GUÍA PARA CULTIVAR JITOMATE EN CONDICIONES DE MALLA SOMBRA EN SAN LUIS POTOSÍ

Cesario Jasso Chaverría, Miguel Ángel Martínez Gamiño, José Régulo Chávez Vázquez, Jorge Alberto Ramírez Télles y Enrique Garza Urbina

GOBIERNO FEDERAL

SAGARPA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Vivir Mejor

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional del Noreste
Campo Experimental San Luis San Luis Potosí, S.L.P.
Folleto Técnico No. MX-0-310305-49-03-17-09-44 Agosto de 2012.
ISBN 978-607-425-821-9

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

LIC. FRANCISCO JAVIER MAYORGA CASTAÑEDA
Secretario
M.Sc. MARIANO RUIZ - FUNES MACEDO
Subsecretario de Agricultura
ING. IGNACIO RIVERA RODRÍGUEZ
Subsecretario de Desarrollo Rural
ING. ERNESTO FERNANDEZ ARIAS
Subsecretario de Alimentación y Competitividad
M.Sc. JESÚS ANTONIO BERUMEN PRECIADO
Oficial Mayor

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

DR. PEDRO BRAJCICH GALLEGOS
Director General
DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación
M.Sc. ARTURO CRUZ VÁZQUEZ
Coordinador de Planeación y Desarrollo
LIC. MARCIAL A. GARCÍA MORTEO
Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL NORESTE

DR. SEBASTIÁN ACOSTA NÚÑEZ
Director Regional
DR. JORGE ELIZONDO BARRÓN
Director de Investigación, Innovación y Vinculación
DR. ISIDRO HUMBERTO ALMEYDA LEÓN
Director de Planeación y Desarrollo
DR. JOSE LUIS CORNEJO ENCISO
Director de Administración
M.C. JOSE LUIS BARRON CONTRERAS
Director de Coordinación y Vinculación en San Luis Potosí

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL NORESTE

CAMPO EXPERIMENTAL SAN LUIS

Guía para cultivar jitomate en condiciones de malla sombra en San Luis Potosí

Dr. Cesario Jasso Chaverría
Ex Investigador del Programa de Hortalizas
Campo Experimental San Luis. CIRNE-INIFAP

Dr. Miguel Ángel Martínez Gamiño
Investigador del Programa de Frijol y Garbanzo
Campo Experimental San Luis. CIRNE-INIFAP

Dr. José Régulo Chávez Vázquez
Profesor-Investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Dr. Jorge Alberto Ramírez Télles
Profesor-Investigador de la Facultad de Ciencias Químicas
de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí

MC. Enrique Garza Urbina
Investigador del Programa de Sanidad Forestal y Agrícola
Campo Experimental Las Huastecas. CIRNE-INIFAP

Agosto 2012
Folleto Técnico Núm. MX-0-310305-49-03-17-09-44
ISBN: 978-607-425-821-9

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias.
Progreso No. 5
Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán
C. P. 04010 México, D. F.
Tel. 01 (55) 3871-8700

Guía para cultivar jitomate en condiciones de malla sombra en San Luis Potosí

ISBN 978-607-425-821-9

Clave INIFAP/CIRNE/A-496

Primera edición 2012

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 de la Institución.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
MALLA SOMBRA	2
Ventajas	3
Inconvenientes	3
REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DEL JITOMATE	4
Temperatura	4
Humedad	4
Luminosidad	5
Radiación	5
Ventilación	5
FERTILIZANTES PARA PREPARAR SOLUCIONES NUTRITIVAS	5
HÍBRIDOS DE JITOMATE PARA MALLA SOMBRA	8
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA	10
Sustratos utilizados en la producción de plántulas	11
Bandejas para la producción de plántulas	11
Lavado y desinfección de bandejas	12
Prevención de plagas y enfermedades	12
Siembra	12
Riegos	13
Solución nutritiva	13
Edad de trasplante	14
PREPARACION DEL SUELO	14
Época de preparación del suelo	14
Barbecho con multiarado	15
Rastreo	15
Nivelación	15
Trazo de camas	16
Acolchado del suelo con películas plásticas	16
Selección del plástico	17
Colocación del plástico	17
Trasplante	18
Densidad de plantación y arreglo espacial	19
RIEGO	19

Cabezal de riego 20
Tipo de cintilla a utilizar 20
Colocación de la cintilla 20
Frecuencia e intensidad del riego 21
SOLUCIÒN NUTRITIVA 22
pH y Conductividad Eléctrica 22
Corrección del pH 23
ENTUTORADO 23
PODA 23
POLINIZACIÓN 24
PLAGAS 25
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS 25
Muestreo, prevención y control de plagas 27
ENFERMEDADES 27
Muestreo, prevención y control de enfermedades 29
DESORDENES FISIOLÓGICOS 29
COSECHA 31
RENDIMIENTO ESPERADO 32
DOMINIO DE RECOMENDACIÓN 33
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 33

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Estructura típica de una Malla Sombra.	3
Figura 2	Preparación del suelo con multiarado para la formación de camas en Malla Sombra.	16
Figura 3	Formación de camas y colocación de la cintilla en Malla Sombra.	17
Figura 4	Acolchado de las camas de siembra en Malla Sombra.	18
Figura 5	Altos rendimientos y calidad de fruto, características de la producción de jitomate en Malla Sombra.	32

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Fertilizantes comunes en la preparación de soluciones nutritivas (Jasso, *et al.*, 2011a).	7
Cuadro 2	Densidad y riqueza de los principales ácidos comerciales (Jasso, *et al.*, 2011a).	8
Cuadro 3	Solución nutritiva para producción de plántulas de jitomate en invernadero (Jasso, *et al.*, 2011a).	14
Cuadro 4	Solución nutritiva para jitomate cultivado en condiciones de Malla Sombra (Jasso *el al.*, 2010).	22
Cuadro 5	Relación de insecticidas para el control de plagas en jitomate cultivado en Malla Sombra.	28
Cuadro 6	Principales enfermedades que afectan al cultivo del jitomate en Malla Sombra.	30

GUÍA PARA CULTIVAR JITOMATE EN CONDICIONES DE MALLA SOMBRA EN SAN LUIS POTOSÍ

Cesario Jasso Chaverría[1]
Miguel Ángel Martínez Gamiño[2]
José Régulo Chávez Vázquez[3]
Jorge Alberto Ramírez Télles[4]
Enrique Garza Urbina[5]

INTRODUCCIÓN

El cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) ocupa un lugar preponderante dentro de los cultivos hortícolas que se producen en condiciones de agricultura protegida en el Estado de San Luis Potosí. El cultivo adquiere importancia tanto en el ámbito social como económico, debido a la gran cantidad de mano de obra que su explotación demanda; es considerado altamente redituable y generador de divisas. Durante el año 2010, la superficie destinada a la horticultura protegida en el Estado fue del orden de las 1,500 hectáreas, de las cuales 1,285 hectáreas correspondieron al cultivo de jitomate; de ellas, aproximadamente el 60% corresponde a la modalidad de malla sombra, con un rendimiento medio estimado en 115 toneladas por hectárea (Jasso *et al., 2011a)*.

La tecnología de producción de jitomate en ambiente controlado abre amplios horizontes para la economía de los horticultores. Dentro de l as ventajas que ofrece el uso de malla sombra se tienen las siguientes: disminución de hasta el 25% del agua requerida para el

[1] Ex Investigador del Programa de Hortalizas. Campo Experimental San Luis. CIRNE-INIFAP.
[2] Investigador del Programa de Frijol y Garbanzo. Campo Experimental San Luis. CIRNE-INIFAP.
[3] Profesor-Investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
[4] Profesor-Investigador de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
[5] Investigador del Programa de Sanidad Forestal y Agrícola. Campo Experimental Las Huastecas. CIRNE-INIFAP.

cultivo, reducción de la contaminación, menor tiempo a inicio de cosecha, rendimientos que superan hasta en 300% más a los que se obtienen en condiciones de campo abierto y finalmente la obtención de alta calidad de las cosechas (Cook, 2007)

El objetivo de esta publicación es proporcionar información sobre la tecnología para producir jitomate en condiciones de malla sombra en el Altiplano de San Luis Potosí, de manera que la implementación de esta tecnología contribuya a incrementar la rentabilidad del cultivo en las zonas productoras de jitomate en el Estado.

MALLA SOMBRA

Es una estructura metálica construida a base de tubo redondo galvanizado, anclajes a base de varilla de hierro corrugado, trenzas y cordones de hierro, así como alambre para sujetar la malla anti-insectos. La malla es confeccionada con monofilamento transcarnado y tratado con aditivo contra rayos ultravioleta. La estructura permite protección a los cultivos durante condiciones de estrés. Estas condiciones de estrés ocasionan disminuciones en el rendimiento. Sin embargo, el sombreado permite que las plantas crezcan en mejores condiciones, mejorando así la calidad y rendimiento de los cultivos. Las mallas ofrecen protección contra insectos, viento, arena, granizo y heladas de baja intensidad, aumentando la probabilidad de mayores rendimientos y mejor calidad de frutos. Las mallas de 10x20 (50 mesh) presentan aberturas tan pequeñas que impiden el paso de los insectos; están tratadas contra rayos ultravioleta, propician temperaturas más bajas, porcentaje de sombreado constante (Matallana y Montero, 2001).

El uso de las mallas sombra en la producción agrícola se basa principalmente en la necesidad de una mayor área de ventilación, lo que derivó en la sustitución de la cubierta plástica por una cubierta porosa. Esto supone una mayor área de intercambio de aire, y con ello, reducción

de los gradientes de temperatura, y un nivel conveniente de dióxido de carbono (Anaya, 1993).

La Asociación Mexicana de Horticultura Protegida, A.C. (AMHPAC), 2010, considera que las principales ventajas y desventajas en la producción de jitomate son las siguientes:

Figura 1. Estructura típica de una Malla Sombra.

Ventajas

Precocidad en la obtención de frutos.
Aumento en el rendimiento (3 a 4 veces más que en campo abierto).
Calidad de las cosechas (frutos limpios, sanos y uniformes).
Alta eficiencia en el uso del agua y de los fertilizantes.
Posibilidades de acceder al mercado de exportación.
Obtención de altas relaciones beneficio/costo.
Generación de empleos.
Mejor control de plagas y enfermedades.
Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

Inconvenientes

Alta inversión inicial.
Alto costo de operación.
Se requiere personal especializado, de experiencia práctica y conocimientos teóricos.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DEL JITOMATE

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos los factores se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de éstos, incide sobre los demás (Castellanos, 2009).

Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo para el cultivo del jitomate oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 14 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan la fructificación por mal desarrollo de óvulos, el desarrollo de la planta y del sistema radicular también se afectan. Temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C ocasionan que la fecundación sea defectuosa o nula en variedades e híbridos muy sensibles a este factor.

La maduración del fruto está muy influenciada por la temperatura en lo que se refiere a precocidad y color, de manera que valores cercanos a los 10° C así como superiores a los 30° C originan tonalidades amarillentas. No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos, especialmente con la humedad relativa.

Humedad

La humedad relativa óptima para el cultivo de jitomate oscila entre el 60% y 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas en el follaje, agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. La presencia de una humedad relativa baja dentro de la malla sombra también afecta la fecundación ya que el polen se reseca demasiado, lo que dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de floración y fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos, durante el período vegetativo, resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

Radiación

El jitomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere de una buena iluminación. Iluminaciones limitadas originan reducción en la fotosíntesis neta e implican mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y en la producción. Valores de radiación total diaria alrededor de 0,85 MJ m^{-2}, son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado, siendo preferible mayor iluminación en menor período de tiempo que iluminaciones bajas durante un mayor tiempo.

Ventilación

La ventilación es un aspecto fundamental en la producción de cultivos protegidos, ya que facilita la entrada de aire fresco y elimina el aire caliente que se acumula dentro de la malla sombra, también ayuda a renovar los niveles de oxigenación por lo que es indispensable que la orientación de la malla sombra permita buena circulación del aire con el objeto de renovar el que se encuentra en el interior y bajar la humedad relativa para evitar problemas de enfermedades.

FERTILIZANTES PARA PREPARAR SOLUCIONES NUTRITIVAS

Para la nutrición del jitomate en condiciones de malla sombra se utilizan soluciones nutritivas, las que incluyen todos los elementos esenciales o bien parte de ellos. Debido a que los fertilizantes se aplican a través del sistema de riego por goteo, estos deben reunir ciertas características, dentro de las cuales, las más importantes son: solubilidad, pureza y compatibilidad (Jasso *et al.,* 2009).

Solubilidad. Los fertilizantes deben ser altamente solubles en agua, para obtener en disolución los elementos contenidos en ellos mismos y evitar obturaciones a lo largo de las tuberías y goteros. Se deben descartar todos los fertilizantes que contengan aditivos para mejorar su conservación o para hacer más lenta su liberación. Los fertilizantes sólidos para fertirrigación deben llevar especificado en sus etiquetas las denominaciones “cristalino soluble” o “soluble para fertirrigación”. Existen también en el mercado fertilizantes con la denominación grado invernadero, los cuales podemos identificar por las letras GG (Greenhouse Grade) los cuales han sido elaborados especialmente para su utilización en la nutrición de cultivos de invernadero.

Pureza. En la preparación de soluciones nutritivas es de vital importancia que los fertilizantes que han de ser inyectados a través del agua de riego, contengan la menor cantidad de impurezas, ya que además de ser una fuente de contaminación, originan problemas de taponamiento de los emisores. Por lo que es aconsejable utilizar productos de alta calidad y concentración nutrimental. Es conveniente evitar el uso de fertilizantes que contengan alto índice salino y aquellos que contengan sustancias tóxicas.

Compatibilidad. Problemas de compatibilidad pueden ocurrir cuando se mezclan fertilizante líquidos, sólidos o mezclas de fertilizantes líquidos y sólidos. La compatibilidad es una propiedad que se debe tener muy en cuenta al momento de preparar las soluciones nutritivas o al realizar mezclas de fertilizantes, ya que de lo contrario se corre el riesgo de formación de compuestos insolubles que formarán precipitados. Como regla general, en la preparación de soluciones nutritivas concentradas, el ión sulfato es incompatible con el calcio y los fosfatos con el calcio y con el magnesio. Para hacer una buena elección de los fertilizantes a utilizar, es importante conocer los elementos contenidos en el agua de riego y su concentración, además de algunas características como pH, conductividad eléctrica, dureza, sólidos solubles totales, concentración de carbonatos, bicarbonatos, etc.

Cuadro 1. Fertilizantes comunes en la preparación de soluciones nutritivas (Jasso, *et al.*, 2011a).

Fertilizante	Formula	Riqueza (%)	Peso mol.	Sol. (g L^{-1})
Nitrato de calcio	$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	15.5 N,19 Ca	263.0	1,020.0
Nitrato de amonio	NH_4NO_3	33.5 N	80.04	1,900.0
Fosfonitrato	$P(NO_3)_3$	32-02-00	175.0	1,185.0
Urea	$CO(NH_2)_2$	46 N	60.07	1,080.0
Sulfato de	$(NH_4)_2SO_4$	21-00-	132.13	412.2

amonio		00-22 (S)		
Fosfato monopotásico	KH_2PO_4	00-52-32	136.09	230.0
Fosfato monoamónico	$NH_4H_2PO_4$	11-52-00	115.0	225.0
Fosfato diamónico	$(NH_4)_2\ HPO_4$	18-46-00	132.06	400.0
Nitrato de potasio	KNO_3	13-00-46	101.10	380.0
Sulfato de potasio	K_2SO_4	00-00-50	174.30	110.0
Cloruro de potasio	KCL	00-00-60	74.55	340.0
Cloruro de calcio	$CaCl_2$	36 (Ca)	110.99	746.0
Sulfato de magnesio	$MgSO_4.7H_2O$	10 (mg)–13 (S)	246.3	710.0
Fe EDTA	[Fe(NH3)6]3+	7Fe	292.24	90.0
Sulfato de zinc	$ZnSO_4.\ 7H_2O$	23 (Zn)	287.0	750.0
Sulfato de cobre	$CuSO_4.\ 5H_2O$	25 (cu)	249.7	203.0
Sulfato de Manganeso	$MnSO_4.\ H_2O$	32 (Mn)	169.0	517.0
Bórax	$Na_2B_4O_7.10H_2O$	11 (B)	381.4	550.0
Molibdato de sodio	$Na_2MoO_4.2H_2O$	40 (Mo)	241.95	840.0
Molibdato de amonio	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$	58 (Mo)	1236.0	400.00
Ácido bórico	H_3BO_3	17.5 (B)	61.8	191.0
Ácido nítrico 56%	HNO_3	12.5% $N(NO_3^-)$	63.012	Liquido
Ácido fosfórico 75%	H_3PO_4	00-52-00	98.0	Liquido

Cuadro 2. Densidad y riqueza de los principales ácidos comerciales (Jasso, *et al.*, 2011a).

Densidad	**Riqueza % en peso**		
$g\ L^{-1}$	Ac. Nítrico	Ac. Fosfórico	Ac. Sulfúrico

1.20	33	34	40
1.30	48	46	39
1.40	65	58	50
1.50	95	69	60
1.58		75	
1.60		77	69
1.70		86	77
1.84			98

HÍBRIDOS DE JITOMATE PARA MALLA SOMBRA

El tipo de jitomate a establecer dependerá del propósito de consumo, ya sea que su destino sea para consumo en fresco o bien para la industria. En condiciones de malla sombra el tipo roma o saladette de hábito indeterminado es el más generalizado en el Estado. De acuerdo a ensayos realizados en el Campo Experimental San Luis del INIFAP en San Luis Potosí, los genotipos que han mostrados mejores resultados en cuanto a adaptación, rendimiento y calidad de fruto (Jasso, *et al.,*2011c) se describen a continuación. La información técnica de cada uno de los genotipos se obtuvo a partir de los reportes de las diferentes empresas que comercializan semilla de jitomate e México.

Cimabue (TO 1482)-Peotec Seeds. Híbrido de crecimiento indeterminado, de excelente vigor y cobertura con buena uniformidad de planta, de madurez intermedia, frutos de peso promedio de 110-130 g, muy firme de paredes gruesas y excelente vida de anaquel, su forma es ciruela-alargado. Este jitomate por su calidad se puede producir en condiciones protegidas y en campo abierto. Presenta tolerancia a: *Verticilium, Fusarium* razas 1 y 2, Nematodos, *Pseudomonas tomato*, Virus mosaico del Tabaco y *Pseudomonas syringae*.

Aníbal F1-Harris Moran. Jitomate tipo saladette, planta de buen vigor, produce altos rendimientos de frutos muy

uniformes de tamaño grande y extra-grande, y de excelente forma y maduración. Presenta alta resistencia a: Virus del Mosaico del Tomate, *Verticiliumalbo-atrum, Verticilium dahliae, Meloidogyne arenaria, Meloidogyne incognita, Meliodogyne javanica, Fusarium oxysporum f. sp.lycopersici* razas US 1 y 2.

El Cid F1-Harris Moran. Planta que combina sanidad, precocidad y vigor, muy bien adaptada a condiciones templadas, con buenos resultados en invernadero, malla sombra y campo abierto. Produce un elevado porcentaje de frutos extra grandes y grandes para el mercado de exportación, de excelente vida de anaquel. Frutos de color rojo brillante, de paredes gruesas y muy firmes ideal para embarques a larga distancia. Presenta resistencia a: *Verticilium alba-atrum, Verticilium dahliae, Fusarium oxysporum f.sp. lycopersisici* raza US 1 y 2, *Meloidogyne arenaria, Meloidogyne incognita, Meloidogyne javanica.*

Sahel-Rogers. Saladette. Híbrido indeterminado planta robusta que produce altos rendimientos, frutos muy uniformes de buena calidad, de hombros suaves, brillo y firmeza durante toda la temporada aún en condiciones adversas. Fruto extra grande a grande y de maduración intermedia, ideal para el mercado nacional y de exportación. Presenta alta resistencia/tolerancia a: *Fusarium oxisporum f.sp. lycopersici* raza 1 y 2, *Fusarium oxisporum f.sp. rdicis-lycopersici*, Tomato Mosaic Virus, *Verticilium* razas 1 y 2, *Stemphylium* y Nematodos.

Huno F1-Harris Moran. Híbrido indeterminado ideal para ciclos largos y cortos, ya que tiene excelente vigor y conserva tamaños grandes de fruto hasta los últimos cortes. Sus frutos son de larga vida de anaquel, con paredes gruesas y buena maduración a rojo. Este material se recomienda para invernadero, malla sombra y campo abierto. Es excelente para suelos infestados por *Fusarium* US 3. Presenta alta resistencia a. Virus del mosaico del

tomate, *Verticilium albo-atrum, Verticilium dahliae, meloidogyne arenaria, Meloidigyne incognita, Meloidogyne javanica, Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici* razas 1, 2 y 3.

Rafaello-Ahern. Jitomate indeterminado de buen vigor con una cobertura de planta ligeramente abierta, precoz, muy productivo, produce frutos grandes y extra-grandes. Su fruto es de forma acorazonado y alargado con paredes muy gruesas. Este híbrido se recomienda para invernadero, malla sombra y campo abierto. Presenta resistencia y/o tolerancia a: *Verticilium spp, Fusarium oxisporum f.sp. lycopersici, Fusarium oxisporum f.sp. rdicis-lycopersici*, Nematodos en general, Tomato Mosaic Virus, y Peca bacteriana.

Cuauhtémoc F1-Harris Moran. Jitomate Saladette de hábito indeterminado que produce frutos extragrandes ovalados, paredes gruesas, maduración uniforme, planta vigorosa con buena cobertura foliar y entrenudos medianos. Amplia adaptación a diferentes zonas. Presenta alta resistencias a *Verticilium albo-atrum, Verticilium dahliae, Fusarium oxisporum f.sp. lycopersici* razas US 1, 2 y 3, *Meloidogyne arena*, *Meloidigyne incognita, Meloidogyne javanica*. Resistencia intermedia a: Virus de la marchitez manchada, Virus de las hojas amarillas en cuchara del tomate.

Moctezuma F1. Saladette indeterminado con gran rendimiento de frutos de calidad, extragrandes, de excelente firmeza y vida de anaquel, excelente cuaje en calor, planta vigorosa de producción precoz. Tiene alta resistencia a: *Verticilium albo-atrum, Verticilium dahliae, Fusarium oxisporum f.sp. lycopersici* razas US 1, 2 y 3, *Cladosporium fulvum* razas A,B,C,D,E, *Meloidogyne arena, Meloidigyne incognita, Meloidogyne javanica* y Virus del mosaico del tomate. Resistencia intermedia a: Virus de la marchitez

manchada, Virus de las hojas amarillas en cuchara del tomate.

PRODUCCIÓN DE PLANTULA

Dentro del proceso de producción de las hortalizas y particularmente del cultivo del jitomate, la producción de plántulas es quizá una de las actividades más importantes, ya que el éxito depende en gran medida de la calidad de plántulas que se lleven a trasplante. El uso de trasplantes ha tenido gran impacto por la disminución de riesgos, adelanto en la cosecha, reducción de costos y por la utilización de semillas híbridas de alto costo. La forma más segura y eficaz de producir plántulas de buena calidad es en invernadero (Jasso, *et al.,* 2011a), cuyo objetivo es producir plántulas de alta calidad, buen vigor y libres de problemas de patógenos, para su trasplante en condiciones protegidas o en campo abierto.

Sustratos utilizados en la producción de plántulas

Existen en el mercado una gran diversidad de sustratos y marcas comerciales disponibles; dentro de los recomendados para la producir plántulas de tomate de alta calidad (Jasso, *et al.,* 2009) se tienen los siguientes:

Los más utilizados son a base de turba de Musgo Sphagnum como:

- Sunshine Mix 1. Contiene turba de Musgo Sphagnum, perlita, macro y micronutrientes, yeso, cal dolomítica y agente humidificante.

- Sunshine Mix 2. Contiene turba de Musgo Sphagnum, perlita, yeso, cal dolomítica y agente humidificante.

- Sunshine Mix 3. Contiene turba de Musgo Sphagnum, vermiculita fina, yeso, cal dolomítica y agente humidificante.

Otros sustratos de menor utilización: Germinaza Plus, Cosmo Peat, Sogemix, Pro-mix, Terralite, perlita y tacos de lana de roca, principalmente.

Bandejas para la producción de plántulas

Existen en el mercado charolas de 200, 248 y 338 cavidades, de poliestireno expandido o poliestireno de alto impacto; sin embargo, trabajos de investigación han demostrado que las charolas de 200 cavidades son las más recomendables para cultivos como el chile y jitomate, ya el tamaño de cavidad aloja una proporción de sustrato que permiten obtener plantas de alta calidad respecto al vigor, sanidad y buen sistema radicular (Jasso, *et al.,* 2011a).

Lavado y desinfección de bandejas

- Furadán 350 L (Carbofurán 33.21%) líquido 500 ml en 200 L de agua adicionar Captan (Captán 50%) ó Tecto 60 (Tiabendazol 60%) a razón de 300 g.

- Furadán 350 L (Carbofurán 33.21%) 500 ml + Previcur (Propamocarb 64%) y Derosal 500 D (Carbendazim 43%), a razón de 250 ml y 200 ml respectivamente, todo en 200 L de agua.

- Hipoclorito de sodio al 2%

- Vaporización entre 90-100 ºC

- Anibac 580 (desinfectante) actúa contra hongos, bacterias, virus y algas, dosis 1 L en 100 L de agua.

- Mect-5 (Microbicida), en dosis de 500 a 1000 ml disuelto en 100 L de agua.

- Virkon (Polvo de peroxigeno) Bactericida, fungicida, micobactericida, esporicida y viricida. Solución 0.25-0.50% y tratar las charolas 2-5 5.0 min.

Prevención de plagas y enfermedades

- Tratar la semilla con imidacloprid (Gaucho 70WS) a razón de un sobre de 35 g por cada medio kg de semilla, para evitar problemas con vectores de virus.

- Para *damping off*, aplicar una mezcla de Propamocarb (Previcur N) más Carbendazim (Derosal 500 D), 1 ml del producto comercial de cada uno de los fungicidas por L de agua.

Siembra

- Se humedece el substrato con suficiente agua para llevarlo aproximadamente a capacidad de campo y se llenan las charolas.
- Una vez llenas las charolas, se prensan con un rodillo que marca los orificios de siembra a una profundidad de 1.0 cm, profundidad adecuada para la siembra.
- Se coloca una semilla por cavidad.
- Se cubre la semilla con una capa de la mezcla a base de ¾ vermiculita y ¼ de substrato, o bien con el 100 % de vermiculita para asegurar una buena uniformidad de la humedad y evitar problemas de formación de algas en la superficie del sustrato, en seguida se riega hasta que el sustrato empiece a liberar agua.
- Se hacen estibas de aproximadamente 10 charolas y se cubren con plástico. En caso de contar con una cámara de germinación, no es necesario cubrir las charolas con plástico.
- Después de tres días se revisan las charolas para observar el inicio de la germinación; es conveniente revisar la emergencia dos veces al día.

- Al detectar las primeras plántulas emergidas, se retira el plástico y se distribuyen las charolas sobre las mesas en el invernadero.

Riegos

El tiempo y frecuencia del riego está en función del tipo de sustrato, tamaño de la planta y del medio ambiente del invernadero; generalmente un riego al día es suficiente, sin embargo, en etapas avanzadas y en condiciones de alta temperatura, es necesario aplicar dos riegos al día.

Las plántulas deben mantener humedad constante, el sustrato debe permanecer muy cerca de Capacidad de Campo.

Nunca debe utilizarse agua estancada, salina o con altos niveles de Cloro (Cl) o Sodio (Na).

Solución nutritiva

Aplicar a partir de los 8 días después de la emergencia, una mezcla de 100 g de fosfonitrato, 75 g de 18-46-00 y 100 g de nitrato de potasio, disueltos en 200 L de agua, dos o tres veces por semana (Jasso, *et al.,* 2011a).

Otra opción es preparar la solución nutritiva que aparece en el Cuadro 3 y aplicarla cada tercer día para el caso de *Peat moss,* y a nivel diario si se trata de plántulas en lana de roca u otro sustrato inerte.

Cuadro 3. Solución nutritiva para producción de plántulas de jitomate en invernadero (Jasso, *et al.,* 2011a).

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
----------ppm----------										

50	20	50	100	20	20	1.0	0.5	0.2	0.1	0.5

Edad de trasplante

El trasplante se lleva a cabo cuando las plántulas alcanzan una altura de 10 a 12 cm y sus tallos tienen más de 0.5 cm de diámetro, esto ocurre de 30 a 35 días después de haberse realizado la siembra, dependiendo de las condiciones climáticas y manejo (Jasso, *et al.,* 2011a).

PREPARACIÓN DEL SUELO

La preparación del suelo para el trasplante es una parte fundamental en el proceso productivo de los cultivos. La finalidad es la creación de características físicas óptimas para el establecimiento y crecimiento de las planta. La labranza primaria se ha utilizado tradicionalmente por dos razones. 1) remover la maleza y 2) propiciar un ambiente físico adecuado en el suelo para que las plántulas se desarrollen en un medio donde las raíces obtengan los nutriente y el agua necesarios para su crecimiento y desarrollo (Martínez *et al., 2008*.

Época de preparación del suelo

La mejor época para realizar las labores de preparación del suelo es durante el período comprendido entre los meses de noviembre a febrero, para aprovechar la humedad residual de los cultivos o la proveniente de las lluvias invernales.

Barbecho con multiarado

En la mayoría de los suelos del Altiplano y Zona Media del Estado la labor del barbecho se puede realizar con éxito mediante el uso del implemento denominado “multiarado”, implemento que forma parte de la labranza de conservación, que afloja perfectamente el suelo pero con la

particularidad que no voltea las capas de suelo, sino que sus aletas le permiten romper el suelo por debajo de la superficie, dejando el suelo en su posición original. La realización del barbecho con multiarado ofrece algunas ventajas importantes: 1) contribuye a mantener la estructura del suelo, 2) conserva la humedad, 3) la preparación del suelo se realiza con mayor rapidez y 4) el costo es menor que cuando el barbecho se realiza con arado de discos (Martínez y Jasso, 2006).

Rastreo

Esta práctica tiene como objeto pulverizar los terrones que han quedado después de haber realizado el barbecho, debe realizarse cuando el suelo tenga humedad que permita que los terrones se desmenucen. Dependiendo de la textura del suelo y de las condiciones de humedad del mismo, es conveniente realizar dos pasos de rastra para formar una buena cama de trasplante de al menos 10 cm de tierra mullida y asegurar que el acolchado se realice adecuadamente, evitando rasgaduras de la película plástica.

Nivelación

Esta práctica se realiza con el objetivo de eliminar los pequeños montículos y depresiones en el terreno para facilitar las labores posteriores del cultivo, evitar encharcamientos que favorecen la incidencia de enfermedades y para facilitar la conducción y distribución homogénea del agua de riego y de los fertilizantes.

Figura 2. Preparación del suelo con multiarado para la formación de camas en Malla Sombra.

Trazo de camas

Consiste en formar las camas donde se trasplantarán las pequeñas plántulas de jitomate, es conveniente levantar las camas de 25 a 40 cm de altura. El encamado contribuye a mejorar el drenaje y la aireación del suelo para un buen desarrollo de las raíces de la planta, además de facilitar la colocación de la película plástica sobre la superficie del suelo y tener mayor eficiencia del agua de riego.

Acolchado del suelo con películas plásticas

El acolchado es una técnica que consiste en poner en contacto con el suelo, una película plástica de tal forma que la parte aérea del cultivo quede por encima y las raíces por debajo de la película. Esto crea un ambiente favorable para la planta, protege al suelo contra la erosión y evita labores como el deshierbe, ya que ejerce un control parcial

o total de la maleza, al igual que evita la evaporación del agua del suelo.

Figura 3. Formación de camas y colocación de la cintilla en Malla Sombra.

Selección del plástico

El tipo de película plástica a utilizar dependerá de las condiciones de radiación solar presentes en el área productora y del cultivo, principalmente. Para el cultivo de jitomate en el Altiplano Potosino se sugiere utilizar películas plásticas de color blanco o plateado, o bien de tipo bicolor: blanco/negro o plateado/negro. Aún cuando el costo de la película bicolor es mayor, tiene la ventaja de adelantar la cosecha debido a mayor acumulación de calor en el suelo.

Para acolcha una hectárea se requieren cinco rollos de película plástica calibre 150 (grosor de 37.5 micras) y de 1.40 m de ancho.

Colocación del plástico

Durante la colocación del plástico, se debe procurar que la película quede lo más tensa y pegada a la superficie del suelo, con el objeto de que la maleza tenga el más mínimo volumen de aire para su desarrollo, para que una vez que esta haya emergido, de inmediato tenga contacto con el plástico y muera por acción de la temperatura.

El acolchado se puede realizar en forma manual o mecanizada; sin embargo, a nivel comercial es más aconsejable realizar esta actividad mediante el uso de acolchadoras. En la actualidad existen máquinas que realizan simultáneamente la colocación del plástico y la colocación de la cintilla de riego.

Figura 4. Acolchado de las camas de siembra en Malla Sombra.

Trasplante

Es el paso de las plántulas del semillero al sitio definitivo. Esta actividad se realiza aproximadamente entre 30 y 35 días después de la siembra, de acuerdo a la calidad

y el vigor de la planta, para lo cual es necesario tener en cuenta algunas consideraciones importantes:

1. Trasplante plántulas con cuatro hojas verdaderas, cuya altura oscile entre 10 y 15 cm, y el diámetro sea mayor a 0.5 cm.

2. De preferencia realizar el trasplante en horas de la mañana.

3. Regar las charolas con las plántulas, dos o tres horas antes del trasplante, para facilitar el arranque sin dañar las raíces y para que las plantas lleguen con suficiente humedad al lugar definitivo.

4. Trasplantar plantas uniformes, sanas, con hojas bien desarrolladas, de color verde, y erectas.

5. Las plantas que están listas para el trasplante deben tener un sistema de raíces bien desarrollado que permita contener el sustrato y que éste no se desmorone en el momento en que la plántula es sacada de la bandeja.

6. Las plántulas listas para el trasplante deben tener raíces blancas y delgadas que llenen toda la celda de arriba abajo.

Densidad de plantación y arreglo espacial

El número de plantas por metro cuadrado y por hectárea, es un factor determinante en el rendimiento y la calidad de fruto. Los mejores resultados se han obtenido en camas de 1.6 m de anchura, y realizando el trasplante en camas a doble hilera en zig- zag y a una distancia de 20 cm entre plantas; de manera que se establezca una densidad de 3.1 plantas por metro cuadrado, lo que equivale a tener 31,250 plantas por hectárea. La densidad de plantas puede variar en función del híbrido y del destino de la producción (Jasso *et al.,* 2011c)

RIEGO

El manejo del agua de riego es uno de los factores que tienen una mayor influencia en el incremento de los rendimientos y la obtención de cosechas de alta calidad, además de ser un recurso escaso que cada vez debemos de manejar con mayor eficiencia para optimizar su uso.

La utilización de sistemas de riego localizado de alta frecuencia como el riego por goteo, permiten hacer un uso eficiente del agua de riego. Como indica su nombre, los riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) se caracterizan por dos hechos principales: la localización del agua y la alta frecuencia de su aplicación.

Cabezal de riego

Compuesto básicamente por la bomba de agua, la cual puede ser centrifuga o sumergible, dependiendo de la fuente de agua, los filtros (de arena, de malla o de anillas), el fertirrigador o inyectores para la solución nutritiva, un *timer*, manómetros, válvulas selenoides y demás accesorios según el grado de tecnificación del sistema.

Tipo de cintilla a utilizar

Existe en el mercado una amplia variedad de marcas y calibres de cintillas para uso en riego por goteo, el calibre varía de 4 mil hasta 25 mil y con distancia entre goteros de 20 a 45 cm; sin embargo para cultivos anuales cono el jitomate, se sugiere utilizar cintilla flexible calibre 5 mil o 6 mil con distancia de 20 cm entre goteros, ya que estas cintillas soportan bien la presión necesaria para un buen funcionamiento del sistema de riego.

El calibre se refiere al grosor de la pared de la cintilla de goteo, por ejemplo:

Cintilla 5 Mil = 5 milésimas de pulgada = 0.1270 mm de grosor, diseñada para una presión de hasta 7 libras por pulgada cuadrada.

Cintilla 6 Mil = 6 milésimas de pulgada = 0.1524 mm de grosor de la pared, diseñada para soportar hasta 8 libras de presión por pulgada cuadrada.

Colocación de la cintila

Es conveniente colocar la cintilla de goteo sobre la superficie del suelo, con la finalidad de mantener las sales alejadas de la zona de raíces, el lado de la cintilla por donde se encuentran los goteros debe quedar hacia arriba para de esta manera evitar problemas de taponamiento, ya sea por impurezas del agua o bien por residuos de los fertilizantes, de manera que al efectuar los lavados de la cintilla, las impurezas sean eliminadas con facilidad.

También se puede enterrar la cintilla, sin embargo, en suelos con alto contenido de sales, esta práctica resulta contraproducente, ya que al mantener la cintilla enterrada significa que parte de las sales del suelo y sales procedentes de la aplicación de los fertilizantes se acumularán en la superficie del suelo originando daños considerables al cultivo.

Frecuencia en intensidad del riego

Se debe de aplicar un riego que puede variar de 1.5 a 2 horas para realizar el trasplante, posteriormente es indispensable la colocación de tensiómetros o sensores de humedad en el bulbo húmedo o zona de raíces, para de esta manera poder determinar cuánto y cuando regar. Los tensiómetros se colocan a 15, 30 y 45 cm de profundidad, dependiendo del perfil del suelo. Los tensiómetros de 15 y 30 cm miden la humedad en la zona radical del cultivo y el de 45 cm nos ayuda a confirmar que la lámina de riego es la adecuada (Jasso *et al., 2004)*.

Durante los primeros 25 días después del trasplante se debe regar cuando la lectura en los tensiómetros colocados a 15 y 30 cm de profundidad esté entre 20-30 kPa; para los siguientes 20 días el riego se aplicará cuando la lectura sea entre 15-25 kPa, de 10-15 kPa en los siguientes 25 días y a partir de los 70 días después del trasplante las lecturas de los tensiómetros se deben mantener alrededor de los 10 kPa hasta el final del cultivo.

En el tensiómetro colocado en la profundidad de 45 cm la lectura será nula durante los primeros 25 días después del trasplante, ya que se estará en el proceso de formación del bulbo húmedo. Posteriormente este tensiómetro de debe mantener entre 10-12 kPa, solo debe haber ligeros cambios en la tensión, valores mayores de 12 kPa indican que la lámina de riego es limitada y por lo tanto esta habiendo una reducción del bulbo de humedad, por el contrario, valores menores a 10 kPa indican la aplicación de láminas excesivas.

SOLUCIÓN NUTRITIVA

Solución salina que contiene agua, fertilizantes inorgánicos, dióxido de carbono y compuestos orgánicos (quelatos). La solución nutritiva que se presenta en este folleto fue diseñada por Jasso *el al* (2010) y ha sido evaluada por Jasso *et al*, en 2010 y 2011c en ensayos de jitomate y chile realizados en condiciones de malla sombra en el Campo Experimental San Luis del INIFAP.

pH y Conductividad Eléctrica

Se recomienda mantener el pH dentro del rango de 5.5 a 6.5 y la CE de 1.1 para la 1ª etapa que abarca del trasplante al 1º racimo de frutos, 1.2 para la 2ª etapa que comprende del 1º al 2º racimo, 1.3 para la 3ª etapa que comprende del 2º al 3º racimo, 1.5 para la 4ª etapa que abarca del 3º al 5º racimo y 1.6 para la última etapa que se extiende a partir del 5º racimo de frutos hasta el final del ciclo. Es conveniente señalar que la CE aquí señalada

puede variar de acuerdo con la calidad de agua de que disponga para el riego.

Cuadro 4. Solución nutritiva para jitomate cultivado en condiciones de Malla Sombra (Jasso *el al.*, 2010).

Etapa de crecimiento					
	1	2	3	4	5
Nutriente	Trasplanta a 1º racimo	1º al 2º racimo	2º al 3º racimo	3º al 5º racimo	5º racimo al final
	Concentración final de la solución (ppm)				
N	4.0	4.5	6.0	7.5	8.5
P	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
K	3.0	3.0	3.5	4.0	4.5
Ca	4.0	4.5	5.5	6.5	7.0
Mg	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0
S	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0
Fe	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Cu	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Mn	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Zn	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
B	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Mo	0.03	0.03	0.03	0.3	0.03
CE (dSm^{-1})	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6

Corrección del pH

En el área de influencia de los Distritos de Desarrollo Rural 126, 127, 128, 129 y 130, el agua por lo general presenta un pH mayor al rango de 5.5 a 6.5, por lo que es necesario bajar el pH; para ello existe en el mercado diferentes tipos de ácidos, los más recomendados son: H_3PO_4, HNO_3, y H_2SO_4, sin embargo, la selección del ácido depende del objetivo que se persiga con su aplicación.

ENTUTORADO

Es una práctica necesaria para el cultivo del jitomate, cuando este se desarrolla en condiciones protegidas y el tipo de crecimiento es de hábito

indeterminado. Consiste en una serie de estructuras metálicas, alambre galvanizado calibre 10, ganchos, anillos para guías y rafia. La altura de la estructura debe ser de aproximadamente 2.5 m sobre el nivel del suelo y construida con tubería de acero galvanizado de 2 pulgadas de diámetro; en la parte superior de los tubos se coloca alambre calibre 10 sobre el cual se sujetaran los ganchos que servirán para conducir la planta. Para sostener las plantas se emplea rafia y anillos de plástico.

PODA

La poda es una práctica cultural utilizada para obtener plantas equilibradas y vigorosas, y a su vez buscar que los frutos no queden ocultos entre el follaje y mantenerlos aireados y libres de condensaciones. Sin embargo la poda no debe ser excesiva, ya que los excesos de radiación solar pueden provocar en el fruto el llamado "golpe de sol", afectando negativamente a su calidad, además de que la eliminación de mucha área foliar supone una reducción de la cosecha tanto mayor, cuanto mayor es el nivel de defoliación. En el cultivo de jitomate se realizan diferentes tipos de poda, los más importantes se describen a continuación:

Poda de brotes laterales. Esta actividad consiste en la eliminación manual de los brotes que se desarrollan en la base de las axilas de las hojas del tallo principal; se lleva a cabo cuando los brotes alcanzan una longitud entre 3 y 5 cm.

Poda de hojas. Consiste en eliminar hojas maduras y en caso necesario, hojas que todavía están en actividad fotosintética. La práctica inicia con la eliminación de las hojas más viejas y preferentemente se deben de eliminar entre dos y tres hojas por semana, se realiza en forma manual o bien utilizando tijeras previamente desinfectadas.

Poda de frutos. Se realiza con el objeto de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos, así como también para

obtener frutos de mayor calidad comercial. Consiste en eliminar frutos inmaduros, mal posicionados, que presenten algún daño de insectos, frutos deformes o aquellos que tienen un tamaño pequeño.

Poda del ápices o despunte. Esta práctica consiste en eliminar la yema terminal en las plantas para que no exista más crecimiento de la planta, es conveniente dejar de dos a tres hojas arriba del último racimo. La finalidad es manejar el número de racimos y la duración del ciclo, pero sobre todo para controlar los ciclos de producción y planear los siguientes. Se realiza una vez que se ha definido el número de racimos por planta, que se pretende cosechar.

POLINIZACIÓN

Es el proceso de transferencia del polen de los estambres al estigma de la flor. El polen se transmite principalmente a través del viento y a través de los insectos. La flor del tomate es hermafrodita, lo que quiere decir que la flor tiene los dos sexos y es capaz de autopolinizarse.

Polinización con abejorros. Un movimiento de la flor es suficiente para hacer que el polen de los estambres caiga sobre el estigma y de esta manera lograr que la flor sea polinizada. Los abejorros son capaces de desarrollar eficientemente esta actividad, colgándose de la flor hacia abajo, mordiendo con sus mandíbulas los estambres para a continuación activar los músculos del vuelo haciendo vibrar la flor y con ello propiciar la caída de polen al pistilo, logrando una buena polinización.

Para la polinización del jitomate tipo bola o saladette se requiere de aproximadamente una colmena por cada 2,000 m^2 de superficie; la colmena tiene una reina fértil y 80 obreras, y su duración varía de 8 a 12 semanas, dependiendo principalmente de las condiciones de temperatura existentes en el invernadero, del tipo de insecticidas que se apliquen y de los cuidados que se tenga con la las aplicaciones de productos químicos. Los

abejorros son generalmente activos por la mañana y por la tarde. Su actividad depende también del patrón de floración de la planta. Son activos con temperatura entre los 10 y 30ºC y trabajan de una forma óptima entre los 15 y 25ºC.

Polinización con sopladores. Consiste en generar movimiento de las inflorescencias a través de un chorro de aire a presión, mediante la utilización de aspersoras mecánicas impulsadas por un pequeño motor de combustión interna alimentado con gasolina u otro combustible y de esta manera lograr que el polen caiga de los estambres al estigma de la flor. Para que este método sea eficiente, es necesario que las condiciones de humedad y temperatura favorezcan la caída del polen.

PLAGAS

La producción de jitomate en condiciones de malla sombra se ve afectada por un gran número de plagas, las que pueden disminuir considerablemente los rendimientos de la cosecha y en ocasiones causar pérdidas totales. El manejo de las plagas es de suma importancia para obtener los rendimientos esperados. A diferencia de las enfermedades, con las plagas tenemos la ventaja de poder hacer muestreos para identificar el tipo de insecto, así como el porcentaje de incidencia y daño para tomar medidas de control a tiempo y aplicar el insecticida específico para la plaga previamente identificada.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

El manejo integrado de plagas (MIP) se fundamenta en conservar dentro de lo posible, el equilibrio del agro ecosistema, tratando de mantener a la plaga en niveles que no causen daño económico; utilizando para ello todas las alternativas posibles, que sean adversas a la plaga para mantener las poblacionales en niveles tolerables por los cultivos. El manejo integrado de plagas, se puede definir como un control racional, basado en estrategias de control

cultural, mecánico, físico, biológico y químico, cuya premisa sea armonizar con las poblaciones naturales de insectos en vez de destruirlas y propiciar desequilibrios.

Control cultural. Consiste en la eliminación inmediata de las plantas que han concluido su ciclo vegetativo y no dejarlas durante un periodo prolongado dentro del la estructura de la malla sombra; con esto evitaremos la proliferación de plagas y enfermedades.

Rotación de cultivos. Es importante establecer cultivos que no sean de la misma familia para evitar la proliferación creciente de plagas y enfermedades.

Eliminación de plantas hospederas. Con esta práctica se eliminan las plantas en donde permanecen los insectos plaga antes del establecimiento del cultivo.

Fertilización balanceada. Una buena nutrición permite obtener plantas más fuertes y equilibradas, las que tienen una mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades.

Uso de barreras vivas. Consiste en el establecimiento de árboles para limitar el acceso de los insectos plaga a las aéreas de cultivo.

Control mecánico. Esta práctica incluye el uso de trampas y eliminación de plantas enfermas.

Control físico. Consiste básicamente en la utilización de mallas protectoras, comúnmente llamadas mallas antiáfidos o antiinsectos

Control biológico. Consiste en el uso de patógenos, parásitos y depredadores que tienen alta eficacia en el control de insectos plaga, así como también el uso de feromonas que atraen los machos adultos y de esta forma evitar la reproducción de las hembras.

Control químico. Se basa en la utilización de insecticidas químicos, los cuales se deberán usar como última opción,

deberán estar autorizados para su aplicación en el cultivo de jitomate en condiciones protegidas, mostrar alta efectividad y de preferencia que no tengan un efecto importante sobre los insectos benéficos. El control químico requiere de un monitoreo continuo, con el objeto de identificar a tiempo las plagas o enfermedades, así como también para detectar la calidad de las aplicaciones y la efectividad de los productos.

Antes de realizar una aplicación se debe de tomar en cuenta el umbral de daño económico, intensidad del daño y la etapa fenológica de la planta; es necesario hacer uso de adherentes, penetrantes o surfactantes para mejorar la calidad de la aplicación. Otro factor importante a considerar es el pH del agua que se utilizará para las aspersiones y la calibración del volumen de agua que se aplica, así como el uso adecuado de boquillas son factores que se deben tomar en cuenta en el control químico. De preferencia deberán rotarse agroquímicos de diferente grupo activo para el control de plagas para evitar que se ocasione resistencia.

Muestreo, prevención y control de plagas

El muestreo se deberá realizar dos veces por semana en forma visual y con la ayuda de trampas adhesivas de color amarillo. Es muy importante la prevención, la cual se logra manteniendo las puertas de la entrada bien cerradas y colocando en la sala de espera de 15 a 20 trampas adhesivas de color amarillo y azules, de esta manera se evita la entrada de insectos al interior de la malla sombra. En caso de que se detecte alguna plaga es necesario utilizar insecticidas autorizados, efectivos y de bajo o nulo impacto a la salud humana. Ver Cuadro 5.

ENFERMEDADES

El jitomate es una de las hortalizas que son invadidas por una mayor diversidad de patógenos; los principales agentes causales son bacterias, hongos, virus y

nematodos (Cuadro 6). Enfermedades que de no ser prevenidas o tratadas a tiempo, llegan a originar daños severos al cultivo y en ocasiones se llega a la pérdida total del mismo.

Cuadro 5. Relación de insecticidas para el control de plagas en jitomate cultivado en Malla Sombra.

Plaga	Insecticida	Dosis g I. A./ha
Mosca blanca *Bemisia tabaci* y *B. argentifolii*	Imidacloprid Thiamethoxam Pymetrozine Sales potásicas de ácidos grasos Buprofezin Aceite parafínico Pyriproxyfen Hongos entomopatógenos: *Verticillium lecanii* *Paecylomyces fumosoroseus*	350 150 250 2% (4 l/ 200 l agua) 446 1200 41.2 2.4 X 10^{12} 2.4 X 10^{12}
Paratrioza *Bactericera cockerelli*	Thiamethoxam Spiroteramat Amitraz Abamectina Hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana*	150 75 200 3.6 2.4 X 10^{12}
Pulgón verde *Myzus persicae*	Imidacloprid Thiamethoxam Pymetrozine Hongos entomopatógenos: *Verticillium lecanii*	350 150 250 2.4 X 1012
Minador de la hoja *Liriomyza spp.*	Abamectina Cyromacyna	5.4 75
Araña roja *Tetranychus urticae*	Abamectina Amitraz Azufre elemental	9 400 2000
Acaro del bronceado *Aculops lycopersici*	Abamectina Amitraz Azufre elemental	9 400 2000
Acaro blanco *Polyphagotarsonemus latus*	Abamectina Amitraz Azufre elemental	9 400 2000
Gusano del fruto *Helicoverpa zea y Heliothis virescens* Gusano alfiler *Keiferia lycopersicella* Gusano soldado *Spodoptera exigua* Gusano del cuerno	Spinosad Hexaflumuron Tebufenozide Benzoato de emamectina Bacillus thuringiensis VPN S. exigua	48 25 80 10 1.0 kg/ha 1.2 X 10^{10}

Manduca sexta y M. quinquemaculata Gusano falso medidor *Trichoplusia ni y Pseudoplusia includens*		
Trips *Thrips tabaci*	Abamectina Spinosad Hongos entomopatógenos: *Verticillium lecanii*	9 48 2.4×10^{12}
Nematodos *Meloidogyne spp*.	Oxamil Extracto de quillay (QL Agri 35)	1040 7000 (15 a 20 L/ha)

Muestreo prevención y control de enfermedades

Muestreo. El muestreo se debe realizar con ~~la~~ mayor frecuencia que el de plagas, debido al carácter explosivo de la mayoría de las enfermedades, las que pueden ser provocadas por hongos, bacterias y virus. En el primer caso, afectan principalmente las raíces, ocasionando la pérdida de las plantas. Respecto a las enfermedades bacterianas, su daño se manifiesta en mayor grado en hojas y fruto, situación que ocurre desde el segundo racimo y hasta el final del ciclo. Las enfermedades virales se pueden evitar mediante un eficiente control de vectores y la utilización de variedades que sean resistentes o tolerantes a la enfermedad.

Prevención. Lo ideal es certificar que la semilla no contenga inóculos y durante el desarrollo del cultivo, tomar muestras de tejido y enviar a laboratorio para su análisis. Al momento de realizar la poda y los cortes de racimos, se debe maximizar la desinfección de las tijeras y las navajas. En las visitas de inspección, se debe desinfectar calzado y manos y en lo posible no tocar las plantas. Además, se debe evitar la entrada de personas que provengan de campos hortícolas que estén a cielo abierto o en condiciones protegidas.

Control. Se tiene a disposición del productor una gran cantidad de productos fungicidas y bactericidas específicos para jitomate, pero se debe verificar que estén autorizados

para su uso, especialmente cuando la cosecha se destina a la exportación.

DESORDENES FISIOLÓGICOS

Son alteraciones a nivel interno, originados por fenómenos de tipo climático, deficiencias o excesos nutricionales, desequilibrios hormonales, deficiencia o exceso de humedad. Los desordenes fisiológicos más comunes que afectan al cultivo de jitomate se describen a continuación:

Pudrición apical (*Blossom end rot*). La aparición de esta fisiopatía está relacionada con niveles deficientes de calcio en el fruto. El estrés hídrico y niveles altos de radiación solar, así como también los niveles altos de conductividad eléctrica en la solución nutritiva influyen directamente en su aparición. El daño inicia en la zona de la cicatriz pistilar como una mancha circular necrótica que se extiende al fruto y puede alcanzar hasta el diámetro de todo el fruto.

Cuadro 6. Principales enfermedades que afectan al cultivo del jitomate en Malla Sombra.

Bacterianas	Nombre común	Agente causal
	Cáncer bacteriano	*Clavibacter michiganensis*
	Mancha bacteriana	*Xantomonas campestris*
	Mancha negra del tomate	*Pseudomonas syringae*
Fungosas	**Nombre común**	**Agente causal**
	Antracnosis	*Colletotrichum* sp
	Cáncer del tallo	*Alternaria* sp
	Cenicilla	*Leveillula taurica, Erisiphe orontii y Oidium lycopersici*
	Damping -off	*Phytophthora* spp., *Pythium* spp. y *Fusarium* spp.
	Fusarium	*Fusarium oxysporum* sp
	Mancha gris de la hoja	*Stemphylium solani*

	Moho gris	*Botrytis cinerea*
	Podredumbre blanca	*Sclerotinia sclerotiorum*
	Tizón tardío	*Phytophthora infestans*
	Tizón temprano	*Alternaria solani*
	Verticillium	*Verticilium dahliae*
Virosis	**Nombre común**	**Agente causal**
	Virus del Mosaico del Tabaco	TMV
	Virus del Mosaico del Tomate	ToMV
	Virus del Rizado Amarillo del Tomate	TYLCV
	Virus del Bronceado del Tomate	TSWV
	Virus del Mosaico del Pepino	CMV
	Virus Y de la Papa	PVY
	Virus del Enanismo Ramificado del Tomate	TBSW

Rajado del fruto. Existen dos tipos de rajado de fruto: el concéntrico y el radial. El rajado concéntrico consiste en la ruptura de la epidermis formando patrones circulares alrededor de la cicatriz y el radial es una abertura desde la cicatriz peduncular hacia abajo. Las principales causas de esta alteración en los frutos son principalmente los desequilibrios en los riegos y fertilización, temperaturas nocturnas bajas, después de altas temperaturas durante el día, por lo general los frutos expuestos al medio ambiente son afectados en mayor medida, que los que están cubiertos por las hojas.

Fruta rugosa, denominada "cara de gato". Malformación de frutos debida a un desarrollo anormal originado por polinización deficiente, se desarrolla en presencia de bajas temperaturas durante la floración y cuajado de los frutos. Este tipo de frutos se deben eliminar inmediatamente de su detección, debido a que carecen de valor comercial y solo consumen nutrientes y agua.

Frutos payaseados (*Blotchy ripening*). Este desorden fisiológico por lo general se presenta a mediados

del ciclo del cultivo y se hace visible durante el proceso de maduración de los frutos, las manchas amarillo pálido asemejan frutos de plantas que han estado sometidas a un fuerte ataque de mosquita blanca, sin embargo en este caso, el problema se atribuye a bajos niveles de potasio y boro disponibles para la planta, conjuntado con periodos de baja iluminación y alta temperatura.

Golpe de sol. Se producen pequeñas lesiones o manchas con coloraciones blancas o amarillentas sobre los costados de los frutos durante la maduración; los daños son más evidentes durante la etapa final de la maduración de los frutos. Dependiendo de la temperatura y del tiempo de exposición a los rayos solares, las áreas afectadas pueden tomar coloraciones blancas y presentar pequeños hundimientos, afectando fuertemente la calidad del fruto.

COSECHA

Los frutos de jitomate deben recolectarse después de haber alcanzado su madurez fisiológica. La recolección de frutos se inicia de los 75 a 80 días después del trasplante, lo que depende del material utilizado; los cortes se llevan a cabo cada 5 a 7 días.

Los frutos se cosechan en diferentes grados de madurez, dependiendo dependiendo del destino y mercado del producto. Cuando el jitomate se destine para la industria de transformación, se debe cosechar completamente maduro; en cambio si el producto se enviará para satisfacer demandas locales, este puede estar rojo pero no completamente. Cuando el destino es el mercado de exportación, el jitomate debe presentar ligeros indicios de maduración y su grado de madurez y coloración dependerá de la lejanía del mercado y el tiempo que demorará el producto para acceder al destino final.

RENDIMIENTO ESPERADO

El uso adecuado de la tecnología para producir jitomate en malla sombra descrita en esta publicación, ha permitido obtener rendimientos de fruto comercial de hasta 30 kg m^{-2} para jitomate del tipo Saladette, además de la obtención de frutos de alta calidad para el mercado nacional y de exportación (Figura 5). La tecnología también permite obtener alta eficiencia en la utilización del agua y de los fertilizantes.

Figura 5. Altos rendimientos y calidad de fruto, características de la producción de jitomate en Malla Sombra.

DOMINIO DE RECOMENDACION

Esta tecnología se puede utilizar con grandes posibilidades de éxito en las áreas productoras de hortalizas en el Estado de San Luis Potosí, particularmente en los Distritos de Desarrollo Rural 126, 127, 128, 129 y 130, así como en áreas productoras con condiciones de clima y

suelo similares de los estados de Aguascalientes, Durango, Guanajuato y Zacatecas

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Alarcón, A. L. 2000. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Novedades agrícolas S.A. de España. 459 pág.

AMHPAC. 2010. Asociación Mexicana de Horticultura Protegida, A.C.

Anaya, L, A. 1993. Invernaderos, una alternativa prometedora para las zonas áridas de México. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 70 p.

Bautista, M., N. y Alvarado L. J. 2005. Producción de jitomate en invernadero. Monografía. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 265 p.

Boulard T., Jemma R. and Baile A. 1997. Validation of greenhouse tomato crop transpiration model in Mediterranean conditions. Acta Horticulturae 2:551-559.

Castellanos, Z. J. (ed). 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. Intagri, S.C. Celaya, Gto., México. 458 pág.

Carpeño, B. 2004. Manual del cultivo de tomate. IDEA. San Salvador, El salvador. 38 pág.

Cook, R. 2007. El mercado dinámico de la producción de tomate fresco en el área del TLCAN. Departamento de Agricultura y Recursos Económicos. Universidad de California, Davis.

Gil V., I. F. Sánchez D.C. y I. Miranda V. 2003. Producción de jitomate en hidroponía bajo invernadero. Serie de publicaciones Agribot. Chapingo, México. 90 pág.

Hanan, J.J. 1998. Greenhouse, advanced technology for protected horticulture. CRC Press LLC. 684 p.

Jasso Ch., C. M.A. Martínez G., A.G. Alpuche S., y E. Garza U. 2011a.Guía para cultivar jitomate en condiciones hidropónicas de invernadero en San Luis Potosí. Folleto técnico No. 41. INIFAP-CIRNE- Campo Experimental San Luis. San Luis Potosí, México. 39 pág.

Jasso Ch., C. M.A. Martínez G., J.R. Chávez Vázquez y J.A. Ramírez T. 2011b. Evaluación de cultivares de chile ancho en condiciones de malla sombra en San Luis Potosí, México. Octava Convención Mundial del Chile (Memorias). León, Gto., Méx.

Jasso Ch., C. M.A. Martínez G., J.R. Chávez V., J.A. Ramírez T. y E. Garza U. 2011c. Evaluación del rendimiento y calidad de fruto en híbridos de jitomate saladette cultivados en malla sombra. VI Reunión Nacional de Innovación Agrícola (Memorias). León, Gto., Méx.

Jasso Ch., C. y. Martínez G. M.A. 2011d. Eficiencia del uso del agua en chile ancho cultivado en malla sombra en San Luis Potosí. VI Reunión Nacional de Innovación Agrícola (Memorias). León, Gto., Méx.

Jasso Ch., C. M.A. Martínez G., J.R. Chávez V. y J.A. Ramírez T. 2011e. Evaluación de cuatro híbridos de tomate saladette de hábito indeterminado en condiciones de malla sombra. XIV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, A.C. (Memorias). Culiacán, Sin., Méx.

Jasso Ch., C. A.G. Alpuche S. y E. Garza U. 2009. Evaluación de sustratos e híbridos de jitomate en

condiciones de invernadero. Folleto Científico No.4. INIFAP-CIRNE- Campo Experimental San Luis. San Luis Potosí, México. 29 pág.

Jasso Ch., C. A.G. Alpuche S. y E. Garza U. 2006. Evaluación de cultivares de jitomate en condiciones hidropónicas de invernadero en San Luis Potosí. CNCS (Memorias). México.

Jasso C.C., M.A. Martínez G. y J. Huerta D. 2004. Tecnología para la producción de frijol con fertirriego en San Luis Potosí. Folleto Técnico 24. San Luis Potosí, México. 21 p.

Jaramillo, N. J., V. Rodríguez P., M. Guzmán A., M. Zapata y T. Rengifo M. 2007. Manual técnico: Buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. CORPOICA-MANA-GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA-FAO. 331 pág.

Jensen, M. H. 2002. Overview of Hidroponics. University of Arizona. 49 p.

Jones, R.A. and Scott, S.J. 1993. Improvement of tomato flavour by genetically increasing sugar and acid contents. Euphytica 32:845-855.

Lana, M.M., Hogenkamp, M. and Van Kooten, O. 2005. Effects of storage temperature and fruit ripening on firmness on fresh cut tomatoes. Postharvest Biol. Technol. 35:84-95.

Martínez, G.M.A., E.S. Osuna C., J.S: Padilla R., J.A: Acosta G. y C. Loredo O. 2008. Tecnología para la producción de frijol en el Norte Centro de México. Libro Técnico No 3. San Luis Potosí, México. 206 p.

Martínez, G.M.A., C. Jasso Ch. y J. Huerta D. 2006 Efecto del fertirriego y labranza de conservación en la producción de frijol. TERRA 24(3) 367-374.

Matallana G., A. y Montero C., J. I. 2001. Invernaderos. Diseño, Construcción y Ambientación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México. 209 p.

Productores de Hortalizas.2006. Plagas y enfermedades del tomate. Guía de identificación y manejo. Guía productores de hortalizas. 23 pág.

Resh, H. M. 2001. Cultivos hidropónicos “nuevas técnicas de producción”. 5° edición. Ediciones Mundi – Prensa. 558 p.

Robles., J. 1997. Cómo se cultiva en invernadero. Editorial De Vecchi, S.A. Barcelona, España. 187 p.

Romero F., E. 1988. Invernaderos para producción de hortalizas y flores. SARH. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. Gómez Palacio, Durango, México. 50 p.

Sánchez C., E., y Escalante R. E. 1989. Hidroponía. Principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 194 p.

Seginer, I., G. A. and W. J. Roberts. 1993. Greenhouse covering systems. Hort Technology 3:50-58.

SIAP. 2011. Cierre de la producción Agrícola por Estado, tomate rojo (jitomate).

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

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

CAMPO EXPERIMENTAL SAN LUIS

M. C. José Luis Barrón Contreras
Jefe de Campo

Dr. Héctor Guillermo Gámez Vázquez
Jefe de Operación

L. A. E. Oscar Morales Franco
Jefe Administrativo

PERSONAL INVESTIGADOR

INVESTIGADOR	**PROGRAMA DE INVESTIGACION**
Héctor Guillermo Gámez Vázquez	Carne de Rumiantes
José Francisco Cervantes Becerra	Carne de Rumiantes
María Teresa Rivera Lozano	Carne de Rumiantes
Miguel Ángel Martínez Gamiño	Frijol y Garbanzo
Epifanio Mireles Rodríguez	Frutales
Claudia Delgadillo Barrón	Hortalizas
Liliana Muñoz Gutiérrez	Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales
Rolando Ávila Ayala	Plantaciones y Sistemas Agroforestales

REVISIÓN TÉCNICA

Dr. Humberto Antonio López Delgado
Líder Nacional del Programa de Investigación de Hortalizas
M.C. Moisés Ramírez Meraz
Investigador del Programa de Investigación de Hortalizas
Campo Experimental Las Huastecas

COMITÉ EDITORIAL DEL CIR – NORESTE

Presidente
Dr. Jorge Elizondo Barrón

Secretario
Ing. Hipólito Castillo Tovar

Vocales
M. C. Luis Mario Torres Espinosa
Dr. Jesús Loera Gallardo
Dr. Raúl Rodríguez Guerra
Dr. Antonio Palemón Terán Vargas
Dr. Isidro Humberto Almeyda León
Dr. Rubén Darío Garza Cedillo

FORMACIÓN

Tipografia: T.S. Maria Teresa de Jesús Castilleja Torres
Fotografias: Dr. Cesario Jasso Chaverría

Código INIFAP: MX-0-310305-49-03-17-09-44

Clave INIFAP/CIRNE/A-496

Esta publicación se terminó de imprimir el mes de agosto de 2012 en la imprenta Autoediciones del Potosí, S.A. de C.V.
Avenida Dr. Manuel Nava 120-1, Lomas.
78210, San Luis Potosí, S.L.P.
Su tiraje constó de 500 ejemplares.

LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN DE ESTA PUBLICACIÓN Y SU IMPRESIÓN FUERON FINANCIADAS POR:

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Y

FUNDACIÓN PRODUCE DE SAN LUIS POTOSÍ, A. C.

FUNDACION PRODUCE

SAN LUIS POTOSI A.C.

GOBIERNO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

DR. FERNANDO TORANZO FERNÁNDEZ

GOBERNADOR CONSTITUCIONAL

ING. HÉCTOR RODRÍGUEZ CASTRO

SECRETARIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y RECURSOS HIDRÁULICOS

DELEGACIÓN ESTATAL DE LA SAGARPA

ING. JESÚS ENRIQUE ZAMANILLO PÉREZ

DELEGADO ESTATAL

FUNDACIÓN PRODUCE SAN LUIS POTOSÍ, A. C.

LIC. GUILLERMO TORRES SANDOVAL

PRESIDENTE

ING. FRANCISCO MANUEL LASTRA LAMAR

VICEPRESIDENTE

M.C. JOSÉ LUIS BARRON CONTRERAS

SECRETARIO

ING. BALTAZAR PEÑA DEL CAMPO

TESORERO

MBA. HORACIO A. SÁNCHEZ PEDROZA

GERENTE

Vivir Mejor

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

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias