rendimiento promedio de chile verde en el estado es de 13.2 ton/ha. Sin embargo el desarrollo de la producción de plántula de chile ha estado limitada por falta de información de producción, asistencia técnica, bajo nivel tecnológico, altos costos de producción, pérdidas postcosecha y falta de organización de productores.

## **Almácigos o semilleros**

Un almácigo (también llamado plantero, vivero o semillero) es una parcela de superficie reducida que se localiza en un lugar adecuado con facilidades de manejo y cuidados donde se cultivan plantas para trasplante en el terreno o parcela en que completaran su ciclo productivo (Castañeda, 1983; Lardizabal, 2002).

## **Ventajas de los almácigos**

Dentro de las ventajas de la producción de plántula en almácigos, Castañeda (1983) destaca que: se puede sembrar sin preparar el terreno definitivo y de esa manera adelantar las plántulas; la germinación y desarrollo de la plántula se realiza en condiciones de humedad y temperatura adecuada; se puede tener control de crecimiento de la plántula a través de prácticas de manejo; facilidad en el control de riegos, plagas y enfermedades en superficies reducidas; se tiene disponibilidad de plántulas de igual tamaño para reposición en caso de pérdidas por eventualidades debidas a: clima, manejo y enemigos naturales; se logra mayor rentabilidad de la tierra al poder reducir el tiempo de permanencia del cultivo en el terreno definitivo; se obtiene mayor precocidad de producción, al establecer plantas con avance en su desarrollo.

Otra ventaja del uso de plántulas producidas en almácigo, (tradicional o en invernadero), sobre la siembra directa, incluye el uso de cantidades menores de semilla por lo que el costo por

hectárea disminuye por este concepto, además, se logra uniformidad en el crecimiento al mantener las condiciones de producción más homogéneas en el almácigo durante la producción de la plántula, así como floración más temprana y por lo tanto precocidad en la producción (Montaño-Mata y Núñez, 2003).

### **Plántula de calidad.**

El manejo adecuado de los almácigos, ofrece la posibilidad de obtener plántula de calidad con características deseables como: sana, vigorosa con sistema radical bien desarrollado, sus hojas de buen tamaño y coloración, que esté disponible para replantar cuando se requiera, confiable para arraigo en el campo, libre de plagas, tolerante a cambios ambientales y que su tamaño y desarrollo sea homogéneo (Vavrina, 2002),(Figura 1).



Figura1. Plántula de chile producida en charolas lista para trasplante.

### ***Producción de plántula de chile en invernadero***

La producción de la plántula en invernadero, requiere de cuidados adicionales a los que demanda una plántula desarrollada al aire libre de manera tradicional; generalmente, se desarrollan las plántulas usando un medio de cultivo o sustrato, con el que se sustituye al suelo, con el propósito de que las condiciones de desarrollo de la plántula sean las óptimas.

La producción de plántula de chile para trasplante en condiciones de invernaderos con plásticos flexibles o rígidos, riguroso control fitosanitario, riego y nutrición en un medio semihidroponico permite la obtención de plántula libre de virosis y fungosis con excelente vigor para trasplante, considerando épocas oportunas de mercado a través de la programación de cosechas tempranas o tardías (Macías *et al*, 2003; Sánchez *et al*, 2003).

Antes de iniciar el programa de producción de plántula, es aconsejable tener listo el invernadero y sus sistemas de calefacción y riego; además, Gooden and Rideout (2005) recomiendan realizar análisis del agua de riego previo a cada temporada de producción de plántula, así como desinfectar el invernadero con la finalidad de eliminar posibles inóculos de plagas o enfermedades. Es recomendable iniciar las actividades

de producción de plántula con la selección adecuada de semilla de calidad (Food and Agriculture Organization, FAO, 2004).

### **Producción en charolas y con sustrato**

El propósito de incrementar la calidad y productividad ha llevado a la generación de nuevas alternativas de producción de hortalizas, sobre todo en condiciones protegidas (Carrasco, 2004); de este modo, se han desarrollado métodos de producción de plántula como los cultivos en agua y en sustrato (Urestarazu, 2004).

El hecho de sustituir al suelo por un medio de cultivo o sustrato, es proporcionar a la planta las condiciones óptimas para su desarrollo, por lo que un sustrato requiere de buena consistencia, adecuada porosidad, buen drenaje, libre de gérmenes, un pH de 5 a 7.5, y alta capacidad de retención de humedad y nutrientes. Con este sistema, las raíces de las plantas quedan envueltas en un cepellón, lo cual ayuda a su sobrevivencia durante el trasplante y a una rápida recuperación de la misma en la plantación (Chávez, 2001; Pasian, 1997).

El uso de contenedores para la producción en condiciones de invernadero se ha incrementado considerablemente en los últimos 30 años; sin embargo, aún cuando las ventajas de su uso son considerables, se requiere de un manejo más intenso para la producción que en campo abierto, ya que las raíces están expuestas a fluctuaciones rápidas y, algunas veces grandes en los

factores ambientales, principalmente de temperatura (Ingram *et al.*, 2003).

Las ventajas de la producción de plántula en contenedores y bajo condiciones de invernadero son múltiples; las más relevantes son: la obtención de plántula oportuna para el trasplante de acuerdo a oportunidades estacionales de mercado de las cosechas, control estricto de semilla, siembra y manejo del cultivo para obtener plántula libre de virosis y fungosis y un ahorro de 45 días respecto a la plántula obtenida en almácigos tradicionales al piso (Macías, 2007).

### **Sustrato recomendable.**

Generalmente, se usan sustratos artificiales para la producción de plántula en charola en condiciones de invernadero, mismos que están formados por diversos componentes de origen orgánico o inorgánico, de origen natural o artificial, para proporcionar las condiciones adecuadas de acuerdo al tipo de cultivo (Evans and Gachukia, 2004); el conocimiento de los componentes del sustrato así como su impacto sobre las características físicas y químicas es fundamental para el proceso productivo de la plántula (Acosta-Durán *et al.*, 2005).

Dentro de los principios fundamentales a considerar al momento de seleccionar o preparar el sustrato para la producción de cultivos, se debe considerar sobre todo la capacidad de retención de humedad la cual se recomienda sea entre 50 y 60 % en base

a peso; es importante que se considere también el pH requerido en el sustrato para el desarrollo adecuado del cultivo, por lo que este deberá ajustarse a dicho requerimiento (Abad *et al.*, 2005).

Es importante usar sustratos que hayan sido sometidos a desinfección, a fin de disminuir los riesgos de proliferación de enfermedades en las charolas (Guerrero, 2002).

El sustrato recomendado para la producción de plántula de chile deberá ser de textura media a fina, como el Sunshine numero 3, Pro-mix PGX, BM2, ó equivalente.

El insumo que más impacta los costos de producción es el sustrato, por lo que se han realizado estudios tendientes a aprovechar otras materias primas de elaboración local para de disminuir el costo de este, también se han evaluado una serie mezclas entre materiales usados como sustrato (Guerrero *et al.*, 2005; Varela *et al.*, 2005).

### **Charolas recomendadas.**

El tamaño de la celda en donde se sembrará la semilla tiene gran impacto sobre el desarrollo del cultivo (Waterer *et al.*, 2004). De acuerdo con las evaluaciones realizadas por Chávez (2001), se recomienda utilizar charolas de 200 cavidades para obtener plántula de calidad; sin embargo, es común que para disminuir costos se realice la producción comercial de plántula de chile en

charola de 338 cavidades, lo que implica tener que aplicar riegos y fertilizaciones con mayor frecuencia, además de se incrementa el tiempo de obtención de la plántula.

Las charolas de plantación deben ser en lo posible biodegradables, reutilizables o reciclables, para disminuir el impacto de éstas en el medio ambiente. La disposición final de las charolas usadas debe realizarse en lugares conocidos e identificables y con la técnica menos dañina para el medio ambiente (Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas, CNBPA, 2008).

### **Preparación de las charolas.**

Cuando se utilizan charolas usadas es recomendable realizar un tratamiento previo a la siembra con el propósito de disminuir riesgos de enfermedades provenientes del ciclo anterior, por lo que se recomienda lavar y desinfectarlas minuciosamente, antes de iniciar la siembra; para su limpieza se sugiere utilizar abundante agua y detergente en el proceso de lavado para lo cual se debe tallar con un cepillo o escobeta hasta eliminar cualquier residuo de sustrato, plántula o impurezas presentes (Figura 2); para la desinfección de las charolas, existen en el mercado algunos productos que se pueden utilizar para eliminar posibles residuos que puedan constituir una fuente de infección; estos productos son: Greenshield (pt200), Physan 20, Phytalex (producto orgánico), o bien, una solución de blanqueador para

ropa a base cloro en una proporción 20:1 (20 L de agua con 1 L de cloro comercial).



Figura 2. Lavado de charolas previo a la siembra de chile.

Es muy importante cambiar el agua cada 400 charolas para evitar que se pierda el poder de desinfección. Se sumergen las charolas desinfectadas en agua limpia para eliminar el cloro y se colocan en estibas con las cavidades hacia abajo y se dejan reposar por un periodo de 2 a 3 días (Figura 3); Después del tiempo de reposo las charolas son sumergidas en otra solución desinfectante y se dejan reposar por dos días más para que ejerza su efecto y puedan ser usadas.

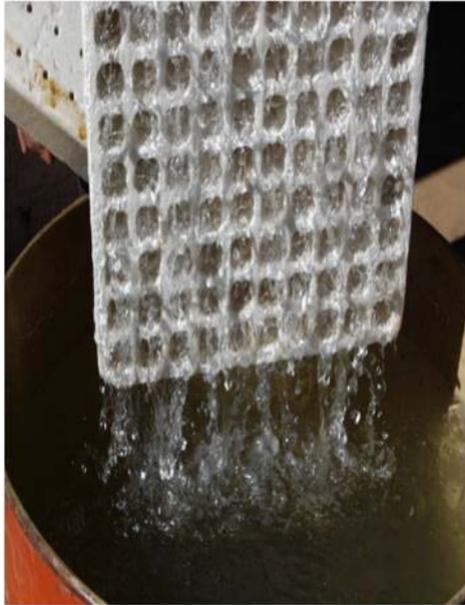


Figura 3. Tratamiento de charolas en solución desinfectante.

### **Procedimiento para siembra de charolas**

Los sustratos comerciales generalmente contienen humedad; sin embargo, esta casi nunca es suficiente para garantizar una germinación adecuada, por lo que se debe agregar agua para facilitar el manejo del sustrato para la siembra; el agua que se agregue deberá realizarse con una regadera de mano, o asperjando con una manguera al mismo tiempo que se mezcla, para lograr humedecer al sustrato de manera homogénea. La humedad del sustrato para su manejo no debe permitir que se apelmace o forme terrones al compactarlo con la mano; cuando el

sustrato se humedece demasiado, se dificulta la aireación y el drenaje; otro problema común cuando se humedece demasiado el sustrato durante la siembra, es la compactación de éste en la cavidad, lo que favorece el encostramiento de la superficie y afecta la germinación de la semilla; además la compactación afecta considerablemente el crecimiento radical, provocando la poca o nula penetración de raíces y su deformación (Gooden and Rideout, 2005).

### *Llenado de charolas*

**Cantidad de sustrato por charola.** Se requiere aproximadamente 4.0 L de sustrato por charola por lo que un bulto de 107 litros de sustrato será suficiente para 27 charolas de 200 cavidades aproximadamente. El llenado de las charolas con el sustrato húmedo se debe realizar sin compactar, buscando siempre que se llenen hasta el ras; se recomienda no sacudir o “cernir” las charolas, a fin de evitar compactación del sustrato y posibles problemas de drenaje en las cavidades (Figura 4).



Figura 4. Celdas de charola con sustrato compactado en donde la plántula presenta problemas de emergencia.

Para el llenado se recomienda colocar 2 charolas a la vez dentro del recipiente donde se preparo el sustrato y se llenan las cavidades uniformemente de forma manual evitando tirar el sustrato fuera del contenedor; en seguida se planchan las charolas con un rodillo para planchar charolas pasándolo dos veces sobre las cavidades y una vez llenas y planchadas se estiban a no más de 150 charolas por tarima y se trasladan al área de siembra. Es muy importante limpiar el rodillo manualmente cada 5 o 10 charolas según se requiera para eliminar incrustaciones de sustrato en el mismo.

## **Semilla**

Se debe preferentemente utilizar sólo semillas de buena calidad y en lo posible, de calidad Certificada. Semillas de sanidad certificada o controlada, permitirán almácigos con plantas más sanas y vigorosas y en algunos casos con resistencia a algunas enfermedades, en especial provocadas por patógenos del suelo (CNBPA, 2008).

## **Siembra**

Previo a la siembra se debe asegurar de lavar y desinfectar correctamente toda el área de siembra para prevenir una posible contaminación que pudiera poner en riesgo el desarrollo de la plántula.

### ***Profundidad de siembra***

La profundidad adecuada de siembra será de 1.0 cm. la cual se hará con rodillos o plantillas para realizar las depresiones o cavidades, donde se depositará la semilla (Figura 5). La siembra de las semillas se debe realizar con la mayor precisión posible, a fin de depositar sólo una semilla por cavidad (previa desinfección de manos de sembradoras); se realiza con un recipiente o vaso desechable hasta un cuarto de su capacidad a cada sembradora y una vez sembrada y revisadas se trasladan al área de tapado. En el mercado se comercializan diferentes marcas de sembradores con diferentes tipos de complejidad; sin embargo, cuando las cantidades a sembrar son reducidas esta práctica se puede realizar manualmente (Figura 6).



Figura 5. Apisonado de la charola para siembra utilizando rodillo.



Figura 6. Siembra manual de semilla de chile.

### ***Tapado y germinación de semilla***

Después de realizar la siembra, se tapa la semilla con sustrato húmedo o vermiculita y se aplica un riego a saturación para posteriormente apilarlas y cubrirlas completamente con un plástico negro; se debe cuidar que la cubierta de plástico selle totalmente la pila de charolas, para evitar evaporación del agua y facilitar humedad más o menos constante durante la germinación (Figura 7).

El apilado de las charolas se suele realizar en locales reducidos llamados germinadores o cuartos de germinado, en donde se mantiene la temperatura más o menos estable temperatura entre 28-30 °C y una humedad relativa de 60-70 % (Figura 8); sin embargo, cuando no se dispone de esta infraestructura, se pueden apilar dentro del invernadero.



Figura 7. Estibas d charolas sembradas y envueltas en plástico durante el periodo de germinación en invernadero.



Figura 8. Charolas para la germinación de chile estibadas en cuarto de germinación.

La práctica ha demostrado que en la mayoría de los casos, en condiciones de invernadero, tanto la charola de la base de la pila o estiba, como la de la parte superior, tardan más tiempo en germinar, por lo que algunas veces cuando se dispone de material, se recomienda que éstas dos charolas se dejen sin sembrar y se coloque sólo con sustrato regado, a fin de lograr una germinación homogénea (Bravo *et al.*, 2002; Reveles, 2005).

La germinación de chile se ve afectada principalmente por la humedad y la temperatura, por lo que se recomienda mantener la humedad constante y la temperatura entre 20 y 25°C, con lo que se logra que germinen entre seis y ocho días (Lorenz and Maynard, 1980; Flynn *et al.*, 2002, Samaniego-Cruz *et al.*, 2002).

Cuando la temperatura es adecuada se recomienda revisar las estibas de charolas en germinación a partir del 6º día y se muestrean 9 charolas de cada estiba, 3 de la parte inferior, 3 de la parte media y finalmente 3 de la parte superior; así mismo en cada una de estas inspeccionar como mínimo 6 cavidades (Figura 9). Esta revisión se hace descubriendo la semilla con un palillo de madera para verificar si existe brote de radícula con el propósito de desestibar o extenderlas en cuanto empiecen a emerger, revisando tanto la base como la parte superior de cada charola, ya que algunas veces las raíces empiezan a emerger por la perforación de la parte inferior de las cavidades, antes que haya emergencia en la parte superior (Chávez, 2001; Lardizábal, 2002)



Figura 9. Charolas recién extendidas con plántulas emergiendo.

### **Manejo de Riegos.**

El manejo del agua constituye un factor de vital importancia en el logro de plántulas de calidad, ya que el mal manejo de los riegos puede favorecer la aparición de enfermedades. Es necesario aplicar los riegos a las charolas por medio de aspersión o microaspersión; se debe evitar que el golpe de las gotas sea fuerte y arranque las plantas. El agua debe estar a un pH de 5.5 a 6.5 durante los primeros 15 días y se decide terminarlo cuando a la plántula le aparecen las primeras hojas verdaderas y poder empezar con la nutrición de la plántula.

Se recomienda realizar riegos ligeros y frecuentes por lo que es preferible realizar de uno a dos riegos ligeros por día, para que las variaciones de humedad en el sustrato no sean tan marcadas y se disminuya el estrés en las plantas; al mismo tiempo, se evita llegar a saturación y encharcamientos, con lo que disminuye el riesgo de

enfermedades (Chávez, 2001; Muñoz, 2003; Mojarro *et al.*, 2004) (Figura 10).



Figura 10. Sistema de riego en invernadero para plántula.

Los riegos excesivos darán como resultado plántula con el sistema radicular poco desarrollado; La falta de agua afecta el crecimiento de las plantas por lo que el sustrato deberá mantenerse con una humedad uniforme.

### **Fertilización.**

La nutrición de las plántulas influye tanto en su desarrollo como en el arraigo y productividad en campo (Delgado, 2004), se requiere que el balance entre nutrientes se considere al momento de programar la fertilización, aunque son necesarios otros elementos; los tres más importantes son: nitrógeno, fósforo y potasio (FAO, 2004); se ha demostrado, que el nitrógeno es el elemento que mayor impacto tiene sobre el crecimiento de la

plántula en condiciones de invernadero (Preciado *et al.*, 2005), sin embargo para balancear la fórmula de fertilización y lograr mejores resultados en la calidad de la plántula de Chile, se recomienda aplicar otros nutrientes (Maynard and Hochmuth, 2007; Reveles *et al.*, 2009).

El inicio del programa de nutrición se podrá realizar a partir de la aparición de las primeras hojas verdaderas y continuarse con aplicaciones semanales (FAO, 2004). La nutrición de la plántula, ayuda a lograr plantas vigorosas que favorecen su arraigo y buen desarrollo en el campo definitivo (Preciado *et al.*, 2002); la fertilización se puede realizar al mezclar el material fertilizante con el sustrato en el momento de la siembra; se ha demostrado que la aplicación de 420 gr de sulfato de amonio por m<sup>3</sup> de sustrato favorece el desarrollo de la plántula (Gülser, *et al.*, 1999); sin embargo, se sugiere que la aplicación del fertilizante se inicie a partir del surgimiento del primer par de hojas verdaderas; es conveniente realizar dos aplicaciones por semana (Chávez, 2001; Reveles, 2005).

Para fertilizar se recomienda preparar una solución nutritiva para realizar la fertilización, para lo que se sugiere disolver 30 g de urea, 20 g de ácido fosfórico y 60 g de la fórmula 14-00-40 en 100 L de agua. Para elaborar la solución se recomienda disolver por separado cada uno de los fertilizantes y posteriormente verterlos en la solución (Castañeda, 2001).

Cuando las cantidades de fertilizante a disolver son pequeñas, es relativamente fácil hacerlo por medios mecánicos para agitar hasta disolver el material a usar; sin embargo, el uso de agua tibia puede disminuir el tiempo de disolución (Hochmuth, 2001).

Chávez (2001), recomienda una proporción de: 4: 1: 4: 3: 1, entre los siguientes nutrimentos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, respectivamente; si se aplican proporciones diferentes a las señaladas, tendrán problemas de desbalance, lo que puede originar deficiencias y antagonismos, que repercuten en un deficiente desarrollo de las plántulas, más susceptibilidad a enfermedades, reducido desarrollo y desproporción entre raíz y follaje.

En el Cuadro 1 se presentan las cantidades de fertilizantes para preparar una solución nutritiva, que contempla la proporción señalada; esta recomendación se podrá aplicar tomando en cuenta el desarrollo de la parte aérea y radical de las plantitas, para hacer los ajustes necesarios de acuerdo a las observaciones que se deben realizar continuamente a las plantas.

La mezcla de micro nutrientes contiene: 25.6 gramos de sulfato de hierro, 2.86 de ácido bórico, 1.7 de sulfato de manganeso, 140 de sulfato de zinc y 80 miligramos de sulfato de cobre.

**CUADRO 1.** Fertilizante necesario para preparar 1000 litros de solución balanceada, para la nutrición de plántulas de chile en invernadero (Fuente: Chávez, 2001).

Fertilizante	Cantidad (gramos)	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	Cu	B
19-19-19	316	60	60	60								
12-02-44	500	60	10	220								
Nitrato de calcio	842	131			160							
Sulfato de magnesio	247					50	66					
Mezcla de micro nutrientes	30.4							5	0.05	0.5	0.02	0.5

La solución de fertilización se aplica a través del riego por microaspersión o con regadera de mano; se debe cuidar que la aplicación sea lo más homogénea posible, ya que con 100 L de solución se deben regar 300 charolas de 200 cavidades (330 ml de solución por charola); una vez aplicada la solución nutritiva, es conveniente realizar un riego ligero con agua pura, dirigido al follaje para eliminar residuos de fertilizante sobre las hojas y evitar daños por toxicidad (Reveles, 2005).

Cuando se usa una buena dosis de fertilización y las plántulas están nutridas adecuadamente no se recomienda el uso de enraizadores u otro tipo de promotores del crecimiento (De León *et al.*, 2009).

### **Uso de lombricomposta en la nutrición de plántula de chile**

Cuando se requiere iniciar la producción de chile orgánico se deben usar materiales de origen orgánico que además de proporcionar los nutrientes suficientes para el desarrollo adecuado de la plántula, permita sustituir la aplicación de abonos químicos.

Se puede realizar la siembra de chile usando una mezcla de sustrato comercial a base de turba comercial y lombricomposta en proporción 2:1 a fin de producir plántula de calidad, incluyendo un buen desarrollo de raíces sin tener que aplicar fertilizantes químicos u otro tipo de enraizadores u hormonas. Es conveniente que el sustrato que se utilice en la mezcla con lombricomposta sea bajo en sales (Varela, *et al.*, 2005; De León *et al.*, 2009).

### **Manejo del ambiente.**

La inspección constante de los parámetros de luz, temperatura y humedad relativa del invernadero, así como: el orden y limpieza, el control de la fertirrigación, la observación diaria de las plántulas y la aplicación de tratamientos fitosanitarios, ayudan a obtener plántulas sanas y con buen vigor (Muñoz, 2003).

### **Control de temperatura**

El régimen de temperatura registrado durante el periodo de cultivo afecta significativamente el desarrollo y productividad del cultivo de chile por lo que es importante el manejo de la temperatura dentro del invernadero a fin de tratar de mantener las condiciones óptimas de crecimiento y desarrollo del cultivo (Tesi *et al.*, 1985).



Figura 11. Monitoreo de temperatura y humedad relativa durante el desarrollo de la plántula.

Chávez (2001), menciona que se debe tratar de mantener una temperatura constante en el invernadero de 18 a 22° C en el día y de 12 a 16° C durante la noche. Por su parte Muñoz (2003), recomienda una temperatura de 22 a 28 ° C en el día y de 16 a 18°C por la noche; este autor también menciona que la temperatura del sustrato debe ser de 15 a 20 °C y la humedad relativa de 75%.

La temperatura óptima para el desarrollo de la plántula es entre 18 y 24 °C (Lorenz and Maynard, 1980), por lo cual se recomienda mantener la temperatura del invernadero dentro de ese rango. Durante el desarrollo de la plántula se pueden presentar heladas, por lo que es necesario contar con un sistema de calefacción, para mantener la temperatura en condiciones óptimas; para el control de altas temperaturas que se registran normalmente después del medio día, se debe ventilar el invernadero cuando la temperatura este por llegar a su límite superior requerido. Para disminuir el consumo de energía por concepto de calefacción, se recomienda guardar aire caliente durante la tarde, al cerrar el invernadero cuando la temperatura empiece a descender.

Si la temperatura se encuentra arriba de los 35 °C, se recomienda tirar agua sobre el piso, levantar cortinas y ventanas. Si la temperatura está por debajo de lo recomendado no pasa nada, tendría que bajar hasta 10 °C para que sufra daño, si esto sucede se sube la temperatura por medio de la calefacción. Cuando la humedad relativa se encuentre debajo del 50% la plántula puede

sufrir una deshidratación y para corregir tirar agua sobre el piso, pulverizar agua en el ambiente, ventilando y sombreando; cuando la humedad relativa se encuentra por arriba del 75% se reduce la transpiración, disminuye su crecimiento y se producen enfermedades. Para reducir estos problemas es necesario encender ventiladores, aumentar la temperatura y evitar el exceso de humedad en el suelo.

### **Prevención de enfermedades.**

En el almáxico tradicional o en invernadero se reúnen condiciones altamente favorables para el desarrollo de epidemias. Por un lado, en una superficie reducida existe una alta población de plantas que en la mayoría de los casos es susceptible a enfermedades como el ahogamiento, mancha bacteriana y virosis. Además se proporcionan condiciones ambientales excelentes a las plántulas que pueden llegar a ser favorables también para el desarrollo de enfermedades. Cualquier factor que altere el equilibrio entre el desarrollo de la plántula y las condiciones del medio ambiente conducirá a la aparición de enfermedades que reducirán la calidad fitosanitaria del producto.

En Zacatecas la principal enfermedad de las plántulas de chile es el ahogamiento o damping-off. Esta enfermedad es causada por varios hongos que viven en el suelo o en la semilla; los más frecuentemente aislados son *Rhizoctonia* spp, *Fusarium* spp y *Pythium* spp (Velásquez y Amador, 2009) aunque es posible se puedan encontrar otros patógenos.

El ahogamiento puede presentarse en las etapas de preemergencia o postemergencia de la semilla: en la primera etapa la semilla alcanza a emitir un pequeño tallo que al ser infectado toma una coloración café oscura y muere rápidamente. Después de que el resto de las plántulas no afectadas emergen se observan manchones circulares sin plántulas a causa de la enfermedad (Figura 12).



Figura 12. Manchón de plantas muertas por ahogamiento en preemergencia y postemergencia en un almácigo tradicional de Chile.

Cuando la enfermedad se presenta en postemergencia las hojas de las plántulas pierden turgencia y posteriormente toda la plántula se marchita y muere; en el cuello de la plántula se puede observar un estrangulamiento característico de una coloración rojiza u oscura (Figura 12).

## **Manejo de enfermedades**

Las prácticas generales de manejo para prevenir enfermedades son: uso de semilla sana, desinfección de semilla, desinfección de charolas usadas, sustrato desinfectado, manejo del agua y manejo del ambiente del invernadero (temperatura, humedad relativa).

El ahogamiento de plántulas de chile puede manejarse en forma preventiva para lo cual se sugiere:

- 1) Utilizar semilla proveniente de plantas y frutos sanos y características agronómicas deseables. La selección de plantas y frutos debe llevarse a cabo cuando aún se encuentren en el campo.
- 2) La semilla obtenida en las condiciones anteriores debe desinfectarse con algún fungicida como el Captan en dosis de cuatro gramos por kilogramo de semilla.
- 3) Se debe asegurar que el sustrato empleado en las charolas está debidamente esterilizado (consultar la etiqueta del producto). Se deben rechazar los contenedores que no estén perfectamente cerrados o que presenten hoyos o rasgaduras.
- 4) Se sugiere evitar los riegos pesados que proporcionaran las condiciones ambientales óptimas para que se presente la enfermedad.

Cuando la enfermedad se presenta en el invernadero se recomienda:

- 1) Eliminar cualquier exceso de humedad; Las charolas donde se observen plantas enfermas se pueden separar y exponerlas al sol en un lugar ventilado para propiciar que desaparezca el exceso de humedad.
- 2) Las plantas muertas pueden eliminarse de las charolas pero no intentar sembrar de nuevo ya que probablemente haya quedado inoculo en el suelo que se adhiere a la celda.
- 3) Si se desea se puede aplicar un fungicida en las charolas donde la restricción de humedad y ventilación no consigan detener el avance de la enfermedad. Los fungicidas recomendados son el Captan (1 – 2 g / litro de agua) o el Propamocarb (1.2 – 2.0 ml/litro de agua). Generalmente una aplicación de cualquiera de estos productos es suficiente para detener la enfermedad, especialmente si se mantiene el control de la humedad.

### **Tiempo de obtención de plántula.**

Aún cuando los estándares de calidad de la plántula son usualmente definidos por cada productor de acuerdo a sus preferencias, una plántula de calidad, lista para el trasplante, se distingue por presentar tallos vigorosos, altura de siete a 12 cm, sin amarillamiento o clorosis, con buen desarrollo radical y libre de

plagas y enfermedades; además, una vez trasplantada debe tolerar los efectos del medio ambiente y lograr su arraigo, desarrollo y fructificación de manera adecuada. La plántula estará lista cuando tenga de 3 a 4 pares de hojas verdaderas y una altura entre 10 y 12 cm lo cual se logra entre 40 y 50 días después de la siembra (figura 13); aún cuando se logra un arraigo adecuado de la plántula en el campo, se ha demostrado que cuando se trasplanta a los 35 días de edad, el rendimiento se ve disminuido significativamente (Montaño-Mata y Núñez, 2003 2003).



Figura 13. Plántula con cuatro pares de hojas, lista para el trasplante.

## LITERATURA CITADA

Abad B., M., P. Noguera M. y C. Carrión B. 2005. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In FERTIRRIGACION cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3ª. Edición. Ediciones Mundiprensa, España.

Acosta-Durán C.M., J. Vargas-Araujo, T. Rodríguez –Rojas, I. Alia-Tejagal, M. Andrade-Rodríguez y O. Villegas-Torres. 2005. Efecto de la mezcla de materiales en las propiedades químicas del sustrato. XI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Chihuahua, México. p. 28

Bravo L. A. G., B. Cabañas C.; J. Mena C.; R. Velásquez V.; S. Rubio D.; F. Mojarro D. y G. Medina G. 2002. Guía para la producción de chile seco en el altiplano de Zacatecas. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Calera de V. R., Zac. México. Publicación Técnica Núm. 1. 38p.

Carrasco S., G. A. 2004. Semilleros en sistema flotante. *In* Tratado de cultivo sin suelo. Ediciones Mundiprensa. España. p. 573-586

Castañeda, F. 2001. Manual Técnico de Hidroponía Popular (Cultivos sin tierra). Versión electrónica INCAP, Guatemala. 60p. In: <http://www.bvssan.incap.org.gt/> consultada en línea el 16 de marzo de 2005.

Castañeda V., L. R. 1983. Almacigos o semilleros protegidos con materiales plásticos. *In* Memorias El uso de los plásticos en la agricultura. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. México. p. 111-148.

Chávez, S., N. 2001. Producción de plántula de hortalizas en invernadero.. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Delicias. México. Folleto Técnico Num. 7

Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. 2008. Especificaciones técnicas de buenas prácticas agrícolas. Cultivo de hortalizas. [http://www.buenaspracticas.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=45&Itemid=120#IV](http://www.buenaspracticas.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=45&Itemid=120#IV). MANEJO DE ALMÁCIGOS. Consultado en línea el 20 de noviembre de 2009.

- De León G., J. J.; Bravo L., A. G.; Lara H., A.; Luna F., M.; Lozano G., J.; Avelar M., J. J. y España L., M. P. 2009. Evaluación de enraizadores de plántulas de chile. Sexta Convención Mundial de chile, Mérida Yucatán México. 269-274.
- Delgado M., A. 2004. Nitrógeno en la producción de plántulas de chile y su efecto después del trasplante. Tesis licenciatura. Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, México 54p.
- Evans, M.R. and M. Gachukia. 2004. Fresh parboiled rice hulls serve as an alternative to perlite in greenhouse crop substrates. HortScience: 39(2):232-235.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2004. Manual Hot pepper seed and crop production in the Bahamas. Roma, Italia, 39 p.
- Flynn, R.; Phillips, R.; Ulery, A.; Kochevar, R.; Liess, L. and Villa, M. 2002. Chile seed germination as affected by temperature and salinity. New Mexico chile task force, Report 2. [www.chiletaskforce.org](http://www.chiletaskforce.org). consultada en línea el 7 de mayo de 2005.
- Gooden, D. T. and J. W. Rideout. 2005. Greenhouse seedling production recommendations. *In* South Carolina tobacco

- growers guide 2006. NSCU. <http://www.clemson.edu> consultada en línea el 8 de febrero de 2006.
- Guerrero R., J. C. 2002. Control de enfermedades en invernadero. *In Séptimo seminario de horticultura, resultados de investigación. Vol. 10. Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Son. México. p. 30-35.*
- Guerrero, J.C.; Zamora, E. y S. Ayala. 2005. Producción orgánica de plántulas de chile ( *Capsicum annuum* L.) utilizando vermicomposta como complemento de nutrientes en seis sustratos. Segunda convención mundial del chile, Zacatecas México. p. 157.
- Gülser, F.; Türkmen, O.; Yasar, F. and Kabay, T. 1999. Effects of different growing media and application of various nitrogen and phosphorus doses on the nutrient uptake of pepper seedling. En [http://www.toprak.org.tr/isd\\_86.htm](http://www.toprak.org.tr/isd_86.htm) , consultada en línea el 12 de mayo de 2005.
- Hochmuth, G. J. 2001. Irrigation of greenhouse vegetables-Florida greenhouse vegetable production handbook, Vol 3. University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>; Consultada en línea el 29 de mayo de 2005.

- Ingram D.L., Henley R. W. and T. H. Yeager. 2003. Growth media for container grown ornamental plants. University of Florida, IFAS Extension. <http://edis.ifas.ufl.edu> consultada en línea el 2 de agosto de 2004.
- INIFAP. 2005. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola, área de influencia del Campo Experimental Valle del Guadiana. Tercera Edición. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Valle del Guadiana. 74p.
- Lardizabal R. 2002. Manejo de semilleros en bandejas. IDEA Boletín técnico # 4. 6p. <http://www.elsalvadorag.org/> consultada en línea el 16 de abril de 2005.
- Lorenz A.A. and D.N. Maynard. 1980. Knott's handbook for vegetable growers. John Wiley and sons, Wiley, Interscience Publication N.Y., U.S.A. 408 p.
- Macías R., H.; E. Romero F. Y J. Martínez S. 2003. Invernaderos de plástico. p. 129-164. In: Agricultura Protegida. INIFAP CENID RASPA Gómez Palacio, Dgo., México.
- Macías R., H.; J.A. Muñoz V.; M. A. Velazquez V.; A. Vega P.; I. Sánchez C.; Y. I. Chew M. 2007. Producción de plántula de chile (*Capsicum annum* L.) libre de virus en

- invernadero en la región lagunera. p. 8, In: Agricultura Protegida. INIFAP CENID RASPA Gómez Palacio, Dgo., México.
- Maynard D. N. And Hochmuth G. J. 2007. Knott's Handbook for vegetable growers. Fifth edition. John Wiley and sons Inc. N.Y., U.S.A. 621p.
- Mojarro D. F., A. B. Lozano, B. Cabañas C. and M. D. Amador R. 2004. Cultivars tolerance of red chile to root rot: response to high levels of soil moisture. *In* First world pepper convention. 158-164.
- Montaño-Mata, N. J. y J. C. Nuñez. 2003. Evaluación del efecto de la edad de trasplante sobre el rendimiento de tres selecciones de ají dulce *Capsicum chinensis* Jacq. En Jusepín, estado de Monagas. Rev. Fac. Agron (LUZ) 20:144-155. Venezuela. <http://www.revfacagronluz.org.ve> consultada en línea el 18 de diciembre de 2005.
- Muñoz R., J. J. 2003. La producción de plántula en invernadero. *In* Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. Celaya, Guanajuato, México. p 207-230.
- Pasian, C. C. 1997. Physical characteristics of growing mixes. <http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/1000/1251.htm>. Consultada en línea el 30 de abril de 2004.

Preciado R., P., Baca, C. G., Tirado, T.J., Kohashi, S.J., Tijerina C.L., y Martínez G.A. 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. *Terra* (20):3, 267-276.

Preciado R. P., M. A. Segura C., A. Lara H. y M. Andrade H. 2005. Crecimiento de plántulas de chile jalapeño por efecto del nitrógeno y el fósforo en la solución nutritiva. Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas México. p 179-183.

Reveles H., M. 2005. Apuntes del curso producción de plántula en invernadero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. México. Documento de trabajo, 6 p.

Reveles H., M.; Velásquez V., R. y Pérez G., J.L. 2009. Efecto de la fertilización en la acumulación de materia seca en plántulas de chile mirasol. Sexta Convención Mundial de Chile, Mérida Yucatán, México. 258-262.

Samaiego-Cruz, E.; Quezada-Martin, M. R.; De la Rosa-Ibarra, M.; Munguía-López, J.; Benavides\_Mendoza, A. y L. Ibarra-Jiménez. 2002. Producción de plántula de tomate y pimiento en cubiertas de polietileno reflejante para

- disminuir la temperatura en invernadero. *Agrociencia* (36):3, 305-318.
- Sánchez C., I.; M. M. Villa C. y C. Maeda M. 2003. Propiedades generales de los materiales plásticos. p 11-30 in *Agricultura Protegida*. INIFAP CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo., México.
- Tesi, R., E. Moschini and F. Malorgio. 1985. Influence of thermic regime and cultivar factor on production pepper and egg-plant in greenhouse. In: *Capsicum newsletter N.4*. Institute of Plant Breeding and Seed production. Italy. 92 p.
- Urestarazu G., M. 2004. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. *In Tratado de cultivo sin suelo*. Ediciones Mundiprensa. España. p. 1-158.
- Varela F., A. ; Lara H., A.; Avelar M., J. J.; Llamas LI., J. J.; Preciado R., P. y L.H. Zelaya de S. 2005. Lombricompostas en la producción de plantulas de chile en invernadero. Segunda convención mundial del chile, Zacatecas, México. p. 169-175.
- Vavrina, Ch. S. 2002. An introduction to the production of containerized vegetable trasplants. Fact Sheet HS849 Horticultural Sciences Departament, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural

- Sciences, University of Florida. 17p.  
<http://edis.ifas.ufl.edu/>. Consultado en línea el 11 de mayo de 2005.
- Velásquez, V. R. y Amador, R. M. D. 2009. Enfermedades bióticas del ajo y chile en Aguascalientes y Zacatecas. Libro Técnico No. 9. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 181 p.
- Waterer, D., J. Bantle and P. Hagel. 2004. Impact of transplant age and cell size on cabbage performance. Vegetable cultivar and cultural trials. University of Saskatchewan. Canada.  
<http://www.usask.ca> consultada en línea el 12 de enero de 2006.

**En el proceso editorial de esta publicación colaboraron:**

**Revisión Técnica y Edición**

M.C. Jesús López Hernández

Dr. José Ángel Prieto Ruiz

Diseño de portada e interiores

L.C. y T. C. Diana Sánchez Montaña

**Grupo Colegiado del CEVAG**

Presidente: Dr. Francisco Javier González González

Secretario: M.C. Andrés Quiñones Chávez

Vocales: M. C. Evenor I. Cuellar Robles

M. C. Arnulfo Pajarito Ravelero

Dr. José Ángel Prieto Ruiz

M. C. Carmen Leticia Mar Tovar

Tiraje 500 ejemplares

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de febrero de 2010 en la Imprenta Mejía, Calle Luis Moya Núm. 622, C.P. 98500, Calera, Zac., México.  
Teléfono (478) 98 5 22 13

**Folleto Técnico Num. 41, Febrero de 2010**

**CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DEL GUADIANA**

Km. 4.5 Carretera Durango-El Mezquital

Durango, Dgo.

Apdo. Postal. 186, Durango, Dgo.

CP 34170

Tel/Fax. (618) 826 0426, 826 0433, 826 04 35

## CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

M.C. Agustín F. Rumayor Rodríguez ..... Dir. de Coordinación y Vinculación

### PERSONAL INVESTIGADOR

Dr. Alfonso Serna Pérez ..... Suelo y Agua  
M.C. Blanca I. Sánchez Toledano ..... Socioeconomía  
M.C. Enrique Medina Martínez ..... Maíz y Fríjol  
M.C. Francisco Rubio Aguirre ..... Pastizales y Forrajes  
Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez ..... Suelo y Agua  
Dr. Guillermo Medina García ..... Modelaje  
Dr. Jaime Mena Covarrubias ..... Sanidad Vegetal  
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez ..... Frutales Caducifolios  
M.V.Z. Juan Carlos López García ..... Caprinos-ovinos  
I.T.A. Juan José Figueroa González ..... Fríjol  
Dr. Luis Roberto Reveles Torres ..... Recursos genéticos  
M.C. Ma. Dolores Alvarado Nava ..... Valor Agregado  
Ing. Ma. Guadalupe Zacatenco González ..... Frutales Caducifolios  
Ing. Manuel Reveles Hernández ..... Hortalizas  
MC. Manuel de Jesús Flores Nájera ..... Ovinos-Caprinos  
Dr. Mario Domingo Amador Ramírez ..... Sanidad Vegetal  
Dr. Miguel Ángel Flores Ortiz ..... Pastizales y Forrajes  
Ing. Miguel Servin Palestina ..... Suelo y Agua  
M.C. Nadiezhda Y. Z. Ramírez Cabral ..... Modelaje  
Dr. Ramón Gutiérrez Luna ..... Pastizales y Forrajes  
Ing. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez ..... Bioenergéticos  
Dr. Rodolfo Velásquez Valle ..... Sanidad Vegetal  
M.C. Román Zandate Hernández ..... Frijol

