CULTIVO DE CHILE (*CAPSICUM ANNUM* L.) EN LA REGIÓN LAGUNERA CON ALTERNATIVAS DE MANEJO SUSTENTABLE

HILARIO MACÍAS RODRIGUEZ, JESÚS ARCADIO MUÑOZ VILLALOBOS, ADRIÁN VEGA PIÑA, MIGUEL AGUSTIN VELASQUEZ VALLE, MIGUEL RIVERA GONZÁLEZ Y GERARDO ESQUIVEL ARRIAGA

SAGARPA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

CENID-RASPA
Gómez Palacio, Durango, Noviembre 2013
Folleto Técnico Núm. 32
ISBN: 978-607-37-0195-2

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

LIC. ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ
SECRETARIO

LIC. JESÚS AGUILAR PADILLA
SUBSECRETARIO DE AGRICULTURA

PROF. ARTURO OSORNIO SÁNCHEZ
SUBSECRETARIO DE DESARROLLO SOCIAL

LIC. RICARDO AGUILAR CASTILLO
SUBSECRETARIO DE ALIMENTACIÓN Y COMPETITIVIDAD

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS

DR. PEDRO BRAJCICH GALLEGOS
DIRECTOR GENERAL

DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN

M. C. ARTURO CRUZ VÁZQUEZ
COORDINADOR DE PLANEACIÓN Y DESARROLLO

M. A. FRANCISCO GONZÁLEZ NARANJO
COORDINADOR DE ADMINISTRACIÓN Y SISTEMAS

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA EN RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG
DIRECTOR

CULTIVO DE CHILE (*CAPSICUM ANNUUM* L.) EN LA REGIÓN LAGUNERA CON ALTERNATIVAS DE MANEJO SUSTENTABLE.

Hilario Macías Rodríguez

Jesús Arcadio Muñoz Villalobos

Adrián Vega Piña

Miguel Agustín Velásquez Valle

Miguel Rivera González

Gerardo Esquivel Arriaga

CENID-RASPA

2013

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

ISBN: 978-607-37- 0195-2

Primera edición 2013

Derechos Reservados ©

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

CONTENIDO

Introducción 1

Producción de plántula de chile libre de patógenos bajo condiciones de invernadero 4

Proceso de producción de plántula de chile 5

Conclusiones y recomendaciones 13

Potencial de producción de chile bajo condiciones de invernadero en la región lagunera 15

Fertilización del cultivo de chile en campo 23

Tipos de fertilizantes 25

Cantidad de fertilizante por aplicar 29

Manejo integrado de malezas en el cultivo de chile 30

Control cultural de la maleza 33

Control mecánico de la maleza 33

Control químico de la maleza 34

Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPA) 34

Control biológico de plagas y enfermedades 43

Prácticas de agricultura ecológica y sustentable 48

Rotación de cultivos 50

Comercialización de chile en la región Lagunera 52

Recomendaciones generales 54

Literatura citada 56

Cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) en la región lagunera con alternativas de manejo sustentable.

Hilario Macías Rodríguez [1*]
Jesús Arcadio Muñoz Villalobos [1]
Adrián Vega Piña [2]
Miguel Agustín Velásquez Valle [1]
Miguel Rivera González [1]
Gerardo Esquivel Arriaga [1]

Introducción

El cultivo de chile en la Región Lagunera, es una actividad económicamente importante en el sector rural, principalmente para los municipios productores de la Laguna del estado de Durango, siendo los más destacados; Gómez palacio, Lerdo, Nazas, Rodeo, Simón Bolívar, Mapimí y Ceballos en los que se tienen diferentes sistemas ó vocaciones de producción, de las que sobresalen la producción de chile tipo jalapeño, chile para deshidratar tipo ancho y mirasol, y en menor escala los chiles tipo Cayene y Misisipi.

Los principales problemas que enfrentan los productores de la región son la presencia de enfermedades virosas y fungosas por el uso de semilla criolla contaminada, la producción de plántula de

---

[1] *Investigador del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA) del INIFAP. Km. 6.5 Margen derecha Canal Sacramento. 35140. Gómez Palacio, Dgo. México. *e-mail: macias.hilario@inifap.gob.mx*

[2] *Dirección de Proyecta servicios integrales de desarrollo y consultoría S.C.*

chile en almácigos al piso sin un control fitosanitario adecuado, manejo ineficiente del agua de riego en camas de siembra mayores de 150 metros, manejo deficiente de plagas y enfermedades, carencia de apoyos crediticios para la adquisición de agroquímicos y semilla mejorada; y la desorganización para establecer convenios de comercialización de la producción por contrato.

De los sistemas de producción indicados, el de producción de chile para deshidratar del tipo ancho, es el que tiene mayor atraso en su tecnología de producción, dichos productores se ubican en los municipios de Rodeo y Simón Bolívar siendo este último, el que recientemente se está integrando a los programas de capacitación tecnológica para el manejo de este cultivo en la modalidad referida. Los rendimientos promedio que tienen los productores de ambos municipios son de 0.9 ton ha^{-1} de chile ancho deshidratado.

Los municipios con vocación de producción de chile para deshidratar del tipo mirasol son Nazas y Rodeo. Nazas ha recibido capacitación tecnológica para el desarrollo de dicho cultivo desde el año 2005, y su producción tradicional de chile deshidratado del tipo mirasol ha sido superada de 1.2 a 4.8 ton ha^{-1}. El municipio de Rodeo, con menor tiempo de capacitación y transferencia de tecnología, tiene rendimientos promedio de 3.0 8 ton ha^{-1}.

Los municipios de Gómez Palacio, Lerdo y Mapimí en menor escala, tienen vocación de producción de chile tipo jalapeño y son los municipios que aplican mayor tecnología en su sistema de

producción, inclusive con riego presurizado por goteo con cintilla, acolchado plástico y algunos de ellos implementan podas en su cultivo, obteniendo rendimientos de hasta 125 ton ha^{-1} de chile jalapeño. Adicionalmente, estos municipios se destacan por el hecho de convenir previamente la comercialización de su producción. De estos tres municipios, Mapimí está incursionando a través del desarrollo de agricultura por contrato, en la producción de otros cultivos de chile como son los tipos Cayene y el Misisipi, los cuales están siendo atractivamente rentables, incluso, algunos productores vanguardistas están intentando incursionar en la producción de chile habanero mediante compromisos previos de comercialización para los mercados de Estados Unidos y Canadá (Macías, 2012).

Para solucionar los problemas diversos que enfrentan los productores de los municipios mencionados, se implementaron varias actividades en los propios municipios y la primera de ellas fue la elaboración de un marco de referencia del cultivo desde el año 2005, del cual se visualizó la problemática descrita en esta publicación y a partir del mismo se han desarrollado las siguientes actividades que adelante se enlistan, todas ellas enmarcadas en un marco de validación, transferencia y acompañamiento técnico a los productores. Se hace mención especial de los beneficios y oportunidades que potencialmente ofrece la reciente integración del Consejo Regional de Productores de chile, principalmente en lo que se refiere a la comercialización de la producción por contrato.

Producción de plántula de chile libre de patógenos bajo condiciones de invernadero

La agricultura protegida en la región Lagunera se ha incrementado considerablemente durante el periodo del 2006 al 2012. En el año 2006 se registraron 50 ha con invernaderos y en el año 2012 se registraron aproximadamente 700 ha con la modalidad de agricultura protegida; 150 ha de invernaderos y 550 ha de casa sombra; la producción bajo condiciones de casa sombra se incrementó por su menor costo de construcción y operación en comparación con los invernaderos, ya que éstos últimos requieren climatización forzada para calentar, enfriar y ventilar.

En términos generales se estima que cada metro cuadrado de construcción de casa sombra cuesta de $90.00 a $130.00 y en los invernaderos con clima controlado, dicho índice se estima entre $900.00 y $1200.00 por cada metro cuadrado de construcción. La vocación de producción en agricultura protegida en la región lagunera es en primer término la producción de tomate y en segundo término la producción de chile morrón y pepino.

No obstante que el incremento de dicha superficie ha sido significativo en dicho periodo; la tendencia actual es estable, sin incrementos significativos en la superficie con este sistema de producción, esto se explica por el hecho de que tanto las estructuras de casa sombra y de invernaderos son extremadamente calientes en el periodo de primavera-verano, registrándose

temperaturas de hasta 40 y 48 °C respectivamente y los productores ven económicamente poco atractivo implementar clima forzado para bajar temperaturas por el alto costo de la energía requerido. En la región Lagunera, en la que el cultivo de chile ha fluctuado de 150 a 1384 ha del 2007 al 2012, se ha incrementado año con año la demanda de plántula de chile producida bajo condiciones de invernadero, desplazando paulatinamente a la forma tradicional de producción de plántula de chile en almácigos al piso (Macías *et al.*, 2007; Macías *et al.*, 2009).

Proceso de producción de plántula de chile

En la región lagunera no se dispone de una tecnología uniforme para la producción de plántula de chile, ya que municipios como Rodeo, Nazas y Simón Bolívar realizan sus almácigos al piso, utilizando semilla criolla sin control fitosanitario, situación que favorece que las enfermedades fungosas y virosas se sigan transmitiendo por semilla contaminada en dichas localidades (Jiménez, 1994; Velásquez *et al.*, 2001; Velásquez *et al.*, 2003) que tradicionalmente son productoras de chile para deshidratar.

En los municipios de Lerdo, Gómez Palacio, Mapimí y Ceballos, la plántula de chile se produce bajo condiciones de invernadero en la propia región o la mandan maquilar al Bajío, principalmente a Guanajuato y Celaya y la semilla que utilizan ordinariamente es híbrida, para la producción de jalapeño, Cayene y Misisipi.

A partir del año 2005 se empezaron a desarrollar proyectos de transferencia de tecnología en la región Lagunera relativos a la producción de plántula fitosanitariamente sana bajo condiciones de invernadero, esto con el propósito de obtener planta libre de patógenos, principalmente de virosis y de fungosis, para lograrlo; se implementaron proyectos de transferencia de tecnología con el apoyo de la Fundación Produce Durango.

Para la producción de plántula de chile en un periodo de 40 a 50 días, con la participación de los propios productores previamente capacitados en cuanto al cultivo bajo condiciones de invernadero, al diseño práctico y estructuración de los propios invernaderos, al uso y tipo de cubiertas plásticas flexibles, malla sombra, malla antiáfidos, sujetadores y alambre zigzag se construyeron dos invernaderos en terrenos ejidales de la Asociación de Productores de chile del Valle del Nazas a finales del año 2005 y principios del 2006.

Los invernaderos de referencia se estructuraron a base de PTR y Monten Tubular y su cubierta se realizó a base de polietileno térmico flexible de larga duración, tratado contra rayos ultravioleta, calibre 720, con ventilación natural lateral a base de cortinas móviles construidas con malla antiáfidos y polietileno térmico. Se construyó una cisterna de almacenamiento de agua para riego y aplicación de soluciones nutritivas con capacidad total de 16000 litros; en cada uno de los invernaderos se produjeron 1000 charolas de poliestireno con 200 cavidades individuales, con la cantidad de

planta producida en ambos invernaderos, se tuvo la capacidad para establecer 20 ha del cultivo de chile a campo abierto. La siembra de chile en los invernaderos se implementó el día 15 de enero del 2007 para el ciclo agrícola primavera verano (P-V 2007) (Figura1) y la plántula estuvo lista para el trasplante a los 50 días después de la siembra, libre de virus y hongos (Figura 2).

Con el propósito de obtener plántula libre de patógenos (virus y hongos), se procedió a realizar las siguientes actividades, privilegiando la participación de los productores de chile para su correspondiente capacitación:

1. Análisis de agua de riego, con el propósito de implementar la nutrición adecuada de la planta a través de soluciones nutritivas y por consiguiente, se determinó pH, conductividad eléctrica, calcio (Ca) y magnesio (Mg).

2. Análisis de semilla de chile y sustrato de siembra a nivel de laboratorio de fitopatología del INIFAP para descartar semillas con problemas de virosis y fungosis y sustratos con Fusarium.

3. Preparación de soluciones nutritivas equilibradas de acuerdo a resultados de análisis del agua de origen, considerando pH, Ca y Mg.

Figura 1.- Producción de plántula de chile bajo condiciones de invernadero

Figura 2.- Producción de plántula de chile libre de virus y hongos bajo condiciones de invernadero.

Se utilizó semilla de chile puya criollo regional y semilla original de ancho Caballero, serrano Tuxtla y jalapeño Autlán. Previo a la siembra se realizaron análisis de laboratorio de fitopatología de varios lotes de puya criollo regional y se descartaron aquellos que presentaron problemas con mosaico de pepino y mosaico del tabaco, los lotes de semilla original no presentaron problemas ni de virosis ni de fungosis a nivel de laboratorio y el sustrato utilizado, musgo canadiense BM2, tampoco presentó problemas con Fusarium.

De acuerdo a los resultados de los análisis del agua de origen: pH de 8.2, 7 partes por millón (ppm) de Mg y 70 ppm de Ca y considerando la formulación nutricional recomendada en ppm para la nutrición de plántula de chile por el INIFAP CENID-RASPA para el arranque o enraizamiento de plántula y que es la siguiente:

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mg
30	90	30	180	50	5	2

se procedió a aplicar una formulación de fertilizante comercial en proporción de Nitrógeno (N) Fósforo (P) y Potasio (K) de 1:3:1, y para éste caso se aplicó el fertilizante 12-43-12, a razón de 0.5g por cada litro de agua de riego. Con el objeto de complementar el Ca y el Mg faltante en el agua de riego, se agregaron 110 ppm de Ca, utilizando como fuente el nitrato de Calcio (aplicando 0.5 g por cada litro de agua de riego) y 43 ppm de Mg, utilizando como

fuente el nitrato de magnesio (aplicando 0.4 g por cada litro de agua de riego).

Previo a la aplicación de nutrientes, se bajó el pH del agua a 6.0 a través de ácido fosfórico, esto con el propósito de favorecer la asimilación por parte de la planta de la mayoría de los nutrientes. La nutrición descrita se implementó durante 15 días, implementándola inmediatamente después de la aparición del primer par de hojas verdaderas que ocurrió alrededor de los 15 días después de la siembra. Para dar crecimiento y vigor al follaje, se consideró la siguiente formulación:

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mg
100	90	100	180	50	5	2

Esta formulación se aplicó a partir de los 31 días después de la siembra y se consiguió su equilibrio a través del fertilizante comercial 20-20-20, a razón de 1g por cada litro de agua de riego, la aplicación se implementó 2 veces por semana y el Ca y el Mg se aplicaron en la misma proporción descrita para el enraizamiento. Tanto para el arranque como para el crecimiento, los fertilizantes comerciales traían incluidos los micronutrientes Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Boro (B). Como punto de referencia se evaluaron tres almácigos al piso de tres productores que producen su planta en forma tradicional, con una fertilización a base de urea y sulfato de amonio, con uno y dos riegos por semana y con cubiertas de plástico no térmicos ni

tratados contra rayos ultravioleta, su fecha de siembra fue el 10 de diciembre del 2006.

Respecto al manejo fitosanitario a nivel de invernadero, a los 5 días antes de llevar la planta al campo para su trasplante y a manera preventiva, se hizo una aplicación de una mezcla de funguicidas de previcur y derosal a razón de 15 y 30 g. respectivamente en mochila con capacidad de 20 litros de agua, con aspersiones al follaje de la plántula. La plántula producida en los invernaderos al momento de su liberación, estuvo libre de virosis y fungosis y la producida tradicionalmente en almácigos al piso, presentó problemas de fungosis en un 30% de los almácigos evaluados, principalmente del complejo del damping off que propició el ahogamiento del tallo tierno de la plántula.

La plántula de chile producida bajo condiciones de invernadero dio punto para trasplante en un periodo de 50 días, se sembró el 15 de enero del 2006 y para el día 7 de marzo la planta ya tenía 4 pares de hojas verdaderas, con un crecimiento de 19 cm y un vigor excelente. El índice de trasplante es de 3 pares de hojas verdaderas y 15 cm decrecimiento. Por cuestiones de tandeo de riego, tanto los usuarios de la Asociación de Productores de chile del Valle del Nazas como los productores de chile del mismo municipio que producen sus almácigos tradicionalmente al piso, trasplantaron a partir del 15 de marzo del 2006. La plántula producida en almácigos tradicionales al piso dio punto de trasplante hasta los 95 días después de la siembra, con crecimiento de 15 cm, 3 pares de

hojas verdaderas y con frecuentes deficiencias de nitrógeno y fósforo (Figura 3) y deficiencias de Calcio y magnesio (Figura 4).

La plántula producida bajo condiciones de invernadero en charolas de poliestireno, no se marchitó ni presentó signos de falta de adaptación al momento de trasplante. En comparación con la producida en almacigo tradicional al piso, por trasplantarse a raíz desnuda, ésta presentó síntomas de marchites al momento del trasplante y tardó en adaptarse al terreno definitivo 20 días.

Figura 3.- Almácigos con deficiencias de nitrógeno y fósforo

Figura 4.- Almácigos tradicionales al piso con deficiencias de calcio y magnesio

Conclusiones y recomendaciones

a) La plántula en invernadero, en comparación a la obtenida en los almácigos tradicionales, se produjo libre de virus y fungosis. No así la producida en los almácigos al piso, que presentó un 30% de infestación con el complejo de hongos del damping off.

b) A los 50 días de la siembra de semilla de chile en los invernaderos, se obtuvo la plántula de chile lista para trasplante, cumpliendo ampliamente con los índices de trasplante establecidos por los propios productores (mínimo 3 pares de hojas verdaderas y/o 15 cm de crecimiento). La plántula producida en almácigos tradicionalmente al piso, cumplió con

éstos índices hasta los 95 días después de la siembra, la diferencia entre una y otra fue de 45 días.

c) La producción de plántula en invernadero con estricto manejo agronómico, permitió un arraigo inmediato al momento del trasplante a campo abierto para su cultivo, sin desmerecer en su vigor y desarrollo y la plántula proveniente de almácigos al piso tardó 20 días en adaptarse a campo abierto después de su trasplante.

d) Las parcelas de producción en las que se utilizó plántula de invernadero, adelanto su cosecha 20 días en comparación con los lotes en los que se utilizó plántula de almácigos tradicionales.

e) Se recomienda que los productores de la región Lagunera se organicen con el Consejo Regional de Productores de chile para que produzcan su propia planta en invernaderos que pertenezcan a los propios integrantes de dicha organización.

f) Desde el año 2005 y hasta el año 2013, se ha dado seguimiento a la producción de planta de chile en invernaderos con la Asociación de Productores de chile del Valle del Nazas y los mismos ya se han apropiado de la tecnología, en tal sentido, están capacitados para desempeñar el papel de agentes de cambio no solo a nivel regional sino también a nivel estatal con este sistema de producción, incluyendo la estructuración de

invernaderos con sus cubiertas plásticas y mallas sombra y antiáfidos, manejo del cultivo a nivel de plántula, riego y nutrición.

g) Con estos antecedentes, los consejos del sistema producto chile de los municipios productores del estado de Durango y de la región Lagunera, disponen de esta tecnología para producir su propia planta, libre de patógenos y con excelentes niveles de nutrición. Para cumplir con este cometido, la Fundación Produce Durango cuenta con el apoyo técnico para implementar y coordinar un proyecto estatal de transferencia y adopción de tecnología en lo relativo a la producción de plántula de chile libre de patógenos bajo condiciones de invernadero.

Potencial de producción de chile bajo condiciones de invernadero en la región lagunera

En la región lagunera de Durango, en el municipio de Nazas, desde el año 2009 y hasta el 2012, se implementaron operaciones en un módulo de invernaderos para hacer transferencia de tecnología en la producción de chile para deshidratar, considerando tutorado con podas, riego por goteo con fertirriego y ciclo largo de producción de 9 a 10 meses y con tecnología media, ya que no se estableció clima forzado. La plantación del cultivo se hizo al piso a partir del mes de marzo con plántula de 15 centímetros, desarrollada en charola de 200 cavidades y a los 15 días después del

trasplante se implementó la poda a 3 tallos por planta con tutorado.

Para la nutrición del cultivo, se consideraron los análisis de fertilidad del suelo iniciales y los ajustes en la solución nutritiva se hicieron en base a la evaluación visual del cultivo en su crecimiento vegetativo o reproductivo, análisis de extracto de pasta y análisis de Extracto Celular de Peciolo (ECP), de todos estos parámetros, el análisis de fertilidad inicial del suelo fue el principal soporte para implementar los programas de fertirrigación, los demás parámetros proporcionaron el soporte para hacer correcciones puntuales en las diferentes etapas del cultivo.

La solución nutritiva se preparó con la metodología de Steiner, en las primeras etapas se indujo un crecimiento vegetativo, con una conductividad eléctrica (CE) de 2.0 y una relación K/N de 1.3 a 1.5, expresada dicha relación en ppm y el resto de dicho trimestre se mantuvo una CE de 2.5, con una relación de K/N en 1.7 hasta el mes de diciembre, etapa final del cultivo.

En la solución nutritiva se aplicaron las mismas concentraciones de aniones (NO_3, H_2PO_4 y SO_4) y cationes (Ca, K y Mg) con sus respectivas proporciones 60:5:35 y 45:35:20. Con el propósito de potencializar la asimilación de micronutrientes en forma quelatada, específicamente Fe, Mn, Cu y Zn, se aplicaron ácidos húmicos y fúlvicos en la solución nutritiva y además; evidenciaron el

mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo que sirvió como cama de siembra del cultivo.

Para mantener la CE en 2.5 con una suma idéntica entre cationes y aniones de 25, se hicieron las siguientes determinaciones, de acuerdo al esquema nutricional de Steiner:

C.E. x 10 = Σ de Cationes (meq L^{-1})

C.E. x 10 = Σ de Aniones (meq L^{-1})

C.E. x 10 = Σ de Cationes (meq L^{-1}) = Σ de Aniones (meq L^{-1})

Σ de Cationes (meq L^{-1}); tomando en cuenta las proporciones de 45:35:20 de Ca, K y Mg se obtuvieron los siguientes requerimientos para cada uno de los nutrientes que integran los cationes:

Ca = 25 x 0.45 = 11.25

K = 25 X 0.35 = 8.75

Mg = 25 x 0.20 = 5.0

Σ de Cationes (meq L^{-1}) = 11.25 + 8.75 + 5.0 = 25

Σ de Aniones (meq L^{-1}); aquí se determinaron las proporciones de 60:5:35 de N, H_2PO_4 y SO_4 y se agenciaron los siguientes requerimientos para cada uno de dichos nutrientes:

N = 25 x 0.6 = 15

H_2PO_4 = 25 x 0.05 = 1.25

SO_4 = 25 x 0.35 = 8.75

Σ de Aniones (meq L_{-1}) = 15 + 1.25 + 8.75 = 25

CE = Σ de Cationes (meq L_{-1}) = Σ de Aniones (meq L_{-1}); CE = 25 = 25.

En el cuadro 1 se indican las cantidades de los macronutrientes en (meq L^{-1}) y micronutrientes en ppm para la correspondiente CE de 2.5 dS m^{-1} en toda la etapa reproductiva – generativa del cultivo, con la variante de que en la última etapa del cultivo se le estimuló aún más hacia más crecimiento generativo que vegetativo para acelerar la fructificación y para este propósito se mantuvo la misma concentración de Potasio y la concentración de Nitrógeno se hizo oscilar de 12 a 15 (meq L^{-1}) así como la de Fosforo de 1.25 a 1.50 (meq L^{-1}).

Cuadro 1.- Solución nutritiva para el cultivo de chile en etapa reproductiva bajo condiciones de invernadero para deshidratar.

Cultivo	Macronutrientes en meq L^{-1}					
	N	K	Ca	P	Mg	SO_4
Chile	12.0-15.0	8.75	11.25	1.25-1.50	5.0	8.75
	Micronutrientes en ppm					
	N	K	Ca	P	Mg	SO_4
	1.5 – 2.0	0.8	0.06	0.15-0.3	0.4	0.05

Al mantener la continuidad en la relación mutua de cationes y aniones de acuerdo a la CE; el cultivo mostró buenos indicadores de crecimiento tanto en la etapa vegetativa como reproductiva, las cuales se resumen en los siguientes parámetros:

a) Las plantas no se vieron estresadas porque consumieron menos energía en la absorción
b) Se facilita la absorción nutrimental
c) Se aumenta la eficiencia en la toma de nutrimentos
d) Se disminuye el riesgo de la presencia de deficiencias
e) Se facilita el manejo del balance vegetativo/reproductivo.

De acuerdo a lo anterior, se confirman los siguientes aspectos prácticos para el manejo de la solución nutritiva en el cultivo de chile bajo condiciones de invernadero y que a continuación se resumen:

1.- Es esencial que las plantas tomen los iones en la relación mutua en los que lo requieren, tanto de cationes como aniones.
2.- Debe procurarse mantener dentro de ciertos límites la proporción mutua de aniones y cationes.
3.- El tener una solución desbalanceada da como resultado una disminución en la absorción neta y un desbalance en el crecimiento del cultivo.
4.- Debe establecerse y mantenerse una estrategia que sincronice la toma de agua y de nutrimentos para mantener una disponibilidad óptima y constante en concentración y relación mutua de iones.
5.- En la definición de la composición de una solución nutritiva, estrategias basadas solo en la concentración nutrimental ya no son suficientes para lograr un balance en el cultivo y una excelente producción.

6.- El procedimiento implementado permite definir una solución básica la cual puede ser optimizada en función a las condiciones de crecimiento del cultivo.

De igual forma se consideró en este cultivo bajo condiciones de invernadero la dinámica de absorción nutrimental de mayor a menor demanda, empezando por los monovalentes (NO_3-, H_2PO_4-, K+), divalentes (H_3PO_4=, SO_4=, Ca++, Mg++) y finalmente con los trivalentes(PO_4^3-).

En la preparación de la solución nutritiva se consideró la dinámica nutrimental en el floema: nutrimentos con alta movilidad en el floema; Potasio, Magnesio, Fósforo, Azufre, Nitrógeno, Cloruro; nutrimentos con movilidad intermedia; Hierro, Zinc, Cobre, Boro, Molibdeno y nutrimentos con baja movilidad; Calcio y Manganeso, respectivamente. En la determinación de los requerimientos de riego del cultivo de chile establecido al piso con riego por goteo a través de cintilla, se utilizaron los tensiómetros, considerando la textura y la curva de tensión de humedad del suelo. Para este propósito se consideraron las siguientes unidades de medición, considerando sus equivalencias respectivas:

1 bar = 0.987 atm. = 14.5 psi

1 bar = 100 kpa (kilopascales)

1 centibar (cb) = 1 kpa

El volumen de bulbo de mojado se calculó a través de la expresión:

$$Vbm = 0.5\ \pi\ r_2 \times L \qquad (1)$$

Donde:

Vbm = Volumen de bulbo de humedad o de mojado m^3/ha

r = Profundidad de raíz o profundidad del bulbo, m (0.3 para este caso)

L = Longitud total de surcos espaciados a 1.8 m (5,555 metros de surcos)

$Vbm = 0.5\ \pi\ r2 \times L = 785\ m^3$

El volumen de reposición para este caso se siguió calculando considerando tensión al riego de 15 kpa o 38 % de humedad y la tensión de máxima humedad de 6 kpa o 44 % de humedad:

$$Vr = [(PHM-PHR) \times Vbm]/Ea \qquad (2)$$

En la cual:

Vr = Volumen de riego en m^3 por ha

PHM = Porciento de humedad máxima

PHR = Porciento de humedad al riego

Vbm = Volumen de bulbo de humedad

Ea = Eficiencia de aplicación (0.9 para este caso)

Vr = [(PHM-PHR) x Vbm]/Ea = 52 m^3 por ha: 0.0052 m^3 por metro cuadrado

Por cada invernadero de 500 m^2 se aplican 2.6 m^3 o 2600 litros. En este cultivo, en la temporada alta de calor se dieron riegos extras por las noches ya que esta hortaliza y la familia de solanáceas a la que pertenece, durante el día elevan su transpiración por el calor y

los fotosintatos se tornan en energía que se emplea en crecimiento y turgencia vegetal, así como en contrarrestar estrés por elevadas temperaturas y/o alta incidencia solar; y considerando que por las noches no se presentan dichas situaciones de estrés, la planta aprovecha sus nutrientes, por no competencia, en crecimiento de los frutos y en mayor concentración de azúcares, para tal propósito en estos riegos extras se aplicaron Fósforo y Potasio cada tres noches, mostrando el cultivo un excelente crecimiento (Figura 5).

Figura 5.- Crecimiento del cultivo de chile para deshidratar bajo condiciones de invernadero.

Los rendimientos totales de este cultivo en chile rojo fresco fueron de 95 ton ha^{-1}, que equivalen a 21.1 ton ha^{-1} de chile deshidratado. Estos rendimientos se pueden superar con una hibridación de las cubiertas de invernadero, ya que al utilizar solamente cubiertas de

plástico en la techumbre calientan en demasía el interior del invernadero, para tal propósito se recomienda complementar techos y paredes laterales con polietileno térmico, malla sombra y malla antiáfidos para favorecer mayor ventilación en su interior y una temperatura más idónea para el cultivo, ya que en la temporada alta de calor la temperatura en el interior del invernadero alcanzó hasta 48°C., inclusive, al comparar los invernaderos con las temperaturas de 40° C que alcanzan las casas sombra en la región Lagunera, se deben implementar algunas modificaciones con ambas estructuras, pues con las temperaturas mencionadas el cultivo de chile sufre estrés por calor, mermando consecuentemente su rendimiento, dichas modificaciones se refieren al hecho de establecer las mallas sombra al exterior de las estructuras y no al interior como están establecidas actualmente (Macías *et al.*, 2009) .

Fertilización del cultivo de chile en campo

En el cultivo de chile, como en la mayoría de los agroecosistemas con cultivos hortícolas, hay cuatro razones básicas que explican su baja productividad: la pérdida de fertilidad del suelo, la invasión de malezas, el ataque epidémico de plagas insectiles y de enfermedades. La mayoría de los suelos agrícolas contienen todos los elementos nutritivos que requieren los cultivos para su desarrollo y crecimiento, pero no en las cantidades necesarias para obtener rendimientos óptimos y de calidad aceptable, por lo tanto, es imprescindible agregar los nutrimentos a través de fertilizantes y

abonos orgánicos. Los productores de chile en los municipios de Rodeo, Nazas y Simón Bolívar realizan fertilizaciones en cantidades muy pobres en relación a las recomendadas (Figura 6).

Figura 6.- Cultivo de chile con bajo nivel de fertilización.

En los municipios de Lerdo, Gómez Palacio, Mapimí y Ceballos los productores si aplican, en su mayoría, las dosis de fertilización recomendadas por la SAGARPA e INIFAP (Figura 7). El uso deficiente de los fertilizantes en los municipios de Rodeo, Nazas y Simón Bolívar ha originado que los rendimientos en el cultivo de chile cada vez sean más bajos debido al empobrecimiento paulatino de los suelos por la extracción de los nutrimentos en las cosechas. Un suelo infértil tiene menor cubierta vegetal y está más expuesto a la erosión hídrica y eólica. Para que el cultivo tenga una buena respuesta a la aplicación de fertilizantes, se requiere conocer las características de estos, su efecto en las plantas y el suelo, las

formas de aplicación y cómo se prepara una dosis de aplicación de acuerdo a la disponibilidad de fertilizantes.

Figura 7- Cultivo de chile con buen nivel de fertilización.

Tipos de fertilizantes

El uso de fertilizantes tiene el propósito de subsanar las deficiencias de nutrimentos primarios, secundarios y con menor frecuencia la deficiencia de micronutrientes (Cuadro 2). Aunque la experiencia de los productores les permita detectar visualmente las deficiencias del cultivo, es recomendable realizar análisis de la fertilidad del suelo previo al establecimiento del cultivo, dicho análisis debe de considerar textura, pH, C.E. (Conductividad

Eléctrica), M.O. (Materia Orgánica), Carbonatos, NPK disponibles, N-NO3, P y K.

Cuadro 2.- Clasificación, símbolo, forma absorbida y síntomas de deficiencia de los nutrimentos de cultivos hortícolas en general (Fageria *et al.*, 1997).

Clasificación	Nombre y símbolo	Forma absorbida	Síntoma de deficiencia
Sin clasificación	Carbono (C)	CO_2	
	Hidrógeno (H)	H_2O	
	Oxigeno (O)	H_2O, O_2	
Primarios	Nitrógeno (N)	NH_4^+, NO_3^- $H_2PO_4^-$,	Clorosis en hojas viejas
	Fosforo (P)	HPO_4^-	Hojas color purpura o rojizo
	Potasio (K)	K^+	Hojas con márgenes cloróticos
	Calcio (Ca)	Ca^{++}	Achaparramiento y raíces cortas
Secundarios	Magnesio (Mg)	Mg^{++}	Hojas con clorosis intervenal
	Azufre (S)	$SO_4^=$, SO_2	Hojas jóvenes cloróticas y poco desarrolladas
	Hierro (Fe)	Fe^{++}, Fe^{+++}	Hojas con clorosis intervenal
	Manganeso (Mg)	Mn^{++}	Clorosis intervenal
	Boro (B)	H3BO3	Poco crecimiento apical y puntas

			cloróticas
	Zinc (Zn)	Zn++	Hojas jóvenes con clorosis intervenal
	Cobre (Cu)	Cu++	Hojas jóvenes amarillas y poco desarrolladas
	Molibdeno (Mo)	MoO4=	Hojas con clorosis y achaparramiento
	Cloro (Cl)50	Cl-147.6	Hojas marchitas cloróticas y raíz corta

Para los municipios de la región Lagunera en los que se cultiva chile, al seleccionar el tipo y la cantidad de fertilizante se deben considerar primordialmente tres aspectos; la eficiencia de recuperación, las metas de rendimiento y la reacción del fertilizante en el suelo.

La eficiencia de recuperación se refiere al porcentaje del nutrimento aplicado en el fertilizante que es absorbido por el cultivo, y es en promedio de 50, 30 y 60 % para el N, P y K aplicados, respectivamente. La meta de rendimiento permite definir las dosis de fertilización de N, P y K y para tal propósito se deben considerar, a través de análisis de laboratorio las condiciones físicas y químicas del suelo, así como la experiencia del productor, el historial de rendimiento del cultivo en el terreno y la presencia de plagas, enfermedades y malezas.

De acuerdo a Castellanos *et al*, (2000), por cada tonelada estimada de chile fresco en rendimiento, se requieren 3.5 kg de nitrógeno, 0.3 a 1.8 kg de fósforo y 5 kg de potasio. Respecto a la reacción del fertilizante en el suelo, se debe de considerar que el pH del suelo influye en la asimilación en los diferentes nutrientes vegetales, los pH´s que proporcionan mejores condiciones de asimilación son ligeramente ácidos (pH entre 6 y 7) Figura 8.

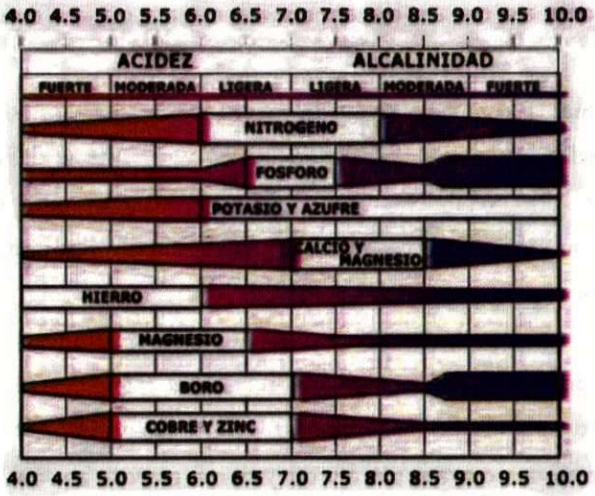

Figura 8.- Influencia del pH del suelo sobre la disponibilidad de nutrientes. A mayor anchura de la fila, mayor disponibilidad del nutriente.

De acuerdo a los muestreos de suelos y a sus análisis de fertilidad a nivel de laboratorio, en los municipios de Gómez palacio, Lerdo, Nazas, Rodeo, Simón Bolívar, Mapimí y Ceballos los pH varían de 8.2 a 8.6 y de acuerdo a la Figura 8, son considerados como moderadamente alcalinos, por tal motivo, es recomendable aplicar

fertilizantes de acción acidificante y fertilizantes de acción neutra, los cuales se mencionan a continuación:

1. Fertilizantes acidificantes: Urea, amoniaco anhidro, nitrato amónico, sulfato amónico, fosfato monoamónico, fosfato diamónico, sulfato de potasio y nitrosulfato amónico.
2. Fertilizantes de acción neutra: Superfosfato y nitrato potásico

Los fertilizantes complejos (NPK), pueden ser de distintos tipos de pH, pero generalmente son ácidos o neutros, en función de las materias activas que componen su fórmula química.

Cantidad de fertilizante por aplicar

Para definir la cantidad de fertilizante por aplicar, si se dispone de los resultados de análisis de fertilidad del suelo, se consideraran las cantidades disponibles de Nitrógeno, Fosforo y Potasio. Pero ordinariamente, los productores de chile de la región Lagunera, principalmente los del sector social, no realizan análisis de fertilidad del suelo y al inicio del cultivo se proponen metas de rendimiento de 40 a 60 toneladas de chile fresco por hectárea, trátese de jalapeños, mirasoles, anchos y cayenes.

Si la meta de rendimiento son 60 toneladas por hectárea, deberán aplicarse las siguientes dosis de fertilizante: 210 kilogramos de Nitrógeno, 108 kilogramos de fosforo, 150 kilogramos de potasio.

El fosforo deberá aplicarse en su totalidad en la primer escarda después del trasplante, con la mitad del nitrógeno y la mitad del potasio (108P-105N-75K) y el resto de nitrógeno y de potasio (105N-75K) deberá de aplicarse cuando los primeros frutos tengan una longitud de entre 5 y 10 centímetros y el cultivo se encuentre en plena floración.

Manejo integrado de malezas en el cultivo de chile

El manejo integrado de malezas ha sido poco usado en la agricultura de una manera racional y planificada. Su implementación requiere de conocimientos básicos de varias disciplinas y el desarrollo de investigaciones a nivel de campo para comprender los diferentes factores que regulan el comportamiento de las malezas. Para implementar un programa de MIM, a nivel de parcela o zona agrícola, se requiere al menos lo siguiente:

a. La identificación de las malezas presentes, su distribución y nivel de infestación.
b. Conocer la biología y ecología de las especies predominantes.
c. Potencial de daño de las especies de malezas predominantes.
d. Disponer de recursos para implementar métodos de control técnicamente efectivos, económicamente viables y seguros para el ambiente.

La importancia de conocer anticipadamente cuales especies tienen más probabilidad de presentarse en el cultivo de chile, radica en

que se pueden prevenir los daños de la maleza, elegir el método de control más apropiado, hacer una mejor selección y aplicación de los herbicidas pre-emergentes y post-emergentes, y manejar la maleza integralmente a corto y largo plazo. En la región Lagunera de Durango, las principales malezas localizadas reiteradamente en el cultivo de chile, incluyendo su nombre común y técnico, la familia botánica a la que pertenecen, su hábito y ciclo de crecimiento se presentan en el Cuadro 3.

En esta región productora de chile, la presencia de malezas representa un 25% de los costos de producción del cultivo por su control a través de escardas mecánicas y deshierbes manuales, y esto se debe a que el uso de herbicidas no se ha implementado en dicho cultivo, pues de los productores de los municipios dedicados a este cultivo sólo el 6% aplica algún herbicida para el control de maleza, siendo el Treflan el más usado en forma preemergente para el control de maleza de hoja ancha y pastos de semilla. En general, las medidas de control de la maleza en chile incluyen el manejo cultural, mecánico y químico y estas tres prácticas de control deben implementarse considerando el periodo crítico de competencia, que es el intervalo de tiempo durante el cual el cultivo debe mantenerse libre de hierbas para que no se vea reducido su rendimiento, específicamente en el cultivo de chile deben de ser de 6 semanas en cultivo para consumo en fresco y de 8 semanas en chiles para deshidratar (Amador, 2002; Amador *et al.*, 2005; Amador *et al.*, 2006).

Cuadro 3.- Principales malezas que se presentan en el cultivo de chile en la Región Lagunera de Durango.

Malezas de hoja ancha				
Nombre común	Nombre científico	Familia	Hábito	Ciclo
Correhuela	Convólvulus arvensis L.	Convolvulaceae	Rastreadora - trepadora	Anual
Gordolobo	Verbascum thapsus L.	Scrophulariaceae	Erecto	Anual
Cadillo	Xanthium strumarium L.	Asteraceae	Erecto	Anual

Zacates				
Zacate roseta	Cenchrus pauciflorus Benth.	Poaceae	Erecto	Anual
Zacate de agua	Echinocloa crus-galli (L.) Beauv.	Poaceae	Erecto	Anual
Zacate grama	Cynodon dactylon (L.) Pers.	Poaceae	Rastrero	Perenne

Control cultural de la maleza

En el manejo cultural de la maleza se recomienda hacer rotación de cultivos, es necesario que donde se cultivó chile, por lo menos dejar de cultivarlo tres años, en ese periodo deberán sembrarse cultivos de las siguientes familias botánicas: gramíneas (maíz, sorgo, avena o cebada) crucíferas (col, coliflor o brócoli) y leguminosas (cacahuate, frijol o alfalfa). Esta práctica minimizará la presencia de microorganismos patógenos en el suelo y reducirá o suprimirá la población de malezas en las parcelas para el cultivo de chile. Dentro del manejo cultural de la maleza también se recomienda reducir la distancia entre las hileras del cultivo de chile, con esta práctica se favorece el sombreado del suelo y se reduce el periodo de emergencia de las malezas. La distancia mínima entre hileras deberá considerar la apertura de llantas de la maquinaria utilizada en la escarda y cultivo del chile.

Control mecánico de la maleza

Este método sustituye la energía humana por tracción animal o motriz, incluye labranza primaria y secundaria, es decir, tanto las labores de subsoleo, barbecho, rastreo, nivelación y trazo de surquería o camas previos a la plantación y las escardas o cultivos posteriores a la plantación y que se realizan principalmente para el control de malezas. El manejo mecánico de la maleza deberá implementarse a partir de la segunda semana del trasplante hasta la octava semana después del trasplante, ya que ese es el periodo

crítico de competencia del cultivo con las malezas. Normalmente se deberán implementar cuatro escardas mecánicas complementadas con deshierbes manuales o con azadón para el control de la maleza que se desarrolla en la hilera del cultivo.

Control químico de la maleza

En los municipios productores de chile de la región Lagunera de Durango, el uso de herbicidas para el control de malezas es una práctica poco común, ya que solo el 6% de los productores hacen uso de esta alternativa por el poco conocimiento de los productos que se utilizan para este propósito. En el Cuadro 4 se presentan los herbicidas que se recomiendan para el control de malezas en el cultivo de chile.

Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPA)

Para el control eficaz de plagas y enfermedades se debe implementar el manejo integrado, que es una alternativa que incluye control cultural, bilógico, resistencia y tolerancia vegetal y por último el control químico. Las alternativas de control cultural, bilógico y la resistencia vegetal deben ser la columna vertebral del MIPA, el control químico con el uso de insecticidas debe considerarse como la última alternativa de control de plagas y enfermedades en este cultivo.

Cuadro 4.- Herbicidas recomendados para el control de maleza en el cultivo de chile.

Nombre común	Tipo de aplicación	Dosis	Recomendaciones de uso
Treflan	Aplicar antes del trasplante.	2 litros/ha	Aplicar en 200 ó 400 litros de agua antes del trasplante e Incorporar inmediatamente con un rastreo. Controla maleza de hoja angosta y de hoja ancha. No sembrar sorgo, maíz ni avena en el mismo terreno hasta después de 14 meses de su aplicación.
Pendimentalina	Aplicar antes del trasplante.	2 litros/ha	Aplicar en 200 ó 400 litros de agua antes del trasplante e Incorporar inmediatamente con un rastreo. Controla maleza de hoja angosta y de hoja ancha.
Dacthal w-75	Aplicar 2 semanas después del trasplante.	10kg/ha	Aplicar en 400 litros de agua, antes de que germinen las malezas de hoja angosta y de hoja ancha
Devrinol 45 F	Aplicar antes del trasplante.	4 litros/ha	Aplicar en 400 litros de agua e incorporar a través de rastreo o riego. Controla maleza herbácea en forma pre emergente. No sembrar maíz, lechuga ni espinaca en el siguiente ciclo agrícola.

Es ampliamente conocido que los insecticidas químicos, sobre todo los clorados y fosforados, ocasionan envenenamientos crónicos, carcinogenia y esterilidad entre aplicadores y personal que los fabrica, formuladoras y distribuidores y además de producir contaminación ambiental, inducen plagas resistentes a los insecticidas y severas re-infestaciones, ya que las plagas se recuperan más pronto que sus enemigos naturales (CATIE, 1993; Velásquez *et al.*, 2002; Mena, 2005) (Cuadro 5).

El control cultural consiste en la implementación de labores orientadas fundamentalmente a la destrucción de las fuentes de infestación de las plagas y enfermedades; a la interrupción de sus ciclos de desarrollo; a la vigorización de las plantas para conferirles mayor tolerancia a los ataques; a formar condiciones microclimáticas desfavorables para el desarrollo de las plagas y al empleo de plantas-trampa (Goldberg, 1995). También se suele considerar dentro del control cultural, la utilización de plantas resistentes o tolerantes a las plagas.

El control biológico de plagas se refiere al uso de insectos y hongos entomopatógenos, bacterias, nematodos y ácaros que actúan sobre las plagas ya sea paralizándolas, depredándolas o causándoles enfermedades a los insectos plaga. Los controladores biológicos existen de forma natural en el medio ambiente, asociados a las plagas que afectan diversos cultivos, pero sus poblaciones son mucho menos numerosas que las de las plagas -lo que les resta eficiencia- pues son los más afectados cuando se aplican

insecticidas. Para suplir esta descompensación, en los últimos años se han desarrollado técnicas de crianza masiva de insectos y hongos en laboratorios. En este apartado se hace énfasis en dos líneas de recomendación, primero en los productos químicos para el control de plagas y enfermedades con productos de última generación, de bajo impacto para los agroecosistemas y segundo; en el control biológico de plagas y enfermedades.

Cuadro 5.- Control químico de plagas y enfermedades.

Plaga	Nombre científico	Producto	Nombre común	Dosis lt/ha	Productos genéricos	Dosis lt/ha
Pulgón saltarín	*Paratrioza cockerelli*	Actara	Tyametoxan	0.5	Metamidofos	1.5
		Agrimec	Abamectina	0.3	Dimetoato	1.5
		Durivo	Clorantraniliprol+thiametoxam	0.75	Endosulfan	2.0
		Plenum	Pymetrozyne	0.8		
		Confidor	Imidacloprid	1.0		
		Oberon	Spiramesifen	0.5		
Araña roja	*Tetranichus sp*	Agrimec	Abamectina	0.3	Dimetoato	1.5
		Envidor	Espirodiclofen	0.5	Metamidofos	1.5
		Oberon	Spiramesifen	0.5		
Minador de la hoja	*Liriomiza sp*	Agrimec	Abamectina	0.3	Metamidofos	1.5
		Trigard	Cyromacina	0.1	Dimetoato	1.5
Gusano soldado	*Spodoptera exigua*	Ampligo	Clorantraniliprol +Lamda	0.3	Metamidofos	1.5

			cyalotrina			
		Proclaim	Benzoato de emamectina	0.25	Metomyl	0.35
		Durivo	Clorantraniliprol + Thiametoxam	0.75	Clorpirifos	1.5
		Bell	Flubenilamide	0.25	Cipermetrina	1.0
		Buldock	Betacyflutrin	0.25		
		Intrepid	Methoxifenozide	0.25		
Barrenador del chile	*Anthonomus eugeni*	Karate	Lamda cyalotrina	0.3	Azinfos metil	2.0
		Actara	Thiametoxam	0.5	Malation	1.0
		Buldock	Beta cyflutrina	0.25	Endosulfan	2.0
Pulgón myzuz	*Myzuz persice*	Actara	Thiametoxam	0.5	Metamidofos	1.5
		Plenum	Pymetrozyne	0.8	Dimetoato	1.5
		Condfidor	Imidacloprid	1.0	Monocrotofos	1.0
		Muralla	Imidacloprid + Betacyflutrin	0.25	Cipermetrina	1.0
Mosquita blanca	*Bemisia argentiffolii*	Durivo	Clorantraniliprol + Thiametoxam	0.75	Endosulfan	2.0

		Actara	Thiametoxam	0.6	Metamidofos	1.5
		Engeo	Tyametoxan + lamda cyalotrina	0.3	Dimetoato	1.5
		Plenum	Pymetrozine	0.8		
		Confidor	Imidacloprid	1.0		
		Oberon	Spiromesifen	0.5		
Diabrótica	*Diabrótica longicornis*	Confidor	Imidacloprid	1.0	Metamidofos	1.5
		Buldock	Betacyflutrin	0.3	Carbofuran	25
Trips	*Frankliniella sp*	Confidor	Imidacloprid	1.0	Metamidofos	1.5
		Karate	Lamda cyalotrina	0.5	Dimetoato	1.5
Acaro blanco	*Polyphagot-arsonemus latus*	Oberon	Spiromesifen	0.5	Metamidofos	1.5
		Agrimec	Abamectina	0.75	Dimetoato	1.5
Chicharritas	*Empoasca favae*	Confidor	Imidacloprid	1.0	Metamidofos	1.0
					Carbaril	1.0
Chinche lygus	*Lygus spp*	Buldock	Betaciflutrin	0.3	Cipermetrina	1.0
		Karate	Lamdacyalotrina	0.5	Endosulfan	2.0

Cuadro 6.- Fungicidas para el control de enfermedades en el cultivo de chile.

Enfermedad	Nombre científico	Producto comercial	Nombre común	Dosis lt/ha	Productos genéricos	Dosis lt/ha
Damping off	*Phytium sp* *Phithoptora infestans*	Previcur + Derosal	Propamocarb+ Carbendazin	1.0 + 1.0	Oxicloruro de cobre	2.0
		Unifom	Azoxistrobin+ Metalaxil	0.5		
Mildiu velloso	*Peronospora cubensis*	Alliet	Fosetil aluminio	2.5	Cupravit	2.0
		Consento	Propamocarb + Fenamidone	2.0	Mancoseb	1.5
		Bravo	Clorotalonil	2.0	Bravo	2.0
		Amistar	Azoxistrobin	0.3		
Pudrición del cuello y/o Tizón tardío	*Phytophtora infestans*	Ridomil	Metalaxil	2.0	Azufre	1.0

Cenicilla polvorienta	*Leiveilula taurica* *Erycíphe cichoracearum*	Amistar	Azoxistrobin	0.3	Oxicloruro de cobre	2.0
Tizón temprano	*Alternaría solani*	Consit max	Trifloxistrobin + Tebuconazol	0.3		
		Flint	Trifloxistrobin	0.2		
		Amistar	Trifloxistrobin	0.3	Mancozeb	1.5
		Scala	Pyrimetanil	1.5		
		Score	Difenoconazole	0.5		
		Folicur	Tebuconazol	0.75		

Control biológico de plagas y enfermedades

La agricultura actual, basada en el monocultivo de hortalizas y apoyada por el uso de productos químicos de síntesis artificial, ha ocasionado la pérdida de la biodiversidad, contaminación ambiental y graves enfermedades a las personas que están involucradas en su fabricación, distribución y aplicación, tales enfermedades se han manifestado en daños de cáncer, alteraciones genéticas, intoxicaciones, esterilidad y muerte.

Ante la situación anterior, a partir de la década de los 70 del siglo pasado se dio a conocer la necesidad de implementar el control biológico de plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas y se ha implementado a través de parasitoides, depredadores, patógenos, antagonistas y poblaciones competidoras para suprimir una población de plaga, haciéndola menos abundante y menos dañina.

El principio de control biológico se basa en que bajo ciertas circunstancias muchas poblaciones de plagas son llevadas a bajas densidades por sus enemigos naturales. Este efecto se origina de la interacción de poblaciones plaga y enemigo natural, que se traduce como el mantenimiento de ambas poblaciones en equilibrio. Bajo este concepto la población del enemigo natural depende a su vez de la población de la plaga, es decir, la interacción de poblaciones significa una regulación y no un control (García, 2007; Fernández, 2001; Macías, 2011).

Cuadro 7. Control de plagas del cultivo de chile con insectos benéficos.

Plaga	Nombre científico	Organismo benéfico	Individuos por hectárea	Organismo benéfico	Individuos por hectárea
Pulgón saltarín	*Paratrioza cokerelli*	Crisopa	10,000		
Gusano soldado	*Spodoptera*	Crisopa	10,000	Trichograma	100,000
Pulgón myzus	*Mysus persicae*	Crisopa	10,000		
Mosquita blanca	*Bemissia argentiffoli*	Crisopa	10,000		
Chinche lygus	*Lygus spp*	Crisopa	10,000		
Gusano del fruto	*Heliothis zea*	Crisopa	10,000	Trichograma	100,000

Cuadro 8. Control de plagas del cultivo de chile con bacterias entomopatógenas.

Plaga	Nombre científico	Organismo controlador	Nombre del producto comercial	Dosis kg/ha
Barrenillo del chile	*Anthonomus eugeni*	Bauveria bassiana		
Gusano del fruto	*Heliothis zea*	Bacillus thuringiensis	Crymax	1.0
Mosca blanca	*Bemissia argentiffoli*	Bauveria bassiana	Myco-Ralis	750 ml

Cuadro 9. Control de plagas del cultivo de chile con bacterias y hongos.

Enfermedad	Nombre científico	Organismo controlador	Nombre del producto comercial	Dosis kg/ha
Pudrición del cuello	*Phythoptora capsi*	Trichoderma harzianum	RootMate	0.5 lb/ha
Muerte de la raíz	*Rizoctonia solani*	Trichoderma	RootMate	0.5 lb/ha

		Harzianum Bacillus subtilis	Biopack-F	0.5-1.0 kg/ha
Estrangulamiento del tallo	*Fusarium spp*	Trichoderma harzianum		
Mancha bacteriana	*Xantomona campestri*	Bacillus subtilis	Serenade	1.5-2.0
Cenicilla del chile	*Levilula taurica*	Bacillus subtilis Bicarbonato de potasio	Serenade MilStop	1.5-2.0 2.0-4.0
Tizón temprano	*Alternaría solani*	Bacillus subtilis Bicarbonato de potasio	Serenade MilStop	1.5-2.0 2.0-4.0

Mención especial requieren las micorrizas en este apartado de control biológico de plagas y enfermedades. La asociación de las micorrizas con las raíces de los vegetales, datan desde el Devónico, es decir, hace 400 millones de años (Simon *et al.*, 1993; Taylor, 1995) y es de las simbiosis más frecuentes en los agroecosistemas y ecosistemas en donde se presenta la flora terrestre, ya que se considera que más del 95 % de las plantas están asociadas a estos hongos simbiontes, en especial los hongos micorrízicos arbusculares.

Estos hongos se consideran biotrofos obligados, es decir que para su desarrollo y reproducción requieren el sistema radical del hospedero, de modo que puedan satisfacer su alimento energético, cuya base son las diferentes fuentes de carbono generadas por el proceso fotosintético de las plantas y a su vez, los hongos micorrízicos arbusculares permiten a la planta un mejor aprovechamiento del agua y de los nutrimentos, especialmente el fósforo cuando este es limitado y el suelo también es beneficiado por estos hongos, al permitir la agregación de sus partículas, evitando con ello las fuertes pérdidas del suelo por los agentes erosivos, tales como la lluvia y el viento.

Es muy importante considerar que la interacción de estos hongos micorrízicos con otros microorganismos, permite regular las poblaciones de microorganismos fitopatógenos de habito radical y mediante la habilidad que tienen los hongos micorrízicos de incrementar la microbiota benéfica, ésta puede presentar actividad

antagónica, ya sea por antibiosis o por micoparasitismo contra hongos fitopatógenos, tales como Phitophtora infestans, Fusarium, Rhizoctonia, Pythium y Sclerotium (Ferrera-Cerrato, 1995; Ferrera-Cerrato *et al.*, 1998; González *et al.*, 1993).

Los hongos micorrízicos arbusculares se localizan en diferentes tipos de agroecosistemas, climas y tipos de suelo. Su presencia puede ser nula o escaza en suelos con problemas de erosión en los cuales la superficie donde habitan los hongos se pierde, en suelos fumigados o con aplicaciones de plaguicidas en grandes cantidades y en suelos perturbados por la explotación mineral. En los lotes agrícolas en los que se cultiva chile se recomienda identificar, si es que los hay, el tipo de hongos micorrízicos nativos, o bien, inocular el cultivo a través de cepas comerciales de los géneros Glomus, Paraglomus, Acaulospora o Gigaspora (Sieverding, 1983).

Prácticas de agricultura ecológica y sustentable

La agricultura ecológica sustentable no sólo privilegia el control biológico, sino también hace énfasis en el uso de productos naturales a base de extractos y purines de plantas para el control de plagas y enfermedades y además, incluye la rotación de cultivos (Cuadro 10). Para tal propósito se enlistan algunas sugerencias y recomendaciones que ya se han puesto en práctica con algunos productores de chile de los municipios de Simón Bolívar y Nazas.

Cuadro 10. Control de plagas y enfermedades con productos naturales.

Plagas y enfermedades	Preparados naturales	Proceso	Dosis	Recomendaciones
Hongos en general	Purín de ortiga	Macerar por tres semanas 1 kg fresco de ortiga en 10 litros de agua	Disolver un litro del purín en litros de agua	Aplicar al follaje
Hongos en general	Infusión de cola de caballo	Hervir en 10 litros de agua 1 kg fresco de cola de caballo	Disolver un litro de infusión en 15 litros de agua	Aplicar al follaje y al cuello de la planta
Fungicida y bactericida general	Propóleo	Preparado comercial	Disolver 3 mililitros por litro de agua	Aplicar al follaje y al cuello de la planta
Pulgones, mosquita blanca, minador de la hoja y araña roja	Aceite de neem	Preparado comercial	1.5 mililitros por litro de agua	Aplicar al follaje
Pulgones, mosquita blanca, paratrioza y araña roja	Jabón potásico	Preparado comercial	20 mililitros del producto por cada litro de agua	Aplicar al follaje

Rotación de cultivos

La rotación de cultivos se refiere a la disposición a lo largo del tiempo de los cultivos en una misma parcela y ofrece las siguientes ventajas:

1.- Evita el agotamiento de la tierra. El cultivo continuado de la misma especie o especies de la misma familia en la misma parcela, provoca la fatiga del suelo y se debe a la extracción continuada de los mismos nutrientes del suelo, situación que impide el óptimo desarrollo del cultivo y consecuentemente una disminución en la producción. Por tal razón, conviene alternar especies de enraizamiento superficial con especies de enraizamiento profundo ya que extraen nutrientes de diferentes capas del suelo. El chile (*Capsicum annuum* L.), pertenece a la familia solanácea, al igual que el tomate, la berenjena, la papa y el tabaco.

2.- Algunas especies son limpiadoras o asfixiantes, su rápido crecimiento y densa vegetación ahogan a las malas hierbas, entre estos cultivos se encuentran la col, coliflor, alfalfa y gramíneas. Otras en cambio, tales como el ajo, la cebolla y el chile, debido a su lento crecimiento, permiten que las malas hierbas se propaguen, por lo que conviene alternar unas y otras.

3.- Con las rotaciones se rompe el ciclo de los diferentes organismos que perjudican a los cultivos y se favorece la presencia de sus enemigos naturales. El cultivo continuado de una misma

especie o especies de la misma familia, hace que aumenten las poblaciones de parásitos, tales como insectos, ácaros, hongos, bacterias, virus y nematodos.

El principio fundamental de la rotación es la sucesión, en la parcela, de cultivos con distintas necesidades de nutrición y diferentes sistemas radiculares. Las raíces de las diferentes plantas que se alternarán explorarán distintas capas de suelo y extraer, de forma equilibrada, los elementos fertilizantes que en el suelo se liberen.

El chile (*Capsicum annuum* L.), pertenece a la familia solanácea, al igual que el tomate, la berenjena, la papa y el tabaco y su profundidad de exploración radicular en el suelo es media, debiendo alternar con cultivos de exploración superficial, tales como maíz, avena y trigo y que pertenecen a la familia de las gramíneas o bien con otras hortalizas de exploración radicular superficial, tales como la col, col de Bruselas y coliflor pertenecientes a la familia botánica de las crucíferas; lechuga, perteneciente a la familia de las compuestas; cebolla y ajo, pertenecientes a la familia de las liliáceas o bien, alternar con cultivos hortícolas de raíz profunda, tales como la calabacita de la familia de las cucurbitáceas.

De acuerdo a los principios de la rotación de cultivos, en los lotes agrícolas en los que se establece el cultivo de chile, deberá dejar de cultivarse chile, tomate y berenjena y en su lugar deberán

establecerse cultivos de las familias de las gramíneas, crucíferas, compuestas, liliáceas o cucurbitáceas ya mencionadas.

Comercialización de chile en la región Lagunera

Uno de los principales problemas que enfrentan los productores de chile en la región Lagunera, y que tienen que ver con las instituciones de gobierno involucradas con el sector rural son los bajos niveles de vinculación, organización, transferencia y comercialización de su producción. Y de estos, la comercialización de su producción ha sido el más grave problema que han enfrentado aisladamente los productores, y por falta de organización, han sido presa fácil de los intermediarios y coyotes.

Para contrarrestar la desorganización y la falta de oportunidades en la transferencia de tecnología y la comercialización de la producción de chile, a partir del año 2013 se formalizó la integración del Sistema Producto chile en la Región Lagunera de Durango, el cual a través de sus titulares, está promoviendo la organización de los productores así como la colocación de la producción a través de convenios previos de comercialización con diferentes enlatadoras de chile, como es el caso de Clemente Jacques de la Cd. de Puebla, Márquez Brothers de Romita, Gto., Deshidratadora Ags., DASA de Ags., Chiles Carey de Guadalajara, Jal., y en menor medida la Morena de puebla y la Costeña de Ecatepec, Estado de México.

Las enlatadoras mencionadas, en relación a la producción de chile jalapeño de los ciclos agrícola 2012 y 2013, compraron a $ 5.00 el kilogramo de chile despezonado y a $ 4.50 con pezón y las centrales de abastos de la región Lagunera compraron exclusivamente chile fresco a $ 3.00 y $ 5.00 el kilogramo, con tamaño uniforme y en arpilla verde brillante. En el caso de las enlatadoras, aceptaban cualquier tipo de arpilla, con chiles de todos los tamaños, preferentemente sanos y picosos.

Definitivamente, las opciones más seguras para la comercialización del chile jalapeño fresco son las enlatadoras, el mercado local para consumo en fresco tiene muchas altibajas e incertidumbre, ya que no hay la oportunidad de que los productores formalicen con los compradores previos convenios de comercialización.

En cuanto a la producción de chiles del tipo Misisipi y Cayene, los cuales son cultivados por productores del municipio de Mapimí, no han tenido mayores problemas para su colocación, ya que se establecen con previos convenios de comercialización con diversas compañías exportadoras para la producción de colorantes industriales.

Los productores de chile que requieren apoyo y asesoría para la comercialización de su producción son los que cultivan chile para deshidratar del tipo ancho y que son principalmente los municipios de Simón Bolívar y Rodeo, estos municipios son los que deben tener mayor apoyo del Sistema Producto chile de la Región

Lagunera de Durango para organizarlos en su producción y comercialización.

Recomendaciones generales

1.- La producción de chile en la Región Lagunera del Estado de Durango tanto para consumo en fresco como deshidratado, es una actividad con alto potencial de rentabilidad tanto a campo abierto como con agricultura protegida.

2.- Es conveniente que los productores, organizados y en coordinación con los directivos del sistema producto chile, produzcan su propia planta en la misma Región Lagunera bajo condiciones de invernadero, con esta práctica tienen la garantía de obtener planta libre de patógenos y a un menor costo de la que compran y maquilan en otros estados, la tecnología para tal propósito está disponible en el INIFAP.

3.- De acuerdo a la experiencia obtenida con las actividades desarrolladas y plasmadas en esta publicación y con la interacción con los propios productores, es factible prolongar el cultivo de chile con poda de mata o a tres y cuatro tallos, tanto en agricultura protegida como a campo abierto, excepto en híbridos o variedades precoces.

4.- Se recomienda a los productores nuevos que quieran empezar a producir cosechas con agricultura protegida, incursionen en la

modalidad de macro túnel, con techumbre de polietileno y malla sombra sobre el polietileno y con las secciones perimetrales totalmente libres, sin cubierta, ya que los invernaderos y casa sombra totalmente cubiertos, resultan estructuras con muy alto costo de construcción y de operación debido a las altas temperaturas que acumulan en su interior en la temporada alta de calor en la Región.

5.- Se recomienda a los productores de chile que desarrollen su actividad bajo un sistema de agricultura por contrato, auxiliándose con los directivos del sistema producto chile de la Región Lagunera, esto con el propósito de dar certidumbre a su inversión y a la comercialización del producto.

Literatura citada

Amador R. M.D., F. Mojarro D. y A. G. Bravo L. 2006. Generación y validación de tecnología para el control de malezas en chile. Informe interno de investigación Ciclo 2004-2006. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas, México.

Amador R. M. D., R. Velásquez V., A. G. Bravo L. y R. Gutiérrez L. 2005. Iinterference of weeds on growth and yield of transplanted dry chilli pepper.

Amador R. M. D. 2002. Critical period of weed control in transplanted chilli pepper. Weed Res. 42:203-209.

Castellanos J. Z., J. X. Uballe Bueno y A. Aguilar S. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Intagri, México. 2ª Edición. pp 201

CATIE. 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile. Turrialba, Costa Rica. 168 p. Informe Técnico.

Fernández L. V.O. 2001. Tecnología para la producción de biopesticidas a base de Hongos Entomopatógenos y su control de la calidad. Laboratorio de Hongos Entomopatógenos. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). La Habana Cuba. 10p.

Ferrera-Cerrato R. y A. Alarcón. 1998. Importancia de la simbiosis en la agricultura, en programa y resúmenes II Simposium Nacional de la Simbiosis Micorrízica, Colima, México, 4-6 de Noviembre, pp. 1-2.

Ferrera-Cerrato R. 1995. Efecto de Rizosfera, en R. Ferrera-Cerrato y J. Pérez-Moreno (eds.), Agromicrobiología. Elemento útil en agricultura sustentable, colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Estado de México, pp. 36-53.

García, E. R. 2007. Control biológico y supresividad. En Ferrera CR, Alarcón A (Eds.) Microbiología Agrícola para el Siglo XXI. Trillas. México. pp. 328-341.

Goldberg N. P. 1995. Chile pepper deseases. Agricultural Experiment Station, College of Agriculture and Home Economics. New México State University. 20 p

González Ch., M. C., R. Ferrera-Cerrato y A. Alarcón 1993. Purificación y selección de hongos endomicorrizicos para cultivos de interés agrícola, frutícola, hortícola y ornamental, en J. Pérez M. y R. Ferrera-Cerrato (eds.) Avances de Investigación Área de Microbiología, PROEDAF-Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Posgraduados, pp. 172-177.

Jiménez D. F. 1994. Manejo integrado de los virus en hortalizas. pp.12-17. In: 1er Día del horticultor. 4° Día del melonero. SARH-INIFAP-CIRNE-Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coah. México. Publicación Especial N° 47:12-17.

Macías R. H., J. A. Muñoz V., M del C. Potisek T., M. A. Velásquez V., 2012. Chile habanero: su cultivo como alternativa de producción para las zonas áridas del norte de México. Simposio Nacional: Los recursos agua, suelo y vegetación y su relación con el desarrollo del sector agropecuario y forestal de México. INIFAP CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo. México. pp 29-30.

Macías, P. E. 2011. Experiencias comerciales con el manejo de microorganismos benéficos para el control de enfermedades radiculares. pp 163-1771 in: Curso Internacional sobre Biofumigación, una alternativa ecológica para manejar las enfermedades radiculares y mejorar la fertilidad del suelo. Guadalajara, Jalisco, México.

Macías R. H., J. A. Muñoz V., M. A. Velásquez V. y L. Valenzuela N. 2009. Evaluación de tipos de almácigos para la producción de plántula de chile (Capsicum annuum L.) en la region de Nazas, Dgo. AGROFAZ. 9: 7-16

Macías R. H., J. A. Muñoz V., M. A. Velásquez V., A. Vega P. 2009. Tecnología de producción de plántula y cosecha de chile con praticultura en la Región Lagunera. Memoria Red Temática Agua. p. 1-2

Macías R. H., J. Arcadio Muñoz Villalobos, Miguel A. Velásquez Valle. 2009. Uso potencial de bioespacios para la producción de chile y tomate en la region lagunera para el sector social. p. 831-836. R. Zuñiga T., C. Vázquez V. (eds.) In: Memorias de la XXI Semana Internacional de Agronomía. FAZ- UJED. Gómez Palacio, Dgo. México.

Macías R. H., J. A. Muñoz V., M. A. Velásquez V., A. Vega P., I. Sánchez C. y J. Martínez S. 2007. Tecnología de producción de plántula libre de virus

en invernadero y acolchados para el cultivo de chile en la región Lagunera. AGROFAZ. 7: 167 – 174.

Mena C. J. 2005. Bioecología de insectos chupadores de chile y tomate en Zacatecas. In. A. G. Bravo L., O. Poso C. y L. H. Hernández A. (eds.) Second World Pepper Convention 2005, Zacateas, Zac., México 14-16 de agosto del 2005. pp17-21.

Sieverding, E. 1883. Manual de métodos para la investigación de la micorriza vesículo arbuscular en el laboratorio. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali. Colombia 1983.

Simon L., J. Bousquet, R. Levesque y M. Lalonde. 1993. Origen and diverisification of endomicorrhyzal fungi and coincidence with vascular land plants, en nature, vol. 363, pp. 67-69.

Taylor, T. N., W. Remy, H. Hass y H. Kerp. 1995. Fossil arbuscular mycorrhizas from the early Devonian, Mycologia, vol. 87, pp. 560-573.

Velásquez V., R., M. M. Medina A. 2003. La Pudrición de la raíz de chile (Capsicum annuum L.) en el norte-centro de México. I. Estudios básicos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags., México. 26 p. (Folleto Científico Núm. 14).

Velásquez V. R., M. M. Medina A. y J. Mena C. 2002. Guía para identificar y manejar las principales enfermedades parasitarias del chile en Aguascalientes y Zacatecas. Campo Experimental Pabellón, CIRNOC, Folleto técnico No 20, 41p.

Velásquez V., R., M. M. Medina A. y J. J. Luna R. 2001. Sintomatología y géneros de patógenos asociados con pudriciones de la raíz del chile en el Norte-Centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología. 19:175-181.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fue financiado por la FUNDACION PRODUCE DURANGO A. C., a través de los proyectos:

"Transferencia de tecnología en producción de plántula de chile bajo condiciones de invernadero en la región del Nazas para obtener chile con calidad de exportación."

"Producción de plántula de chile libre de virus en la región lagunera"

"Transferencia de tecnología a través de experiencias exitosas en chile en las regiones de Poanas y Simón Bolívar"

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

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

Sede de Centro de Investigación Regional

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria

Campo Experimental

COMITÉ EDITORIAL DEL CEÑID-RASPA

Presidente: Dr. José Antonio Cueto Wong

Secretario: Dr. Miguel A. Velásquez Valle

Vocales: Dr. Juan Estrada Avalos

M.C. Miguel Rivera González

Revisores Técnicos:

Dr. Adrián Vega Pina

Dr. Jesús Arreola Ávila

Edición y Diseño:

Gerardo Esquivel Arriaga

La presente publicación termino de imprimir en Noviembre de 2013 en la imprenta Carmona Impresores. Calzada Lázaro Cárdenas No. 850, Col. Eduardo Guerra, Torreón, Coahuila. Su tiraje consta de 500 ejemplares

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DISCIPLINARIA RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTAATMÓSFERA

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG
Director

ING. ARMANDO ESTRADA GONZÁLEZ
Jefe de Operación

LIC. FLOR CARINA ESPINOZA DELGADILLO
Jefe Administrativo

PERSONAL INVESTIGADOR

Bueno Hurtado Palmira
Catalán Valencia Ernesto Alonso
Cerano Paredes Julián
Constante García Vicenta
Delgado Ramírez Gerardo
Esquivel Arriaga Gerardo
Estrada Ávalos Juan
González Barrios José Luis
González Cervantes Guillermo
Inzunza Ibarra Marco Antonio
Jacobo Salcedo Rosario
Macías Corral Maritza
Muñoz Villalobos Jesús Arcadio
Potisek Talavera María del Carmen
Rivera González Miguel
Román López Abel
Sánchez Cohen Ignacio
Trucíos Caciano Ramón
Velásquez Valle Miguel Agustín
Villa Castorena María Magdalena
Villanueva Díaz José

WWW.INIFAP.GOB.MX

La presión en el uso de los recursos naturales ha ocasionado el deterioro continuo y progresivo de los mismos. La falta de información del comportamiento hidrológico ha limitado el diseño e implementación de buenas prácticas de manejo; con las cuales se asegure a largo plazo la productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción en zonas áridas. Con el uso de técnicas como la simulación de lluvia fue posible parametrizar el Método de Curva Numérica y así caracterizar diferentes sistemas de manejo del suelo y vegetación desde un punto de vista de la conservación del suelo y agua. Con este Método se obtuvieron valores de la lámina escurrida para diferentes valores de precipitación y usos de suelo.

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

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias