

Adelanto de cosecha e incremento de rendimiento en chile tipo “ancho” mediante trasplante de plántulas de edad avanzada

Manuel Antonio Galindo Reyes, Manuel Reveles Hernández, Erick Baltazar Brenes y Luis Martín Macías Valdez



**GOBIERNO
FEDERAL**

SAGARPA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Pabellón
Pabellón de Arteaga, Ags. Octubre de 2011
Folleto Técnico No. 43 ISBN: 978-607-425-631-4



Vivir Mejor

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

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez.
Subsecretario de Desarrollo Rural

MSC. Mariano Ruíz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ernesto Fernández Arias
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

MC. Jesús Antonio Berúmen Preciado
Oficial Mayor

COORDINACIÓN GENERAL DE GANADERÍA

Dr. Everardo González Padilla
Coordinador General

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

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

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

Msc. Arturo Cruz Vázquez
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

Dr. Alfonso Peña Ramos
Director de Coordinación y Vinculación en Aguascalientes

**Adelanto de cosecha e incremento de
rendimiento en chile tipo “ancho”
mediante trasplante de plántulas de
edad avanzada**

Dr. Manuel Antonio Galindo Reyes

Investigador del Campo Experimental Pabellón

M.C. Manuel Reveles Hernández

Investigador del Campo Experimental Zacatecas

M.C. Erick Baltazar Brenes

Investigador del Campo Experimental Pabellón, hasta marzo de
2011

M.C. Luis Martín Macías Valdez

Investigador del Campo Experimental Pabellón

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centro de Investigación Regional Norte Centro

Campo Experimental Pabellón

Pabellón de Arteaga, Ags. México.

Octubre de 2011

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán, C. P. 04010 México D. F. Teléfono (55) 3871-
8700

**Adelanto de cosecha e incremento de rendimiento en
chile tipo “ancho” mediante trasplante de plántulas de
edad avanzada**

ISBN: 978-607-425-631-4

Primera Edición 2011
Impreso en México

Campo Experimental Pabellón
Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5
Pabellón de Arteaga, Ags.
Tel: (465) 9580167
Correo Electrónico: aguascalientes@inifap.gob.mx

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 u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la Institución.

Contenido

Introducción	1
Antecedentes	2
Proceso de producción y trasplante en campo de plántula de edad avanzada	3
Etapa de invernadero	3
Etapa de campo	6
Análisis de la información	8
Evaluación agronómica de la plántula de edad avanzada .	8
Etapa de invernadero	8
Etapa de campo	12
Evaluación económica de la plántula de edad avanzada ...	15
Etapa de invernadero	15
Etapa de campo	17
Recomendaciones	19
Agradecimientos	19
Literatura citada	20

INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annuum* L.) es la principal hortaliza en México, ya que se cultiva en aproximadamente 150 mil hectáreas. En el estado de Zacatecas se establecen en riego más de 37 mil hectáreas de chile que corresponden al 25% de la superficie nacional; lo cual aporta el 35 % del valor total del sector agrícola (SIAP, 2008). El cultivo de chile requiere más de 150 jornales directos por hectárea y muchos más en postcosecha, como en el proceso de deshidratación, de selección y de empaque (Bravo *et al.*, 2006). En zacatecas, se ha determinado que los productores aplican una lámina de riego alta por ciclo del cultivo, ya que fluctúa desde 400 hasta a 550 mm (Delgado y Lara, 2001).

Para hacer un uso eficiente del agua existen diferentes tecnologías como: sistemas de riego por goteo, riego deficitario, acolchados, genotipos tolerantes a sequía y reducción del ciclo del cultivo en el campo. Esta última práctica es de gran importancia porque ayuda a ahorrar agua, fertilizantes, plaguicidas y mano de obra, debido a que el cultivo permanece por menos tiempo en campo.

El adelanto de la cosecha y la reducción del tiempo del cultivo en campo, se puede lograr mediante el cultivo en invernadero y macrotúneles, o con el uso de acolchados plásticos (Luján y Quiñones, 2009). Otra opción es trasplantar plántulas de edad avanzada provenientes de invernadero. Vavrina (1998) indica que las plántulas de chile con más edad generalmente producen frutos más temprano en comparación con las plántulas más jóvenes, sin afectar el rendimiento, pero las plántulas con menos edad tardarán más tiempo en llegar a la época de cosecha. La técnica de trasplante de plántulas de edad avanzada, es una práctica sencilla que permite el ahorro de insumos debido a que el cultivo permanecerá menos tiempo en campo, manteniendo el rendimiento y la calidad de fruto.

El objetivo del presente folleto es dar a conocer los resultados sobre la producción de plántulas de chile tipo “Ancho” de edad avanzada y su efecto en el rendimiento y calidad de fruto.

ANTECEDENTES

La plántula de chile tradicional se trasplanta cuando alcanza entre 30 y 60 días después de la siembra y una edad fisiológica entre cuatro y seis hojas verdaderas. Además, se requiere que dicha plántula sea vigorosa, presente crecimiento activo y tenga una altura entre 10 y 15 cm (Dufault, 1998; Montaña-Mata y Núñez, 2003). En cambio, en la plántula de edad avanzada, el requisito principal es tener más de seis hojas verdaderas expandidas, sin la presencia de flores abiertas y de frutos, deben de contar con una altura entre 15 y 20 cm, ser vigorosas, con buen desarrollo radical y sobre todo con una gran cantidad de reservas, para continuar el crecimiento inmediatamente después del trasplante.

La plántula de edad avanzada afecta el desarrollo del cultivo en campo, el rendimiento y la calidad de fruto. Cuando se trasplantan plántulas muy jóvenes el estrés por esta práctica es mínimo; en cambio, cuando se emplean plántulas con edad avanzada, pueden sufrir más estrés, pero presentan una etapa fisiológica en la cual el crecimiento generativo predomina sobre el crecimiento vegetativo. Por ello, la floración prematura en las plántulas con edad avanzada provoca formación y maduración de frutos más rápido, aunque puede haber rendimientos más bajos debido a que las plantas quedarán de menor tamaño (Schrader, 2000). Naz y colaboradores (2006) evaluaron plántulas de chile de 40, 50, 60, 70 y 80 días de edad al momento del trasplante y encontraron que las plántulas de 80 días florecieron a los 32 días después del trasplante; en cambio, las plántulas de 40 días, florecieron a los 60 días; es decir, la

floración se adelantó un mes. En el caso del rendimiento, Montaña-Mata y Núñez (2003) trabajaron con plántulas de pimiento de 35, 40, 45 y 50 días de edad y determinaron que las plántulas entre 40 y 50 días produjeron el rendimiento más alto pero con frutos más pequeños.

En Chile tipo 'Mirasol', Galindo-Reyes *et al.* (2004) observaron que el trasplante de plántulas con 15 hojas produjeron mayor rendimiento por planta y calidad de fruto, y tuvieron un adelanto significativo de 21 días en la cosecha comparado con plántulas de 12 hojas.

Otra ventaja del uso de la plántula de edad avanzada es que reduce significativamente la incidencia y la severidad de la pudrición de raíz causada por *Phytophthora capsici* Leo, ya plantas con cuatro semanas de edad presentaron 81% pudrición de raíz y plantas con 12 semanas de edad sólo mostraron 5% (Odebode y Shehu, 2001).

PROCESO DE PRODUCCIÓN Y TRASPLANTE EN CAMPO DE PLÁNTULA DE EDAD AVANZADA

Para generar la presente tecnología se estableció un experimento en condiciones de invernadero y otro en condiciones de campo, para evaluar el efecto de la edad de la plántula al trasplante, sobre el rendimiento y calidad de fruto, y en la rentabilidad.

Etapas de invernadero

El primer experimento se realizó en un invernadero con dimensiones de 10 x 27 m, con altura de cuatro metros, tipo túnel,

con cubierta de polietileno transparente, ventilación lateral y equipado con calefacción (Figura 1). Dicho invernadero se encuentra en terrenos del Campo Experimental Zacatecas perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, que se localiza en el municipio de Calera, Zac., México; a 22° 54' LN, y a 102° 29' LO y a una altura sobre el nivel del mar de 2,198 m.



Figura 1. Invernadero para la producción de plántulas de chile.

El material genético que se utilizó fue chile “Ancho” híbrido 447-282-12 de la empresa Edena[®], para lo cual se establecieron cuatro fechas de siembra (1° y 15 de febrero y 1° y 15 de marzo de 2010), que correspondieron a edades de: 60, 75, 90 y 105 días después de la siembra para el trasplante. Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro tratamientos (edades de plántula) y con tres repeticiones. La unidad experimental fue una charola de plántulas.

Las semillas se sembraron en charolas de unicel de 338 cavidades (15 mL por cavidad), usando un sustrato comercial de textura fina a

base de turba (Sunshine número 3®), el cual se humedeció para llenar las charolas al ras. Después se realizó la siembra colocando una semilla por cavidad y se tapó la semilla con el mismo sustrato. Posteriormente se regaron, estibarón y envolvieron con plástico negro por seis días para acelerar y uniformar su germinación en el invernadero, una vez que las plántulas emergieron se distribuyeron las charolas sobre bancales a una altura de 0.80 m sobre el nivel del piso del invernadero.

El riego se suministró a partir de la colocación de las charolas sobre los bancales; en tanto que la fertilización se inició una vez que apareció el primer par de hojas verdaderas, aplicando una solución con 320, 640, 320 miligramos por litro de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) en el agua de riego; lo cual equivale a aplicar 0.31, 1.22, 0.69 gramos por litro agua de fosfonitrato, MAP y nitrato de potasio, respectivamente.

Considerando que para plantar una hectárea se necesitan 115 charolas de 338 cavidades se requirieron aproximadamente 40 litros de agua, en los cuales se disolvieron 12.6, 48.8 y 27.8 gramos de fosfonitrato, MAP y nitrato de potasio, respectivamente. La solución anterior se aplicó dos veces por semana y se suministró usando una regadera manual, dirigiendo la descarga al follaje de las plántulas, inmediatamente después se dio un riego de lavado para que la solución bajara al sustrato y así evitar toxicidad en las hojas. Cuando las plántulas tenían 60, 75, 90 y 105 días después de la siembra se tomaron 10 plantas al azar por repetición a las cuales se les midió la altura total, longitud de raíces y el número de hojas verdaderas. Las plantas medidas se separaron en sus diferentes órganos y se secaron en una estufa eléctrica a 60 °C hasta que alcanzaron peso constante, para determinar la materia seca total.

Etapas de campo

El cultivo se estableció en un suelo con textura franco-arenosa y contenido de materia orgánica de 1.3%; con un pH de 7.5, conductividad eléctrica de 1.39 dS/m y concentración nutrimental total de 12.7, 160.0, 721.4, 420.0 y 3.1 mg/kg de fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, respectivamente.

El suelo se preparó de la forma convencional, un barbecho, dos pasos de rastra, formación de camas y acolchado con plástico. Las camas se hicieron de 1.5 m de ancho y 0.40 m de alto o más, el lomo del bordo se acolchó con plástico color plata/negro de calibre 90 de espesor, con perforaciones a doble hilera, con una distancia entre hileras de 0.30 m y entre perforaciones dentro de hilera de 0.35 m. Debajo del plástico se colocó una línea de cintilla de riego, de calibre 6,000, de flujo medio, con goteros separados a 0.30 m y se operó a una presión de 10 psi (Figura 2).

Las plántulas tenían 60, 75, 90 y 100 105 días de edad, cuando se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental fue de cuatro camas de seis metros de largo y la parcela útil fueron las dos camas centrales.

En el trasplante se aplicó un riego de seis horas con el propósito de formar un bulbo de humedad en el suelo y facilitar la colocación de la plántula. Para el manejo del riego se instalaron sensores de humedad Watermark[®] a una distancia de 0.15 m de la cintilla de riego y a 0.15 m del gotero, a una profundidad de 0.30 m, se aplicó el riego cuando la lectura del sensor en el suelo alcanzó aproximadamente 15 cbar.

El cultivo se fertilizó mediante el agua de riego con la dosis 200-75-100 de NPK . La mitad del fósforo se aplicó a las tres semanas y la

otra mitad a las nueve semanas después del trasplante. El nitrógeno y el potasio se suministraron de acuerdo con la etapa fenológica (Bravo y Mojarro, 2006).



Figura 2. Cultivo de chile tipo “Ancho” recién establecido en acolchado y con fertirriego.

Para contrarrestar el ataque de larvas en el cultivo se hizo una aplicación de *Bacillus thuringiensis* un mes después del trasplante a una dosis de 1.0 kg/ha. Para prevenir la “secadera” se aplicó, en dos ocasiones, el fungida Propamocarp a una dosis de 1.0 L/ha, el cual se dirigió a la base del tallo. En el caso de enfermedades foliares, se asperjó durante una ocasión Oxiclورو de Cobre a razón de 2.0 kg/ha para controlar el ataque de bacterias en las hojas del cultivo; también, se hizo una aplicación del fungicida Myclobutanil a las plantas de las dos últimas fechas de trasplante a dosis de 150 g/ha contra la cenicilla. Para mantener el cultivo de chile limpio de

maleza fue necesario hacer tres deshierbes en forma manual y dos pasos de cultivadora entre cama y cama.

Al final de la cosecha se midió la altura y diámetro de la planta; se registró el volumen de agua aplicado en m³/ha y se cuantificaron los días transcurridos desde trasplante hasta inicios de cosecha. También, se cuantificó el rendimiento comercial, no comercial y total de cada tratamiento.

Análisis de la información

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza en un diseño en bloques completos al azar, con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002). Los promedios de tratamientos de cada variable de respuesta se compararon mediante la diferencia mínima significativa (DMS). Finalmente se hizo un análisis económico para determinar el costo-beneficio de la tecnología.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA PLÁNTULA DE EDAD AVANZADA

Etapas de invernadero

En invernadero se encontró que la edad modificó la altura del tallo y el número de hojas de las plántulas de chile. No obstante, longitud de raíz permaneció sin cambios (Cuadro 1); esto significa que la longitud de la raíz no depende de la edad de la plántula, sino del volumen de la cavidad en las charolas.

Las plántulas con 90 y con 105 días de edad superaron significativamente con más de cuatro centímetros de altura a las plántulas con 60 y 75 días (Cuadro 1). Esta respuesta se debió a que

la altura de las plántulas de chile se incrementa con la edad, lo cual es más notorio antes de que la planta exprese la primera floración (Naz *et al.*, 2006).

Cuadro 1. Longitud de raíz, altura de tallo y número de la plántula en chile tipo “Ancho” genotipo 447-282-12 en función de la edad.

Edad (días)	Longitud (cm)		Número de hojas
	Raíz	Tallo	
60	11.1 a	11.1 b	6.3 b
75	10.9 a	11.3 b	6.5 b
90	10.8 a	16.4 a	8.0 a
105	11.1 a	15.7 a	8.2 a
DMS	2.2	3.2	0.4
CV (%)	10.3	12.3	4.6

DMS= diferencia mínima significativa; CV= coeficiente de variación. Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

El número de hojas verdaderas expandidas refleja la edad y el estado fenológico de las plántulas; en otras palabras, que tan madura es una plántula. En este estudio, las plántulas con 90 y con 105 días de edad tuvieron dos hojas verdaderas más que las plántulas con 60 y 75 días; las primeras tuvieron ocho hojas comparado con seis hojas de las otras (Cuadro 1 y Figura 3). Estos resultados coinciden con los de Motaño-Mata y Nuñez (2003), ya que encontraron que plantas de 35 y de 50 días de edad contaban con seis y con nueve hojas verdaderas, respectivamente.



Figura 3. Plántulas de chile tipo “Ancho” genotipo 447-282-12 de 60 días (izquierda) y de 105 días (derecha) de edad.

La materia seca es una variable que integra la eficiencia de la plántula a varios factores, tales como radiación fotosintéticamente activa, CO₂, agua y fertilizante, entre otros. Las plántulas con 90 y con 105 días de edad acumularon más materia seca en raíz, tallo y hoja; mientras que las plántulas con 60 días de edad acumularon menos. Por otra parte, se observó que la hoja acumuló más de 37 % de materia seca que lo otros órganos en plántulas con 90 y 105 días (Cuadro 2).

La acumulación de materia seca por la plántula completa se incrementó con la edad hasta llegar a un máximo de 420 mg alrededor de los 95 días y de ahí disminuyó ligeramente (Figura 4). En pimiento se encontró un comportamiento similar, ya que desde

los 32 hasta los 60 días después de siembra las plántulas acumularon biomasa de manera acelerada; plántulas con 32 días tenían 43.6 mg de biomasa y plántulas con 60 días presentaron 584.2 mg de materia seca, esto significa un aumento de más de diez veces en un mes (Samaniego-Cruz *et al.*, 2002).

Cuadro 2. Materia seca de tres órganos de chile tipo “Ancho” genotipo 447-282-12 en función de la edad de plántula.

Edad (días)	Materia seca (mg)		
	Raíz	Tallo	Hoja
60	50.0 c	30.0 c	46.6 c
75	93.3 b	70.0 b	96.6 b
90	126.6 a	126.6 a	166.6 a
105	116.6 ab	120.0 a	143.3 a
DMS	25.4	18.2	29.4
CV (%)	9.2	7.4	9.1

DMS= diferencia mínima significativa; CV= coeficiente de variación. Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

En síntesis, las plántulas con 90 y con 105 días de edad tuvieron mayor altura, más hojas y mayor producción de materia seca. Estas características son superiores a las recomendadas por algunos investigadores para plántula de chile de buena calidad (Montaño-Mata y Núñez, 2003; Palomo *et al.*, 2003).

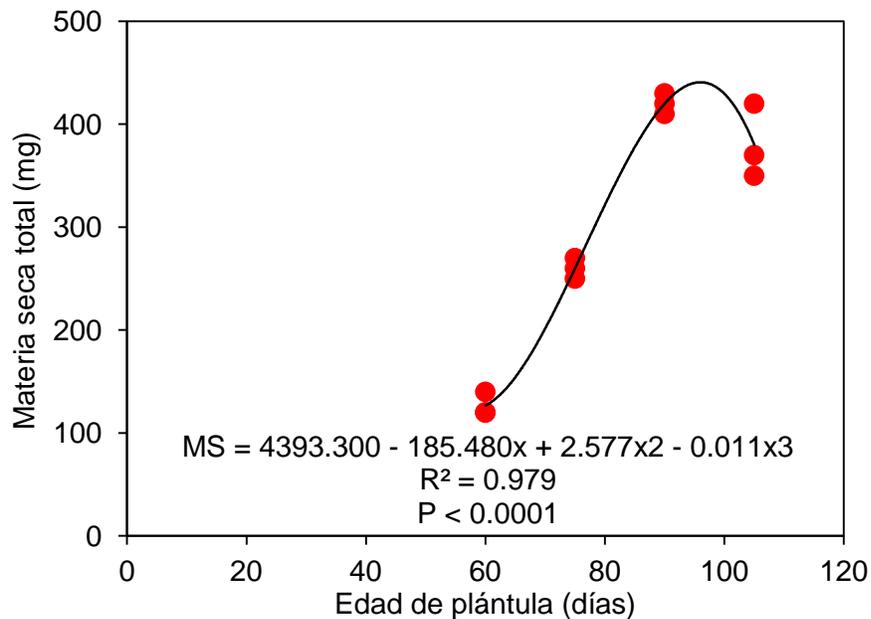


Figura 4. Materia seca total de chile tipo “Ancho” genotipo 447-282-12 en función de la edad de plántula.

Etapa de campo

Las cuatro edades de plántula presentaron diámetro del tallo y altura de la planta similar en el momento de la cosecha (Cuadro 3). Este comportamiento se debe a que las plantas de chile tienen una tasa de crecimiento alta hasta antes de floración, pero después de floración la tasa disminuye y por ello las plantas establecidas con diferente edad en cosecha pueden presentar la misma altura (Motaño-Mata y Nuñez, 2003), incluso las plantas que se establecen con más edad pueden presentar menor altura al momento de cosecha (Naz *et al.*, 2006).

Las plántulas establecidas con 105 días de edad presentaron los primeros frutos para consumo en verde a los 94 días después del trasplante; por el contrario, las plántulas con 60 días de edad

produjeron los primeros frutos para consumo hasta los 107 días después del trasplante, por lo que se obtuvo un adelanto significativo de cosecha de 13 días (Cuadro 3). En un experimento con pimiento dulce se concluyó que plántulas con 80 días de edad florecieron casi un mes antes que plántulas con 40 días (Naz *et al.*, 2006). En otro experimento con chile “Mirasol” con el trasplante de plántulas con 15 nudos se adelantó la cosecha 21 días con relación a las plántulas con 12 nudos (Galindo-Reyes *et al.*, 2004).

Cuadro 3. Diámetro de tallo, altura de planta y días a inicio de madurez de chile tipo “Ancho” genotipo 447-282-12 en función de la edad de plántula.

Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Inicio de cosecha (Días)	Volumen de agua (m ³ /ha)
60	18.8 a	74.0 a	107.2 a	1,740.9
75	20.9 a	76.6 a	105.6 ab	1,698.9
90	21.2 a	71.8 a	103.7 b	1,656.9
105	21.1 a	71.9 a	94.4 c	1,476.1
DMS	4.4	15.9	3.3	
CV (%)	11.6	10.9	3.4	

DMS= diferencia mínima significativa; CV= coeficiente de variación. Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

En esta investigación, las plántulas que se establecieron con 60 días necesitaron 1,740 metros cúbicos de agua de riego por hectárea hasta inicios de cosecha para verdeo, mientras que las plántulas con 105 días de edad requirieron 1,476 metros cúbicos por hectárea. Este resultado indica que las plántulas con 105 días de edad permitieron un ahorro agua de 15% (Cuadro 3). Khah *et al.* (2007) indican que el cultivo de chile de manera comercial en condiciones de riego por goteo requiere por lo menos un volumen de agua aproximado de 5,560 m³ por hectárea. Si se considera la información anterior, en este estudio se aplicó menos de la mitad

del volumen de agua de riego, debido al menor ciclo porque se cosechó en verde.

Los rendimientos comerciales y totales más altos se obtuvieron cuando se trasplantaron plántulas de más de 75 días de edad. A partir de esta edad se incrementó el rendimiento comercial de fruto en más de 42% (Cuadro 4). También, en algunos estudios con pimiento morrón o con chile dulce se encontró que las plántulas más jóvenes presentaron menor rendimiento que las plántulas con mayor edad (McCraw y Greig, 1986; Motaño-Mata y Nuñez, 2003). Por otro lado, el mayor rendimiento no comercial se observó en las plántulas con 60 y con 105 días de edad, esto posiblemente se debió a las condiciones ambientales de temperatura al principio y al final del crecimiento del cultivo.

Cuadro 4. Rendimiento de fruto de chile tipo “Ancho” genotipo 447-282-12 en función de la edad de plántula.

Edad (días)	Rendimiento (toneladas/hectárea)		
	Comercial	No comercial	Total
60	9.3 b	1.4 a	10.8 b
75	15.7 a	1.0 ab	16.7 a
90	13.2 ab	0.4 b	13.7 ab
105	13.3 ab	1.5 a	14.8 ab
DMS	3.9	0.7	4.1
CV (%)	21.3	32.7	21.0

DMS= diferencia mínima significativa; CV= coeficiente de variación. Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PLÁNTULA DE EDAD AVANZADA

Etapa de invernadero

La evaluación económica consistió en calcular los costos de producción por charola de plántula en función de la edad o días en invernadero. Para ello se consideró un invernadero con capacidad para albergar 720 charolas, con una vida útil de 20 años para la estructura y de tres años para la cubierta plástica. Además, se supone que no es exclusivo para la producción de plántula, sino que se aprovecha en otras actividades productivas durante el resto del año. También, se toma en cuenta una vida útil de las charolas de cinco años.

Cuadro 5. Costos de producción (pesos M.N.) por charola de plántula de chile tipo “Ancho” genotipo 447-282-12 en función de la edad.

Concepto	Edad de la plántula o tiempo en invernadero (días)			
	60	75	90	105
Semilla	44.5	44.5	44.5	44.5
Sustrato	9.1	9.1	9.1	9.1
Mano de obra	6.4	7.2	7.9	8.7
Charola	6.4	6.4	6.4	6.4
Gas LP	2.3	3.0	3.8	4.5
Costo de invernadero	2.2	2.8	3.4	3.9
Otros insumos	0.3	0.3	0.3	0.4
Total	71.3	73.3	75.4	77.4

El costo total por charola de plántula para las plántulas de 60 días después de la siembra es de \$71.28, mientras que para las plántulas con 105 días es de \$77.41; en otras palabras, el costo por charola

con 105 días resulta 8.6% más cara que la de 60 días, debido principalmente a la mano de obra y de gas (Cuadro 5). El costo total por charola de plántula se incrementó en \$0.14 por charola por cada día de permanencia en invernadero.

Los costos de charola, sustrato y semilla son iguales para las cuatro fechas de siembra; en cambio, los costos de mano de obra, invernadero, gas y otros insumos varían por el número de días que permanecen las charolas en el invernadero.

En todas las edades, los conceptos más importantes son: la semilla, el sustrato, la mano de obra, y las charolas, que en conjunto representan desde 89% hasta el 93% de la inversión, por ello, se debe asegurar la existencia de una plántula por cavidad para aprovechar al máximo el volumen y el espacio de la charola, para usar menos charolas y menos sustrato por hectárea. El combustible (gas licuado) representa entre el 3% y el 6% del costo total, el cual es imprescindible para mantener la temperatura requerida en la época de presencia de heladas. El costo correspondiente al invernadero y la película plástica representan entre 3% y 5% del costo total, siempre y cuando el importe de la inversión se prorratee por el tiempo que el cultivo permanece en la estructura y ocupándola permanentemente para la producción de otros cultivos. El concepto de otros insumos (agroquímicos y fertilizantes) significa menos del 1% del costo total; sin embargo, es importante contabilizarlos para tener un cálculo preciso al escalar la producción.

Finalmente, para producir plántula para una hectárea de chile (38,000 plántulas) con las edades de 60, 75, 90 y 105 días se requieren aproximadamente de \$8,055, \$8,285, \$8,516, \$8,747, respectivamente.

Etapa de campo

Para la evaluación económica en campo se consideraron los rendimientos comerciales (Cuadro 4), los costos de producción del cultivo (Cuadro 6) y con estos parámetros se calculó la razón costo-beneficio de las cuatro edades de plántula al momento del trasplante (Cuadro 7).

Los costos de producción totales aproximados para producir una hectárea de chile tipo “Ancho” 447-282-12 con las plántulas de 60, 75, 90 y 105 de edad al momento del trasplante fueron de \$45,446, \$47,141, \$44,196 y \$44,660. Cuando se trasplantaron las plántulas con 105 días se ahorraron más de \$786 por hectárea en comparación con las demás edades de plántula (Cuadro 6).

Cuadro 6. Costos de producción (pesos M.N.) de chile tipo “Ancho” genotipo 447-282-12, a partir del establecimiento en campo.

Concepto	Edad de la plántula o tiempo en invernadero (días)			
	60	75	90	105
Preparación del terreno	1,920	1,920	1,920	1,920
Cintilla y acolchado	11,040	11,040	11,040	11,040
Plántula	8,055	8,285	8,516	8,747
Trasplante	4,800	4,800	4,800	4,800
Riegos	2,246	2,246	2,246	2,061
Fertilización	2,379	2,828	3,082	2,707
Deshierbes	5,760	5,760	4,320	4,320
Control fitosanitario	7,394	7,394	6,518	6,518
Cosecha	1,852	2,868	2,354	2,546
Total	45,446	47,141	44,796	44,660

Dentro de los costos de producción totales, los conceptos de preparación del terreno, cintilla y acolchado, y trasplante fueron los mismos en las cuatro edades de plántula, el resto de conceptos varió con la edad. De los conceptos, sobresale el costo de la cintilla y el acolchado con \$11,040, esto representa cerca de 24% del total.

En el caso de la razón costo-beneficio, sólo las plántulas con 75, 90 y 105 días de edad al trasplante tuvieron un beneficio mayor respecto a la inversión; no obstante, las plántulas con 75 días de edad al trasplante tuvieron la mayor (1.49) razón costo-beneficio (Cuadro 7). El valor de razón costo-beneficio de 1.49, significa que por cada peso que se invierte se ganan 49 centavos.

Cuadro 7. Análisis costo-beneficio en chile tipo “Ancho” genotipo 447-282-12 en función de la edad de la plántula.

Concepto	Edad de plántula o tiempo en invernadero (días)			
	60	75	90	105
Rendimiento (toneladas/ha)	9.337	15.701	13.266	13.329
Precio por tonelada (\$)	4,500	4,500	4,500	4,500
Ingreso bruto (\$)	42,017	70,655	59,697	59,981
Costo total de producción (\$)	45,446	47,141	44,796	44,660
Ingreso neto (\$)	-3,429	23,514	14,901	15,321
Razón costo-beneficio	0.92	1.49	1.33	1.34

Las plántulas con 105 días de edad al trasplante, presentaron rendimientos similares, lograron un adelanto de la cosecha de casi dos semanas y con ello un ahorro de agua de riego cerca de 8%, un deshierbe manual y una aplicación de fungicida menos, con relación a las plántulas de 75 y 90 días. Además, se ha visto que los primeros frutos que se cosechan alcanzan precios más altos, por lo que las plántulas con 105 días pueden presentar mejor rentabilidad en un momento dado; no obstante, como a todos los tratamientos se

les aplicó el mismo precio de venta (precio por tonelada), las plántulas con 75 días de edad presentaron el mayor el beneficio costo.

RECOMENDACIONES

Para lograr plántulas de edad avanzada de chile tipo “Ancho” genotipo 447-282-12, de buena calidad y con suficientes reservas se sugiere cultivar las plántulas por más de 90 días en charolas de 338 cavidades, fertilizar con 350 mL de una solución de 320, 640, 320 mg/litro de agua de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O), dos veces por semana.

Para adelantar la cosecha, ahorrar agua de riego, obtener altos rendimientos sin afectar la calidad y lograr una razón beneficio costo mayor de 1.34 en chile tipo “Ancho” genotipo 447-282-12 para verdeo, se recomienda establecer plántulas con 105 días de edad al momento del trasplante.

AGRADECIMIENTOS

La publicación de este folleto se realizó con el apoyo económico aportado por el **Fondo Mixto CONACyT-Gobierno del Estado de Zacatecas** a través del proyecto ZAC-2009-C01-120678. Se agradece ampliamente a estas instituciones los apoyos otorgados para hacer la investigación que sirvió como base para elaborar esta publicación. También, se agradece el apoyo otorgado por el Consejo de Productores de Chile del Estado de Zacatecas. Asimismo, se hace un reconocimiento al Ing. Candelario Serrano Gómez y al MC. Ernesto González Gaona por el apoyo en el manejo sanitario del cultivo en los dos experimentos. Finalmente,

se hace un reconocimiento al personal del Comité Editorial del Campo Experimental Pabellón por la revisión y la aportación de sugerencias con el propósito de mejorar el contenido.

LITERATURA CITADA

- Bravo L., A. G. y F. Mojarro D. 2006. Riego por goteo y fertilización. *In*: Bravo L., A. G., G. Galindo G. y M. D. Amador R. (Eds.) Tecnología de producción de chile seco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico número 5. Calera, Zacatecas, México. pp.61-76.
- Bravo L., A. G., G. Galindo-González y M. D. Amador-Ramírez. 2006. Tecnología de producción de chile seco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico número 5. Calera, Zacatecas, México. 224 p.
- Delgado M., A. y A. Lara H. 2001. Producción de chile (*Capsicum annuum* L.) con cubrimiento plástico del suelo y frecuencia de riego por goteo. Quintas Jornadas de Investigación. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México. 15 p.
- Dufault, R. J. 1998. Vegetable transplant nutrition. *HortTechnology* 8:515-523.
- Galindo-Reyes, M. A., J. A. S. Escalante-Estrada y F. Perdomo-Roldán. 2004. Edad de plántula y poda como alternativa para adelantar la cosecha de chile guajillo 'Mirasol'. *In*: Memorias del XX Congreso Nacional de Fitogenética. Toluca, Estado de México. pp. 217-218.
- Khah, E. M., K. Koukoufikis, A. G. Mavromatis, D. Chachalis y C. K. Goulas. 2007. The effect of different techniques on plant performance and seed quality in relation to fruit maturation

- and storage of different genotypes of pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum* L.). Journal of Food, Agriculture & Environment 5:159-163.
- Luján F., M. y F. J. Quiñones P. 2009. Control cultural de picudo del chile. *In: Manejo integrado de picudo del chile*. Tarango R., S. H. (editor). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Junta Local de Sanidad Vegetal Delicias. Publicación especial No. 15. Memoria del Simposio Nacional. Segunda edición. Ciudad Delicias, Chihuahua, México. pp:40-49.
- McCraw, B. D. and J. K. Greig. 1986. Effect of transplant age and pruning procedure on yield and fruit-set of bell pepper. HortScience 21:430-431.
- Montaño-Mata, N. J. y J. C. Núñez. 2003. Evaluación del efecto de la edad de transplante sobre el rendimiento en tres selecciones de ají dulce *Capsicum chinense* Jacq. En Jusepín, estado Monagas. Revista Facultad de Agronomía (Luz) 20:144-155.
- Naz, S., M. A. Anjum and I. Ahmad. 2006. Growth of chilli (*Capsicum annuum* L.) F1 hybrid sky line-2 in response to different ages of transplants. Journal of Research (Science) 17:91-95.
- Odebode A. C. and K. Shehu. 2001. The effect of plant age and soil amendments on severity of Phytophthora root rot of pepper (*Capsicum annuum* L.) in South Western Nigeria. Archives of Agronomy and Soil Science 47:363-369.
- Palomo, R. M., M. Lujan F., G. Ávila Q. y M. Berzoza M. 2003. Enfermedades radiculares del cultivo del chile (*Capsicum annuum*) y medidas de control. Publicación especial número 11. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Valle de Juárez, Chihuahua. México. 21p.

- Samaniego-Cruz, E., M. R. Quezada-Martín, M. De La Rosa-Ibarra, J. Murguía-López, A. Benavides-Mendoza y L. Ibarra-Jiménez. 2002. Producción de plántulas de tomate y pimiento con cubiertas de polietileno reflejante para disminuir la temperatura en el invernadero. *Agrociencia* 36:305-318.
- SAS. 2002. SAS software version 9.0. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Schrader, W. L. 2000. Using transplants in vegetable production. Publication 8013. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland, California, USA. 7p
- SIAP. 2008. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. En www.siap.gob.mx. Consultado en línea el 19 de julio de 2010.
- Vavrina, C. S. 1998. Transplant production and performance: Transplant age in vegetables crops. *HortTechnology* 8:550-555.

Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



- Sede de Centro de Investigación Regional
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
- Campo Experimental

Comité Editorial del CEPAB

Dr. Guillermo Sánchez Martínez
Dr. José Saúl Padilla Ramírez
Ing. Francisco Javier Robles Escobedo
M.C. Fernando González Castañeda
M.C. Luis Martín Macías Valdez
M.C. María de Jesús Torres Meza

REVISIÓN TÉCNICA
Dr. Alfonso Peña Ramos
M.C. Fernando González Castañeda

FOTOGRAFÍAS
Dr. Manuel Antonio Galindo Reyes

FORMACIÓN
Ing. Francisco Javier Robles Escobedo
Dr. Manuel Antonio Galindo Reyes
M.C. Luis Martín Macías Valdez

CÓDIGO INIFAP
MX-0-310305-11-02-10-09-41

Esta publicación se terminó de imprimir en octubre de 2011
en la imprenta Litográfica Central, S.A. de C.V.
con domicilio en Afrodita No. 309 Col. Las Hadas. CP 20140
Aguascalientes, Ags., México

El tiraje consta de 1,000 ejemplares

Campo Experimental Pabellón

Dr. Alfonso Peña Ramos.....Director de Coordinación y Vinculación

PERSONAL INVESTIGADOR

M.C. Omar Iván Santana Bioenergía
Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja Conservación de Suelo y Agua
Dr. Guillermo Sánchez Martínez Conservación y Protección Forestal
Ing. Francisco Javier Robles Escobedo Difusión Técnica
M.C. Ernesto González Gaona Entomología
Dr. José Saúl Padilla Ramírez Fisiología de Cultivos
Ing. Candelario Serrano Gómez Fitopatología
Dr. Manuel Antonio Galindo Reyes Frutales Caducifolios
M.C. Luis Martín Macías Valdez Hortalizas
Ing. Octavio Benjamín Cisneros Rodríguez Mecanización e Instrumentación
M.C. Marco Antonio Cortés Chamorro Mecanización e Instrumentación
M.C. René Félix Domínguez López Mecanización e Instrumentación
Ing. Francisco Garibaldi Márquez Mecanización e Instrumentación
M.C. Miguel Ángel Perales de la Cruz Nuevas Opciones
M.C. Fernando González Castañeda Nutrición Animal
Dra. Alma Delia Báez González Predicción de Cosechas
Ing. Jorge Alberto Collazo González Predicción de Cosechas
Ing. José Luis Ramos González Predicción de Cosechas
M.C. Miguel Ángel González González Predicción de Cosechas
M.C. María de Jesús Torres Meza Predicción de Cosechas
M.Sc. Abraham de Alba Ávila Recursos Naturales
M.C. Esperanza Quezada Guzmán Recursos Naturales
Dr. Renato Raúl Lozano Domínguez Reproducción Animal
M.C. Luis Humberto Maciel Pérez Relación Agua-Suelo-Planta
Dr. Luis Reyes Muro Socioeconomía



Vivir Mejor



GOBIERNO DEL ESTADO
2010-2016



ZACATECAS
CONTIGO EN MOVIMIENTO



www.gobiernofederal.gob.mx
www.sagarpa.gob.mx
www.inifap.gob.mx

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias