

Producción de jitomate en invernadero

M.C. Lucio Mondragón Sosa



Jitomate
tomate rojo

Solanum lycopersicon L.





GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

Primera edición: 2005

DR © Gobierno del Estado de México.
Secretaría de Desarrollo Agropecuario,
Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria,
Acuícola y Forestal del Estado de México, ICAMEX.
Dirección de Apoyo Técnico y Divulgación.
Conjunto SEDAGRO, Metepec, Estado de México, C.P. 52140.

Informes:

icamexdg@edomex.gob.mx
icamex.apoyotec@edomex.gob.mx



Tel. 01 (722) 2 71 52 27

2 32 26 46

Fax. 2 32 21 16



No. CE: 207/C/005/12

Impreso en México

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra - incluyendo las características técnicas, diseño de interiores y portada - por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía, el tratamiento informático y la grabación, sin la autorización previa del Gobierno del Estado de México. Si usted desea hacer una reproducción parcial de esta obra sin fines de lucro, favor de contactar al Consejo Editorial de la Administración Pública Estatal.

La distribución de esta obra es gratuita.

CONTENIDO

- 1 Introducción.
- 1 Generalidades.
- 2 Crecimiento desarrollo y producción.
- 2 Temperatura.
- 3 Ventilación.
- 3 Humedad relativa (aire y agua).
- 4 Luz (sol).
- 5 Humedad del suelo (agua y tierra).
- 6 Nutrición y riego (suelo, aire y agua).
- 7 Carbono (C).
- 7 Hidrógeno (H).
- 7 Oxígeno (O).
- 8 Nitrógeno (N).
- 8 Fósforo (P).
- 9 Potasio (K).
- 9 Calcio (Ca).
- 10 Magnesio (Mg).
- 10 Micronutrientes
- 11 Necesidades edáficas.
- 11 Nutrición.
- 13 Riegos.
- 14 Técnicas de cultivo o sistemas de producción.
- 14 Cultivo en suelo.
- 15 Cultivo en acolchado.
- 15 Cultivo en sustrato.
- 16 Otros sistemas de producción o técnicas de cultivo de jitomate en invernadero.
- 16 Raíz flotante.
- 17 Técnica de la película nutritiva (NFT).
- 18 Sistema nuevo de cultivo (NGS).
- 18 Sustratos en suelo acolchado con fertiriego (SSAF).
- 19 Prácticas agronómicas indispensables.
- 19 Elección del cultivar.
- 20 Producción de plántula.





CONTENIDO

- 21 Densidad de población y distribución.
- 22 Trasplante.
- 22 Tutorado.
- 23 Podas.
 - 23 Poda de brotes lateral.
 - 24 Poda de hojas.
 - 24 Poda de flores.
 - 25 Poda de frutos.
 - 25 Poda de brote apical.
 - 25 Poda especializada de hojas.
- 25 Control de maleza.
- 26 Control de plagas.
- 28 Control de enfermedades.
- 30 Desordenes fisiológicos.
- 33 Aborto de flores en jitomate.
 - 33 Causas.
 - 33 Plantas débiles.
 - 33 Baja luminosidad.
 - 34 Humedad relativa.
 - 34 Temperatura alta o baja.
 - 34 Presencia de hongos fitopatógenos.
- 34 Medidas contra aborto.
 - 34 Instalar ventiladores.
 - 35 La estrategia del riego.
 - 35 Aplicación de fungicidas.
- 35 Cosecha.
- 36 Rendimiento.
- 36 Selección.
- 36 Empaque.
- 37 Comercialización.
- 38 Bibliografía.



PRESENTACIÓN

En el Estado de México la investigación agropecuaria ha sido impulsada y desarrollada durante más de 60 años, lográndose hasta la fecha un sinnúmero de tecnologías exitosas.

El sector agropecuario reviste importancia en la economía estatal por el hecho de que cerca de 2 millones de mexiquenses están ligados total o parcialmente a esta actividad.

El crecimiento demográfico de nuestra entidad nos plantea el reto de ser cada vez más eficientes, dinámicos y competitivos para producir más y mejores alimentos, a través de sistemas de producción sustentados en tecnologías que permitan la coexistencia con el medio ambiente y el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas del sector agropecuario.

Para enfrentar estos retos es determinante la acción coordinada y conjunta de todas las instituciones de enseñanza e investigación que se localizan en la entidad, para que los resultados obtenidos sean transferidos y adoptados más rápidamente por los productores.

Es por ello que el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX) con el objeto de incidir de manera importante en esta tarea, pone a disposición de productores y técnicos el presente material a efecto de propiciar el uso más óptimo de los elementos que intervienen en la producción.

Introducción

Los invernaderos se han convertido en una necesidad, debido a una importante serie de factores que afectan la producción agrícola a campo abierto, como son bajas temperaturas y la incidencia de plagas y enfermedades.

La utilización de invernaderos para la producción de hortalizas, combinado con la hidroponía y el fertirriego ha permitido a los agricultores incrementar la producción por unidad de superficie y la calidad de los productos, así como mantener producción constante a lo largo del año.

En la República Mexicana hay estados que producen jitomate a cielo abierto como Sinaloa, Sonora, Baja California, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Morelos y San Luis Potosí, entre otros que prácticamente cubren la demanda del mercado interno y de exportación. La producción de jitomate en invernaderos tiene como principal objetivo cubrir dos pequeñas ventanas de mercado, que ocurren en julio-agosto y noviembre.

El alto potencial de rendimiento y la demanda creciente del jitomate, hacen que sea la hortaliza más cultivada en invernadero y en ocasiones la más rentable.

Pudieran emplearse invernaderos sofisticados para la producción de jitomate; sin embargo es más válido pensar en el uso de invernaderos cuyo diseño permita el máximo aprovechamiento de las ventajas que proporcionan las condiciones ambientales del sitio específico de producción acordes a las necesidades del cultivo.



Figura 1. Estructura para invernadero

Generalidades

El jitomate (tomate rojo) *Solanum lycopersicon* L., pertenece a la familia de las solanáceas, es originario de América del Sur especialmente Perú y las islas Galápagos, también de Bolivia, Chile, Ecuador y México; en este último país, es considerado el principal centro de domesticación.

Es la hortaliza más cultivada a nivel mundial por su alto contenido de vitaminas y minerales, y la versatilidad, tanto en el consumo fresco del fruto, como de manera industrial.

Por su alto contenido de licopeno, que es el responsable del color rojo de los jitomates, posee propiedades antioxidantes y actúa protegiendo a las células del cáncer (pulmón, próstata y tracto digestivo) y del envejecimiento. También existen evidencias científicas de que previene el síndrome de degeneración macular, principal causa de ceguera en la gente mayor de 65 años.

Los países con mayor producción son: Estados Unidos de Norteamérica, China, Italia, Turquía, Egipto y España.

Crecimiento, desarrollo y producción



El jitomate puede ser de crecimiento determinado o indeterminado, cuando la yema apical o una yema lateral está disponible a continuar el desarrollo vegetativo éste último se presenta.

Figura 2. Fruto en desarrollo

Temperatura

El jitomate es una planta termo periódica diaria, es decir, requiere una oscilación de temperatura entre el día y la noche de entre 8 y 12° C, que favorece su crecimiento y formación de mayor número de frutos. La temperatura óptima oscila entre los 22 y 24°C, la temperatura mínima es de 12°C y la máxima es de 28°C. El instrumento con que se mide la temperatura se denomina termómetro.

La temperatura del suelo o bien del sustrato, debe oscilar entre los 18 y 22°C, el jitomate se desarrolla mejor al presentar una actividad fotosintética más alta, por tanto, mayor acumulación de materia seca, lo que significa más producción en frutos, es decir, alto rendimiento. Con valores de temperatura del suelo menores de 15°C o mayores de 35°C, el área foliar decrece hasta en un 50 por ciento, y por tanto, la actividad fotosintética disminuye y el contenido de materia seca decrece hasta en un 70 por ciento.

La temperatura del suelo debe tomarse a los 10 cm de profundidad, ya que el 63% de las raíces del jitomate se encuentran en este espacio.

Para amortiguar los efectos negativos de la temperatura en la floración, fecundación y cuajado de frutos, se puede aplicar la fitohormona auxina, previo conocimiento de los efectos sobre el cultivar.

Ventilación

Una buena ventilación lateral que permita la entrada de aire fresco y una ventilación cenital que permita la salida del aire caliente, es decir una excelente circulación del aire, permitirá enriquecer el ambiente del invernadero con bióxido de carbono, el cual es la materia prima junto con el agua, para la actividad fotosintética de la planta.

El movimiento ligero de la planta causado por la circulación del aire, favorece la polinización.

Si la ventilación en forma natural no es suficiente, se debe recurrir a la ventilación artificial con ayuda de ventiladores y extractores de aire para provocar la circulación de éste. La ventilación deficiente provoca la incidencia de enfermedades como tizón tardío y botritis, difíciles de controlar con el uso de productos químicos.

Es importante recalcar que el aire fresco es más pesado que el aire caliente, por tanto, el invernadero debe tener suficiente ventilación lateral que permita la entrada de aire fresco, y una ventilación cenital proporcional, que permita la salida de aire caliente, evitando de esta manera el sobrecalentamiento de éste. Esta circulación de aire constante, permite un flujo que renueva y enriquece el ambiente.



Figura 3. Ventiladores y extractores artificiales

Humedad relativa (aire y agua)

Es la cantidad de vapor de agua que hay en el aire del ambiente del invernadero y es un factor importante en la transpiración de la planta. Se expresa en porcentaje. Para el jitomate, la humedad relativa óptima está en el rango de 50 a 70%. Mayor a ésta, la planta es susceptible a enfermedades como el tizón tardío y botritis, así como al daño fisiológico del fruto conocido como pudrición apical del fruto.

También puede provocar una mala fecundación por falta de polen, debido a la nula dehiscencia de las anteras o por apelmazamiento de los granos de polen. La baja humedad relativa provoca mayor pérdida de agua por transpiración, requiriéndose de riegos más frecuentes.

La baja humedad relativa ocasiona también deshidratación de los granos de polen, y por consiguiente, una deficiente fecundación responsable de la deformación de los frutos, y en casos extremos, de que el fruto no crezca. Si se tiene alta humedad relativa en el invernadero hay que ventilarlo y, si es baja, se tiene que hacer uso de la pared húmeda, donde se hace circular aire para que incremente la humedad dentro del invernadero. El instrumento con que se mide la humedad relativa se denomina higrómetro.

Influencia de la humedad relativa en la planta de jitomate

En la etapa de crecimiento, una baja humedad relativa reduce el crecimiento de la planta y hay una transpiración elevada. En floración, una alta humedad relativa provoca falta de polinización-fecundación, afectando el rendimiento hasta en un 24 %, también hay baja calidad del fruto, debido a las deformaciones y la planta presenta susceptibilidad a enfermedades foliares como tizón tardío, tizón temprano y botritis, además se presenta pudrición apical del fruto.

Luz (sol)

Los procesos biológicos que ocurren en la planta y que son dependientes de la luminosidad son: fotosíntesis, fotomorfogénesis y fotoperiodismo. La intensidad, duración y distribución espectral de la luz afectan la respuesta de las plantas.

Las plantas absorben principalmente la luz roja, naranja y amarilla, poco la verde, pero sí la reflejan, por eso se ven de ese color. En jitomate el cambio de desarrollo vegetativo a reproductivo, está controlado por la luz roja y muy roja.



Figura 4. Luminosidad óptima en invernadero para jitomate.

La intensidad de la luz se expresa en Joules por centímetro cuadrado en un segundo ($J/cm^2/s$). El Joule es la unidad de cantidad de luz que es generada por un flujo de energía de un Watt durante un segundo (W/s), por tanto, se debe expresar esta intensidad de luz en Joule por segundo por metro cuadrado ($J/s/m^2$).

El jitomate en invernadero se siembra a altas densidades de población, por tanto, el recurso luz adquiere mayor relevancia, por lo que se debe contar con la máxima disponibilidad de ésta. Es decir, utilizar la cubierta de mayor transmisión de luz posible y pintar la estructura del invernadero de color blanco, así como acolchados y contenedores tienen que ser de este color para que reflejen la luz.

El cultivo de jitomate responde bien a las altas intensidades de luz, sobre todo desde la nacencia hasta fin del crecimiento de los primeros frutos; a partir de aquí es menos exigente en la intensidad luminosa, es decir, en crecimiento, floración e inicio de fructificación es más exigente en luz que en maduración. A mayor intensidad lumínica mayor crecimiento, o sea la intensidad debe exceder ligeramente el punto de compensación entre fotosíntesis y respiración diariamente que permita la asimilación. Baja intensidad provoca poco crecimiento, plantas débiles susceptibles a enfermedades e insectos, y a cambios bruscos de ambiente, las flores abortan y hay malformación de frutos, disminución del crecimiento del tubo polínico, por tanto se reduce el porcentaje de germinación de polen, falta de dehiscencia de la antera, que causa esterilidad del androceo y falta de desarrollo del óvulo, reducido desarrollo embrionario, así como presencia de heterocilia, sobre todo en el primero y en el segundo racimo.

El fotoperiodo, que es la duración de la luz, tiene influencia en el ciclo vegetativo, ya que con días cortos (menores de 12 horas) el ciclo vegetativo se alarga, o sea que el inicio de fructificación es más tarde; con días largos (mayores de 12 horas) el ciclo vegetativo se acorta, además el suplemento de luz reporta incrementos en el peso del fruto y por tanto el rendimiento. Las plantas de jitomate fructifican más temprano en días largos con alta intensidad lumínica, mientras que los días nublados y cortos alargan su ciclo y afectan el rendimiento y calidad de la cosecha, disminuyendo la rentabilidad.

La intensidad de la luz se mide con el fotómetro y se controla con las diferentes transmisiones de luz que tienen las cubiertas, con suplemento de luz artificial y utilización de malla sombra, de acuerdo a cada requerimiento.

Humedad del suelo (agua y tierra)

El jitomate es una planta de clima caliente semiárido, por tanto tiene exigencias relativamente bajas en cuanto a humedad del suelo. Esto es consecuencia de la armonía estructural entre el sistema radicular (toma fácilmente el agua) y el sistema foliar (la gasta con dificultad), lo que le ha permitido el calificativo de planta con alta economía hídrica.

De germinación a crecimiento el requerimiento de agua es poca y en floración, fructificación y maduración los requerimientos se incrementan.

La deficiencia de humedad provoca reducción del crecimiento, reducción de la duración de las etapas fenológicas, reducción del área foliar y por tanto de la vida útil de la planta y del rendimiento.



Foto 5. Sustrato con buena retención de humedad

En floración hay aborto de flor por falta de fecundación, ya que hay deshidratación del polen y del estigma. En maduración hay absorción negativa, va del fruto a los demás órganos de la planta ocasionando el daño fisiológico conocido como pudrición apical del fruto, el cual está íntimamente relacionado con deficiencias de calcio. También es posible que se presenten daños por quemaduras en el fruto ocasionadas por el sol, derivado del poco follaje. Con escasa humedad del suelo hay mayor actividad de algunas plagas.

El exceso de humedad del suelo provoca amarillamiento del follaje, aborto de flor y frutos, y por tanto baja el rendimiento, hay mayor susceptibilidad de enfermedades del suelo como fusarium, rizoctonia, esclerotinia y phytium, entre otros.

Los cambios bruscos de humedad del suelo (fluctuaciones) provocan aborto de flor y fruto, así como agrietamientos (cuarteaduras y rajaduras) del mismo.

La humedad del suelo siempre debe de estar a capacidad de campo. El instrumento con que se mide la humedad del suelo se denomina tensiómetro.

Nutrición y riego (suelo, agua y aire)

La nutrición vegetal se realiza a través de la extracción de los 16 elementos esenciales, los cuales se dividen en macronutrientes y micronutrientes.

Macronutrientes

Carbono (C)
Hidrógeno (H)
Oxígeno (O)
Nitrógeno (N)
Fósforo (P)
Potasio (K)
Calcio (Ca)
Magnesio (Mg)
Azufre (S)

Micronutrientes

Boro (B)
Manganeso (Mn)
Molibdeno (Mo)
Fierro (Fe)
Cloro (Cl)
Zinc (Zn)
Cobre (Cu)

Otros microelementos

Cobalto (Co)
Silicio (Si)
Aluminio (Al)
Plomo (Pb)
Vanadio (Va)
Selenio (Se)
Platino (Pt)



Figura 6. Nutrición a través del riego

Carbono (C)

La planta obtiene del bióxido de carbono (CO_2) presente en el aire en una concentración del 0,03% y es asimilado por la planta mediante el proceso de fotosíntesis. Forma parte de compuestos orgánicos, como azúcares, proteínas y ácidos orgánicos. Estos compuestos se usan en componentes estructurales, reacciones enzimáticas y material genético. En el proceso de respiración degrada compuestos orgánicos para proporcionar energía para diversos procesos metabólicos.

Hidrógeno (H)

Derivado del agua (H_2O) se incorpora en compuestos orgánicos en el proceso de fotosíntesis. Los iones H están involucrados en reacciones electromagnéticas y mantiene el balance entre cargas eléctricas, a través de todas las membranas. Es muy importante su acción en el intercambio de cationes en las relaciones planta-suelo.

Oxígeno (O)

Tomado del bióxido de carbono (CO_2) y el propio oxígeno (O_2) del aire, así como del agua (H_2O). Forma parte de compuestos orgánicos, principalmente azúcares simples.

El oxígeno atmosférico es necesario para todas las reacciones de oxigenación, incluyendo la absorción de nutrimentos por las raíces. También da lugar al intercambio de aniones entre las raíces y el medio exterior. Es por último receptor terminal de electrones en la respiración aerobia.

Nitrógeno (N)

A partir de este elemento nutrimental, todos tienen que ser aplicados en forma de fertilizante químico o biológico, si es que el suelo (tierra) o el agua de riego no los contienen en cantidades suficientes. Además, estos nutrimentos son absorbidos por las raíces como iones, a través del transporte del agua y en contra de un gradiente de concentración.

El nitrógeno es utilizado por la planta de jitomate para sintetizar aminoácidos y formar clorofila, proteínas, alcaloides, enzimas, ácidos nucleicos y orgánicos esenciales en el crecimiento y desarrollo de la planta. La deficiencia o exceso afecta substancialmente el crecimiento, producción y calidad de los frutos. Por tanto, es necesario en el crecimiento y aumento de la masa verde. El fruto en su máximo desarrollo contiene casi 50% de nitrógeno de la planta. El jitomate absorbe la mayor cantidad de nitrógeno en los primeros dos meses. Al inicio la planta acumula poco, aumentando rápidamente después.

Disponible para ser absorbido por el sistema radicular de la planta en forma de anión nitrato (NO_3^-) y catión amonio (NH_4^+). La deficiencia provoca: tallos delgados, hojas pequeñas amarillentas (cloróticas) o púrpuras a causa de la pérdida de clorofila, especialmente las hojas más viejas; caída prematura de hojas, retraso en maduración. Todo repercute en menor rendimiento.

Su exceso provoca: esqueleto vegetativo abundante, follaje de color verde oscuro, reducción de floración, atraso en madurez, frutos bofos y pobres en azúcares. Sistema radicular muy reducido.

Fósforo (P)

Importante en la hidrólisis de almidón de azúcares. Forma parte también de muchos compuestos orgánicos importantes, donde se incluye la glucosa, adenosin trifosfato (ATP), ácidos nucleicos, fosfolípidos y ciertas enzimas.

En el jitomate favorece la diferenciación de órganos generativos, reduce el aborto floral, evita el estallamiento de frutos y aumenta la calidad externa (mayor brillantez) e interna (mayor consistencia) del fruto. Se debe encontrar disponible para ser absorbido por las raíces en forma de anión fosfato (HPO_4^-) y (H_2PO_4^-).

La deficiencia provoca: hojas pequeñas de color morado, encurvamiento de folíolos hacia el envés y caída prematura de hojas. Su exceso provoca deficiencia de cobre y de zinc.

Potasio (K)

Actúa como coenzima o activador de coenzimas. La síntesis de las proteínas requiere altos niveles de potasio. Juega un papel muy importante como activador de reacciones enzimáticas. Está relacionado con la turgencia de las células guarda de los estomas. Es requerido para la acumulación y translocación de carbohidratos recién formados. El potasio no forma parte estable en la estructura de ninguna de las moléculas que se encuentran dentro de las células de las plantas. En el jitomate favorece el desarrollo, el sabor y la consistencia (evita cavidades) del fruto, particularmente en periodos fríos y suelos ligeros (en estos casos la adición de este elemento se hace más necesaria). Además, regula el balance hídrico al aumentar el potencial osmótico del jugo celular y estimula el incremento en el contenido de sólidos, aspecto trascendental para el jitomate industrial.

Tiene que estar disponible para ser absorbido por el sistema radicular del jitomate en forma del catión potasio (K⁺).

La deficiencia provoca: frutos pequeños, sabor poco agradable, de maduración difícil y heterogénea (manchas amarillentas en la superficie), secamiento de borde y cerramiento hacia el haz de las hojas, particularmente las inferiores. El exceso provoca: incremento de la salinidad y por tanto la conductividad eléctrica (CE), se incrementa el potencial osmótico de la solución del suelo, reduciendo la entrada de agua a la planta; consecuentemente hay cerramiento de hojas hacia el haz y frutos pequeños. La planta presenta síntomas de sequía teniendo suficiente agua.

Calcio (Ca)

Es importante en zonas meristemáticas donde ocurre división celular. Es un componente de pectato de sodio, el constituyente más importante de la pared celular, el cual le da rigidez. A menudo se encuentra precipitado como cristales de oxalato de calcio en las vacuolas.

También es activador de enzimas y es un cofactor de ciertas reacciones enzimáticas para la mitosis, división y diferenciación celular. Está involucrado en la síntesis de proteínas y transferencia de carbohidratos. Bloquea reacciones que afectan la calidad del fruto y la sanidad de los tejidos de conducción.

Controla la velocidad de la respiración y reduce la producción de gas etileno, responsable de la maduración de los frutos. Coadyuva en la consistencia de los frutos al favorecer la formación de pectatos de calcio en la pared celular.

Este elemento debe estar disponible en forma del catión calcio (Ca⁺⁺).

La deficiencia provoca: pudrición apical de los frutos, sobre todo cuando hay déficit hídrico (se corrige con la aplicación foliar de calcio y procurando no tener déficit hídricos). También hay compactación del crecimiento (tipo arbustivo) y enegrecimiento del interior del tallo en el área de los racimos; frutos deformes y paralelamente se da secamiento progresivo de tallos, hojas y flores.

El exceso provoca: no existen síntomas visibles. Normalmente suele estar asociado con exceso de carbono.

Magnesio (Mg)

Forma parte estructural de la molécula de clorofila y es necesario para la actividad de varias enzimas que intervienen en el metabolismo de los carbohidratos. También es necesario para la activación de varias enzimas que intervienen en la fotosíntesis, respiración y en la formación de ATP (adenosin trifosfato), ADN (ácido desoxiribonucleico) y ARN (ácido ribonucleico). Es esencial para mantener la estructura del ribosoma.

La forma disponible en el suelo para la absorción por las raíces es del catión magnesio (Mg⁺⁺).

La deficiencia provoca: clorosis en las hojas en la zona entre las nervaduras, desarrollándose en primer lugar en las hojas viejas.

El exceso provoca: existe poca información disponible sobre los síntomas visuales.

Micronutrientes

Estudios sobre el particular revelan que el boro (B), absorbido en forma del anión borato (Bo₃⁼) y (B₄O₇⁼); el manganeso (Mn), absorbido en forma del catión manganeso (Mn⁺⁺); el molibdeno (Mo), absorbido en forma del anión óxido de molibdeno (MoO₄⁼) y el zinc (Zn), absorbido en forma del catión zinc (Zn⁺⁺), tienen influencia positiva en la producción de jitomate. Particularmente el boro, aplicado tanto al suelo como foliarmente, incrementa el rendimiento, adelanta la cosecha y aumenta el contenido de azúcares, materia seca y vitamina C.

Necesidades edáficas

En general, el jitomate no es muy exigente al tipo de suelo. Sin embargo, el mejor desarrollo se tiene con texturas ligeras, sobre todo cuando se quiere adelantar la cosecha; se deben de evitar los suelos compactados o bien buscar la forma de mejorarlos. La profundidad, preferentemente deben ser suelos profundos o al menos que tengan 30 cm. El drenaje debe ser eficiente.

La conductividad eléctrica (CE): el jitomate es una planta moderadamente resistente a la salinidad, pues con una CE de 4.0 mS/cm, el rendimiento solo se afecta en un 10% y de 50% con 8.0 mS/cm. La CE óptima normal es de 3.0 mS/cm.

El pH al que mejor se desarrolla es de 6.7. Sin embargo, tolera pH relativamente elevados de 8.5 o bajos 5.8, donde el rendimiento puede reducirse al disminuir el tamaño del fruto y ser en general, menos pesado.

Se debe contar con un potenciómetro y un conductímetro, para monitorear la solución nutritiva, el suelo y el agua del fertirriego, así como equipo portátil para analizar, solución del suelo y extracto vegetal.

Nutrición

La extracción de nutrientes varía según la etapa de desarrollo de la planta de jitomate. Se considera que por cada tonelada de jitomate producido, se extraen 5-3-8 kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente; por lo que si queremos producir 10 ton/ha de jitomate, requerimos el tratamiento de fertilización 50-30-80; si queremos producir 30 ton/ha, que es la media nacional, necesitamos el tratamiento de fertilización de acuerdo al análisis de suelo.



Figura 7. Fertirriego

Como se puede observar, por unidad de superficie el elemento mayormente extraído es el potasio, seguido del nitrógeno y el fósforo.

Es importante considerar que la significación en el metabolismo y desarrollo de la planta, no se establece por la cantidad absoluta absorbida de dichos nutrientes, sino por la armonía entre ellos según el cultivar, la etapa fenológica, el órgano satisfactor de interés y el papel particular del elemento nutricional en el metabolismo de la planta; así como las condiciones ambientales y técnicas de cultivo.

En los primeros 35 días que incluyen siembra, germinación y trasplante, se aplica la relación 1-3-1 de N-P-K, respectivamente. En crecimiento, de los 35 a 63 días, debe aplicarse la relación 1-1-1 de estos mismos elementos. En floración, de los 63 a 91 días, la relación 2-1-3. Para fructificación, de los 91 a 119 días, la relación 2-1-4. Finalmente en maduración, de los 119 días al final de la cosecha, la relación 2-1-8.

Normalmente la aplicación del fertilizante debe hacerse en fertirriego, es decir, junto con algunos de los riegos. Es importante mencionar que existen infinidad de opciones en el mercado, en cuanto a fuentes de fertilización de los elementos nutrimentales como la línea Peters, Ultrasol, Nitrofosca, Poly-Feed, entre otros; sin embargo, y a manera de ejemplo, se puede sugerir la aplicación del fertilizante Poly-Feed drip de la siguiente manera: los primeros 35 días, el Poly-Feed 12-43-12 en dosis de 1 a 3 g por litro de agua, dependiendo de la calidad de ésta; en crecimiento el fertilizante de la misma línea 19-19-19 en dosis de 1 a 3 g por litro de agua con similar consideración; en floración, el Poly-Feed 14-7-21 en dosis de 1 a 3 g por litro de agua; en fructificación, el fertilizante de la línea indicada 14-7-28 en igual dosis y consideración; y en maduración hasta finalizar la cosecha, el Poly-Feed 12-5-40 en dosis de 1 a 3 g por litro de riego. En todos los casos, en función a las técnicas de cultivo que posteriormente se describirán.

La fertilización o fertirriego sugiere realizarse cada 7 días con técnicas de cultivo en suelo y diariamente con técnicas de cultivo sin suelo, que de manera errónea y comúnmente denominados hidropónicos, mismas que posteriormente se analizarán.

Para la planeación y realización del tratamiento y programa de fertilización, es indispensable contar con el análisis del suelo o del sustrato, según el caso, y el análisis de agua; este último principalmente para tomar decisiones sobre qué fertilizantes utilizar. De ser posible, realizar análisis foliares para prevenir posibles deficiencias y corregirlas con oportunidad.

La solución nutritiva y el fertirriego

En el ejemplo anterior, donde se utilizó la línea de fertilizante Poly-Feed drip, la aplicación se realiza a través de un sistema de riego por goteo (fertirriego).

La solución nutritiva se prepara con este fertilizante, altamente soluble y con un balance ideal en macro y micronutrientes. Las otras líneas de fertilizante mencionadas con anterioridad, los contienen en la misma forma y de acuerdo a la tecnología que ofrecen. Es necesario analizar estas tecnologías o bien preparar la solución nutritiva, de acuerdo a las recomendaciones que se dictaron anteriormente y en función a partes por millón (ppm), milimoles por litro (mmol/L) y mili equivalentes por litro (meq/L).

Riegos

Los riegos en el cultivo de jitomate deben realizarse a través de un sistema de riego por goteo y tomando en consideración los siguientes aspectos: el jitomate es una planta que tuvo su origen en un clima cálido semiárido, por tanto, es poco exigente en agua; la técnica de cultivo; el tipo de suelo o sustrato; a mayor temperatura mayor necesidad de agua, debido a la mayor evapotranspiración para autorregular su temperatura ideal. En base a lo anterior, la planta de jitomate llega a consumir 0.4 L/planta/día en crecimiento; en floración 0.8 L/planta/día; en fructificación 1.0 L/planta/día; y en maduración 1.5 L/planta/día. En ocasiones llega a consumir 4.0 L/planta/día, y un promedio de 2.8 L/planta/día.



Es importante aclarar que estos parámetros varían en función de las condiciones del clima presente.

Figura 8. Sistema de riego en jitomate

Los riegos deben realizarse dos horas después de salir el sol y tres horas antes de ocultarse en cuatro periodos de riego, recordando que los riegos ligeros y frecuentes son los más recomendables, ya que los excesos de humedad en el suelo o sustrato pueden ocasionar problemas de enfermedades causadas por hongos (*Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Phytophthora* y *Sclerotinia*), que ocasionan estrangulamiento del cuello y secadera, difíciles de controlar con productos químicos si el exceso de humedad no es corregido.

La labor del riego la debe realizar la persona con más conocimiento, el gerente del riego o bien el propietario de la empresa. La humedad del suelo se mide con el tensiómetro.

En el arte de regar hay que considerar los tres puntos de humedad del suelo o sustrato: punto de marchitez permanente, punto de capacidad de campo y punto de saturación.

Punto de marchitez permanente.- es cuando solo existe suelo, tierra o sustrato (sólidos) y aire comúnmente se dice que está seco, es decir no hay nada de agua, el tensiómetro marca 40 o más centibares.

Punto de capacidad de campo es cuando la tierra, suelo o sustrato está en su punto, es decir hay tierra, aire y agua en forma proporcional y el tensiómetro marca de 8 a 10 centibares.

Punto de saturación es cuando solo existe tierra y agua nada de aire el tensiómetro marca cero centibares.



Las plantas de jitomate siempre deben estar en un suelo a punto de capacidad de campo, es decir que exista un equilibrio entre suelo, agua y aire.

Figura 8. Humedad controlada en el sustrato

Técnicas de cultivo o sistemas de producción de jitomate en invernadero

El jitomate puede cultivarse y producir eficientemente bajo condiciones de invernadero en suelo, acolchado, sustrato y otros.

Cultivo en suelo

Esta técnica de cultivo implica el uso de la tierra nativa o piso nativo, donde en caso de no tener las mejores condiciones, se puede mejorar con la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes y otros materiales que mejoren esa condición desfavorable determinada. Entre sus ventajas se tienen: menos costos, una buena condición amortiguadora o buffer para el control de pH, CE, y disponibilidad de nutrientes. Entre las desventajas se tienen: la compleja naturaleza orgánica e inorgánica del suelo, menos control de la humedad del mismo, competencia de elementos nutritivos esenciales en la solución del suelo con microorganismos como bacterias y hongos, acumulación de sales, enfermedades del suelo, plagas del suelo y nemátodos.



Figura 10. Sistema de cultivo en suelo

El suelo debe tener una profundidad mínima de 60 cm con buen drenaje, ya que las raíces del jitomate no toleran excesos de humedad; suelos profundos clasificados como migajón arenoso, combinan buen drenaje y buena capacidad de retención de agua. Los suelos arenosos son aceptables, pero el costo del agua y fertilizante es mayor. Al jitomate le favorecen suelos con niveles altos de fósforo, potasio, calcio y magnesio. Es importante contar con información histórica de siembras anteriores y conocer el comportamiento que tuvieron los cultivos, con respecto a la existencia de plagas, nemátodos y enfermedades, así como herbicidas aplicados, ya que es posible que se deba tomar la decisión de cambiar al cultivo en sustrato, si las condiciones del suelo pronostican ser desfavorables. El suelo debe desinfectarse con Vapam, Basamid, Bunema, Vanodine y Nitrogermen, entre otros.

Cultivo en acolchado



Figura 11. Sistema de cultivo en acolchado

En algunos ambientes, principalmente templados y fríos, es recomendable acolchar el suelo, es decir, al surco o cama de siembra se le coloca una película plástica, generalmente de color negro o plateado, con el fin de incrementar la temperatura del suelo, hacer un uso eficiente del agua y del fertilizante, controlar la maleza y obtener mayor producción con calidad.

Cultivo en sustrato

Este sistema de producción se realiza con la utilización de contenedores, ya sean macetas, bolsas, costales, salchichas, canaletas, bloques envueltos en plástico y otros. La principal función del sustrato es proporcionar un medio para el desarrollo de las raíces, que constituye a la vez el soporte de la planta, que retenga agua y nutrimentos, así como aire para el intercambio gaseoso de las raíces. Además, actúa como amortiguador en las reacciones químicas que ahí se llevan a cabo.

El sustrato puede ser inorgánico como la arena, tezontle, tepojal, agrolita, perlita, vermiculita, poliestireno, oasis y lana de roca (el 57% de la producción mundial de jitomate utiliza este último sustrato). Entre los sustratos orgánicos más empleados se enlistan: musgo o peat moss, corteza de pino, fibra de coco, aserrín, pajas, tierra de hoja de encino, tierra negra o de monte, tierra lama, ocochal, bagazo de caña, cascarilla de arroz, estiércoles maduros,



Figura 12. Sistema de cultivo en sustrato

entre otros. Se pueden hacer combinaciones de ellos: inorgánicos-inorgánicos, orgánicos-orgánicos, o bien, inorgánicos-orgánicos, siembre buscando la mejor combinación en función a costos, características ideales tanto físicas como químicas, para el mejor desarrollo y productividad del jitomate.

Otros sistemas de producción o técnicas de cultivo de jitomate en invernadero

Entre estos sistemas se tiene el de raíz flotante, técnica de la película nutritiva conocida como NTF por sus siglas en inglés (nutrient film technique) y al sistema nuevo de cultivo conocido como NGS por sus siglas en inglés (new growig system). Y el sistema de cultivo combinado generado por el ICAMEX denominado sustrato en suelo acolchado con fertirriegos: SSAF.

Raíz flotante

En este caso las raíces flotan en el agua. Presenta variantes de acuerdo al contenedor que se utiliza. En todos los casos la aireación debe ser constante para reponer el oxígeno consumido por las células de las raíces, aspecto que garantiza un buen desarrollo del cultivo de jitomate.

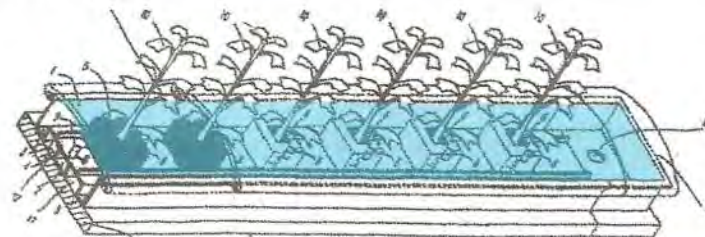


Figura 13. Sistema de raíz flotante

Las variantes son: **sistema de cubetas o botes**, cuando el cultivo de cada planta se hace en un contenedor o recipiente individual y las raíces limitan su desarrollo al espacio del contenedor. Las plantas deben estar soportadas por guías o tutores; **sistemas de tanques o cisternas**, en este caso las plantas flotan en hileras dentro de un estanque de agua, de poca profundidad, conteniendo la solución nutritiva, soportadas del tallo por un material liviano que sirve de cubierta y tapa del estanque, que pueden ser láminas de poliuretano o unicel, corcho o láminas de plástico de color negro para evitar el crecimiento de algas dentro de la solución nutritiva; sistema de mareas, éste ha sido desarrollado en Japón, a cada planta se le provee de un estanque o contenedor gigante para un amplio desarrollo de las raíces, la solución nutritiva debe estar en continuo movimiento, mediante simuladores de oleaje y dispositivos para la oxigenación; además cuenta con estrictos controles para el suministro de nutrimentos y control de la temperatura. En la exposición científica "Expo 85" celebrada en Tsukuba, Japón, una sola planta produjo 13,312 frutos de jitomate durante los seis meses que duró la exposición. Este sistema permite un gran desarrollo de las raíces, gracias a la amplitud del recipiente y a la alta oxigenación de la solución nutritiva.

Técnica de la película nutritiva (NFT)

Es un sistema donde las plantas de jitomate crecen con su sistema radicular dentro de una lámina de plástico, a través de la cual circula continuamente la solución nutritiva. Solución que contiene todos los elementos nutrimentales necesarios para el buen desarrollo del cultivo. Los materiales con los que se construye el sistema por los que circula la solución nutritiva, generalmente son de PVC hidráulico. En la actualidad a este sistema también se le llama técnica de cultivo con flujo laminar de nutrimentos. Es una de las técnicas más avanzadas que se emplea dentro de la agricultura de precisión y la plasticultura.

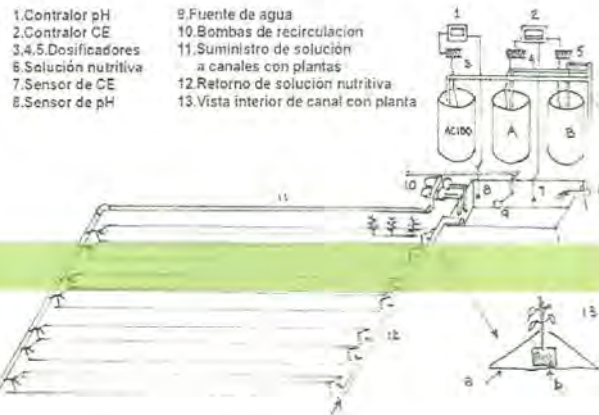


Figura 14. Técnica de la película nutritiva (NFT)

Sistema nuevo de cultivo (NGS)

Es el sistema más evolucionado de la técnica de flujo laminar. Consiste en una cama de crecimiento formada por varias capas de películas de plástico que forman varios canales o niveles, por los que circula la solución nutritiva y penetran las raíces. Las capas son sostenidas por soportes de cables de acero galvanizado o sogas de polipropileno, sujetas a una estructura especial para su montaje, que debe soportar el sistema junto con el cultivo en producción. El montaje le da al soporte una pendiente uniforme para la circulación de la solución nutritiva, con una pendiente del 1 por ciento. La longitud de cada línea no debe exceder de los 30 m de distancia. La capa exterior es de color negro, o negro en su cara exterior y blanco en la interior. Las capas interiores pueden ser blancas o transparentes y van provistas de una serie de perforaciones por las que cae la solución nutritiva de un nivel al otro, en forma de cascada. Las plantas se colocan en el primer nivel y las raíces de cada planta penetran los distintos niveles por los que circula la solución nutritiva. Al final de cada línea, la solución nutritiva cae a un colector que la conduce al depósito de recepción, de donde es bombeada nuevamente al sistema.

En todos los sistemas, la distribución de la solución nutritiva puede ser a través de un sistema abierto, en el cual la solución nutritiva pasa al área del sistema radicular de la planta de jitomate y posteriormente se descarga y se pierde por escurrimiento o lixiviación. Sin embargo, está más generalizado y es más recomendable el sistema cerrado, donde la solución nutritiva pasa a través del sistema radicular de las plantas de jitomate, y se descarga en un colector, para posteriormente recircularse nuevamente con la ayuda de un sistema de bombeo.

El monitoreo y corrección de todos los parámetros medibles a través de sensores es de vital importancia para el cultivo.

Sustrato en suelo acolchado con fertiriego (SSAF)

Este sistema de producción o técnica de cultivo para el cultivo de jitomate en invernadero es generado por el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México-ICAMEX. El cual consiste en la combinación de los sistemas de suelo, acolchado y sustrato y haciendo uso de los fertirriegos y soluciones nutritivas en base a análisis de suelo, agua y extracto vegetal. En el SSAF, se construye un contenedor (cepa) en el suelo nativo, se llena con el mejor sustrato y se acolcha.

Prácticas agronómicas indispensables

Las prácticas agronómicas indispensables que tienen que llevarse a cabo en la producción de jitomate son: elección del cultivar, producción de plántula, densidad de población y distribución, trasplante, tutorado, podas, control de maleza, plagas y enfermedades, cosecha, selección y empaclado.

Elección del cultivar

En el cultivo de jitomate la clasificación es por su hábito de crecimiento: cultivares determinados, semi-determinados e indeterminados. Por la forma del fruto se tienen saladette, bola y cherry. Hay infinidad de híbridos disponibles en el mercado, sin embargo, para seleccionar el más apropiado al sistema de producción, se deben considerar los siguientes criterios: tamaño, forma y uniformidad del fruto, color, entrenudos cortos, cáliz vigoroso de color verde, buen cierre apical, resistencia y tolerancia a enfermedades, tolerancia a desórdenes fisiológicos, buen cuajado de frutos bajo amplio rango de condiciones ambientales, buen rendimiento y demanda en el mercado.



Figura 15. Evaluación de cultivares

Es aconsejable recabar información del proveedor sobre las prácticas de cultivo y necesidades del cultivar específico. Además, es recomendable llevar a cabo en cada ciclo, ensayos con diversos cultivares, para observar su comportamiento bajo los métodos, equipamiento y sistemas de producción disponibles.

Resultados obtenidos en la producción de jitomate en invernadero en Valles Altos del Estado de México.

En resumen los resultados promedio obtenidos por sistema de producción, año, e híbrido, se muestran en el siguiente cuadro en kg/m².

AÑO SISTEMA HIBRIDO	2005			2006			2007			MEDIA kg/m ²
	S	A	ST	S	A	ST	S	A	ST	
CID	13.9	18.7	10.5	15.0	25.1	15.8	15.2	26.9	14.7	17.3
SUN-7705	15.1	17.3	12.5	14.5	20.3	22.3	14.5	20.3	24.0	17.9
RESERVA	18.7	19.6	11.5	11.9	15.2	16.5	17.9	22.9	20.3	17.2
X SISTEMA	15.9	18.5	11.5	13.8	20.2	18.2	15.9	23.4	19.7	17.5
X AÑO		15.3			17.4			19.7		17.5

Algunos de los cultivares disponibles y evaluados en los valles altos de México son: determinados de fruto tipo saladette como Xaman, Río Colosal, Meteoro, Shanty, Pony Express, Mariana, Monica, entre otros; determinados de fruto tipo bola como Hayslep y Pik Ripe; semideterminados de fruto tipo saladette como Capaya; indeterminados de fruto tipo saladette como Tequila Mejorado, Reserva, Cid, Anibal, Nun-3061, Juan Pablo, Loreto, Malinche, Ruby, Nun-290, DRK-2180, DRK-2189, Cimabue, y Rafaello, entre otros; indeterminados de fruto tipo bola como Baron, Tus-24008, Panzer, Torero, entre otros; indeterminados de fruto tipo cherry como Felicity, Rubino Top, Josefina, Lupita, entre otros.



Figura 16. Jitomate Saladette en sustrato

Producción de plántula

La producción de plántula de jitomate debe hacerse en charolas de color negro de poliestireno expandido de 200 cavidades y el uso de sustratos como Growing Mix #2, Peat Moss, Phyto Plant o Sun Shine. También es posible realizar alguna combinación con estos sustratos o los mencionados anteriormente. Es un método muy apropiado para obtener plantas sanas uniformes y con buen sistema radicular. La operación ocupa poco espacio, lo que permite establecer eficientes controles ambientales, de fertilidad y sanidad.



Figura 17. Plántula de jitomate

Es recomendable destinar un área independiente para la producción de plántula, donde se disponga de suficiente agua de calidad, y sea posible establecer adecuadas prácticas de sanidad, control de temperaturas, humedad relativa, ventilación y luminosidad. El sistema de producción de plántula es viable y garantiza la germinación y crecimiento adecuado de todas las

semillas establecidas. La siembra se realiza colocando sólo una semilla por cavidad a 0.5 cm de profundidad en el sustrato, cubriéndose con el mismo, ya que la semilla de los cultivares que ofrecen las casas comerciales tienen alto porcentaje de viabilidad. Posteriormente se riega y se le proporciona una temperatura de 25°C y en 7 días deben emerger las plantulitas, las cuales se deben fertilizar con una solución nutritiva a base del fertilizante Poly-Feed 12-43-12, a dosis de 1g/L de agua de riego. Es importante mantener la humedad relativa en 70% para favorecer el desarrollo de la plántula. Una humedad relativa alta causa un alto riesgo de desarrollo de enfermedades fúngicas como el Damping Off, que es un complejo de hongos (Rizoctonia, Fusarium, Phytium y Sclerotinia) que causan un estrangulamiento del cuello de la plántula. Se debe tener un sombreado del 30 por ciento. La presencia de algas es un problema en la superficie del sustrato, el uso de vermiculita sobre la superficie de las charolas previene su formación. En los bancos de las charolas, se debe asperjar cal hidratada para el mismo propósito. Las plagas más comunes que atacan a las plántulas son; mosquita blanca, minador de la hoja, pulgones y araña roja; el control se realiza asperjando Bifentrina a dosis de 1.0 cc por litro de agua limpia, o bien imidacloprid a dosis de 0.50 cc por litro de agua de riego.

Densidad de población y distribución

El número de plantas por hectárea y su distribución topológica en el invernadero es de vital importancia, debido a que es necesario proporcionar a las plantas el espacio adecuado para su óptima producción. Con poca luz, es decir con días de menos luz, ya sean días cortos o días nublados, es recomendable dar más área entre sí a las plantas; con mucha luz, días largos y sin problemas de nubosidad, se puede reducir, similarmente si se hace uso de luz artificial.

Para jitomates determinados se pueden manejar de 3 a 16 plantas/m² a 10 y 4 racimos, respectivamente; para jitomates indeterminados de 3 a 12 plantas/m² a 10 y 4 racimos respectivamente; sin embargo, para las condiciones de los Valles Altos del Estado de México, bajo el sistema de producción en suelo acolchado o bien en sustrato equipados con riego por goteo, la densidad óptima hasta el momento es de 4 a 6 plantas/m² manejadas a 10 racimos. En surcos, camas o hileras con contenedores los espacios entre ellas serán de 1.5 m como mínimo y entre plantas de 20 a 40 cm. Para surcos o camas a doble hilera o bien en contenedores a doble hilera, respetar la misma densidad de población y las distancias de las distribuciones mencionadas anteriormente. Estas densidades equivalen de 40 000 a 60 000 plantas/ha.

Sin embargo si el invernadero es pasivo, la densidad óptima es de 2.8 plantas o tallos / m² a una sola hilera, en surcos de 1.5 m entre sí plantas a 0.2 m entre ellas, pero a dos líneas de tutoreo en sig-sag.



Figura 18. Distribución del cultivo en surcos



Figura 19. Distribución del cultivo en hileras con contenedores

Trasplante

La plántula de jitomate está lista para el trasplante entre los 28 y 35 días después de la siembra. Si la plántula fue manejada a temperaturas de 22 a 24°C y con 30 % de sombra, las plántulas deben contar con cuatro hojas verdaderas y de preferencia, el tallo debe estar ligeramente lignificado, lo cual se consigue disminuyendo los riegos en los últimos siete días antes del trasplante. Después del trasplante, es conveniente colocar una malla sombra del 30 por ciento durante los primeros 14 días, para posteriormente quitarla.



Figura 20. Trasplante de plántula

Tutorado

El sistema de tutores permite sostener la planta, ya que ésta no resiste su peso y el de sus frutos. Para las plantas que se conducen a un solo tallo, se extienden alambres (preferentemente del calibre 10) horizontales en un soporte de la estructura de los arcos paralelos a lo largo de cada línea de plantas y a una altura mínima de 2.5 m. Se suspende del alambre horizontal rafia de polietileno, para enredar verticalmente cada planta. Utilizando un nudo amplio y no deslizable, se amarra la rafia alrededor del tallo en su parte

inferior, unos centímetros arriba de la superficie del suelo; otra terminal se pasa sobre el alambre y se amarra con un nudo simple. Se pueden colocar broches y ganchos que unan la planta con la rafia, con los cuales se logra un ahorro en mano de obra. Cuando las plantas llegan a la altura del alambre, se bajan para facilitar las tareas de podas y cosecha. Se recomienda bajar la planta a una altura de 50 cm debajo del alambre, acomodando el tallo horizontalmente a lo largo del surco, ya que de otra manera puede quebrarse. Esta operación es adecuado repetirla cada siete días o cada vez que sea necesario. Para evitar que los tallos queden en contacto con el suelo, se colocan soportes de alambroñ entre las líneas de plantas en el surco y en las cabeceras del mismo, evitando que se constriñan las plantas de las orillas.



Figura 21. Amarre del tallo

Figura 22. Tutorado

Podas

Las podas que se llevan a cabo en el cultivo del jitomate son: poda de brotes laterales, poda de hojas, poda de flores, poda de frutos, poda de brote apical y poda especializada de hojas.

Poda de brotes lateral

Este tipo de poda consiste en la eliminación de los brotes laterales que emergen inmediatamente arriba de cada hoja a lo largo del tallo, es decir, son tallos secundarios que deben eliminarse para conducir la planta a un solo tallo; en otras palabras, se deben eliminar las ramas laterales que salen de la axila de cada una de las hojas del tallo principal. Eventualmente, se puede conducir la planta a dos tallos, dejando crecer el brote lateral abajo del primer racimo, pero más de dos tallos no es recomendable para un sistema intensivo de producción de jitomate. Con este tipo de poda se eliminan los pequeños tallos o brotes, conforme aparecen en el tallo principal.



Figura 23. Poda de brotes laterales

Poda de hojas

La poda de hojas consiste en eliminar las hojas viejas. Dado que en un sistema de producción intensiva de jitomate se hace uso de altas densidades de plantas, la poda de hojas es obligada. De no realizarse esta práctica, se genera un micro ambiente de alta humedad relativa en la parte inferior de las plantas, que por un lado es propicio para el desarrollo de enfermedades foliares como el tizón tardío y botritis y, por el otro, disminuye la penetración de luz, que retarda la maduración de los frutos. Esta práctica se inicia con la eliminación de las hojas más viejas y de preferencia deben ser de dos a tres las que se eliminarán; menos de esto encarece la práctica de eliminación de hojas, y más de éstas pueden provocar enrollamiento de todas las hojas, debido a una poda severa. Otro criterio para el deshoje, es que exista al menos una hoja activa en la parte inmediata superior al racimo que todavía tiene frutos que no han alcanzado la madurez fisiológica. Después de la poda, no deben dejarse hojas o brotes en el área interior del invernadero,



Figura 24. Plantas con hojas viejas eliminadas

Poda de flores

Las flores dañadas o defectuosas deben eliminarse, ya que darán lugar a frutos defectuosos. También se eliminan para tener menos frutos por racimo, pero de buen tamaño o de tamaño regular, según los demande el mercado. Existen cultivares híbridos que no requieren de esta práctica. Cuando el productor así lo decide, esta labor no es indispensable.

Poda de frutos

Como la producción de frutos de jitomate en invernadero debe ser de alta calidad, es decir sin daños mecánicos, coloración uniforme y si el mercado lo requiere de tamaño mediano a grande, se pueden eliminar uno o dos de los últimos frutos que aparecen en el racimo. A veces este tipo de poda se justifica cuando existe manifestación de deficiencia de calcio en los frutos, lo que disminuirá la competencia entre ellos y por consecuencia, por este nutrimento.

Poda de brote apical

La eliminación del brote apical o despunte, se realiza a los cultivares de crecimiento indeterminado que se quieren cultivar a determinado número de racimos o bien cuando el sistema de tutorado no permite el crecimiento continuo de la planta.

Poda especializada de hojas

La planta de jitomate tiene que estar en equilibrio entre su parte vegetativa (raíz, tallo y hojas) con su parte generativa (racimos, botones, flores y frutos). Con la poda de hojas en forma especializada nos permite de alguna manera encontrar ese equilibrio. Si la parte del follaje es mucha, entonces podemos eliminar hojas de la siguiente manera, cuando el primer racimo fructifique se eliminan todas las hojas debajo de él y se puede eliminar una o dos hojas abajo del siguiente racimo, según sea el caso en función a la cantidad de follaje y así sucesivamente, siempre buscando ese equilibrio entre la parte generativa y vegetativa.

Control de maleza

La maleza llega a ser problema cuando se cultiva en suelo sin acolchar, por lo que se tiene que eliminar para tener al cultivo siempre libre de ella. Esto puede realizarse manualmente con el uso de azadón o bien con el empleo del herbicida Metribuzin, a dosis de 3.0 ml por litro de agua, asperjado a la maleza cuando ésta tenga menos de dos centímetros de altura. Aplicarse por la mañana y con presencia de humedad en el suelo.



Figura 25. Cultivo libre de maleza

Control de plagas

Las principales plagas que atacan al cultivo de jitomate, bajo condiciones de invernadero son:

Mosquita blanca (*Bemisia tabasi*). Es la plaga más común de este cultivo dentro del invernadero y causa problemas principalmente los primeros 50 días después del trasplante, ya que trasmite el virus del chino del jitomate y el mosaico del tabaco, entre otros. Estos insectos disminuyen la cantidad de savia disponible en la planta al alimentarse de ella. Es importante colocar mallas antiáfidos en las entradas de aire, es decir, en la ventilación lateral, frontal y cenital para evitar la entrada de estos insectos y otros. Si ya se encuentran dentro del invernadero, pueden ser atrapados con el uso de plásticos de color amarillo brillante e impregnado con algún producto que las obligue a quedar adheridas a éste, como es el aceite comestible, grasa trasparente, adherex o biotak, estos últimos son pegamentos especiales para este propósito. El control químico se realiza con la aplicación del producto insecticida Imidacloprid, a dosis de 0.5 ml por litro de agua a través del riego por goteo. También pueden aplicarse productos a base de extractos de ajo para repeler estos insectos.

Minador de la hoja (*Liriomiza munda*). Esta plaga ataca al jitomate en la etapa de crecimiento, principalmente en plántula. Las larvas de esta plaga hacen una serie de galerías de color blanco que disminuyen la capacidad fotosintética de las hojas y en plántula cuando son pequeñas, el daño es más acentuado. Su control es eliminando las hojas que estén minadas, ya que tienen en su interior la larva y/o la pupa, o bien asperjar el producto Trigard a dosis de 0.5 g por litro de agua para matar las larvas, y para matar a los adultos aplicar el químico Carbaril a dosis de 5.0 g por litro de agua, asperjado al follaje del jitomate.



Figura 26. Mosquita blanca

Figura 27. Adulto de Minador

Pulgón verde del jitomate (*Macrosiphum euphorbiae*). Es una plaga que succiona la savia de las plantas de jitomate, causando deformaciones en las hojas, el exceso de azúcar que absorben lo segregan como mielecilla cubriendo el follaje, en el cual crece la fumagina, dándole a la planta un color negruzco, como si estuviere cubierta de hollín. Además son transmisores de virus. Para el control asperjar Bifetrina a dosis de 1.0 cc por litro de agua.

Pulgón saltador (*Paratriosa cockerelli*). Es un insecto también conocido como psilido del jitomate o de la papa, además de succionar la savia de la planta, transmite el fitoplasma del permanente del jitomate, que llega a mermar el 60 por ciento del rendimiento de este cultivo, para su control químico aplicar 0.5 cc por litro de imidacloprid en drench o bien en el sistema de riego.



Figura 28. Pulgón verde

Figura 29. Adulto de Paratrioza

Araña roja (*Tetranychus urticae*). Es el acaro más común que ataca a los jitomates, al alimentarse de la savia de las plantas; en el haz de las hojas se observan áreas cloróticas, que reducen la actividad fotosintética. El envés de las hojas se cubre de hilos sedosos y a medida que la población se incrementa, las arañas se mueven hacia las hojas superiores, donde forman una red muy extensa de telaraña. Los individuos emigrantes utilizan los hilos de seda para flotar en el aire. Para el control asperjar sobre el follaje Bifetrina a dosis de 1.0 cc por litro de agua.

Ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*). Es un ácaro de color blanco amarillento pálido, es un problema muy destructivo que ocasiona deformaciones de hojas, ramas tiernas y frutos pequeños debido a la saliva del ácaro. Posteriormente la planta detiene su crecimiento y da la apariencia de un arrocetamiento en las partes más jóvenes seguidos de coloraciones cubritas o purpúreas. Para el control asperjar al follaje Bifetrina a dosis de 1.0 cc por litro de agua.



Figura 30. Araña roja



Figura 31. Ácaro blanco

Gusano del fruto (*Heliotis virescens*). Aunque no es muy común que se introduzcan adultos de esta plaga dentro del invernadero si se cuenta con malla antiáfidos, eventualmente se pueden encontrar y ovipositan en las plantas, para posteriormente eclosionar larvas que se penetran en el fruto del cual se alimenta; el control se realiza con la aplicación en aspersión de Carbaril a dosis de 5 g por litro de agua.

Nemátodo de la raíz (*Meloidogyne incognita*). También es conocido como agallador de las raíces, producen nódulos que obstruyen los conductos de las raíces e impiden la absorción de nutrientes, lo que implica menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez, clorosis y enanismo. Estos nemátodos interactúan con otros patógenos, ya sea como vectores de virus o de forma pasiva, facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado, el control se puede hacer aplicando 7.0 kg por hectárea de Counter 15% G.



Figura 32. Gusano del fruto



Figura 33. Daño por Nemátodo

Control de enfermedades

Las enfermedades más comunes en el invernadero que afectan a las plantas de jitomate son:

Cáncer bacteriano (*Clavibacter michiganensis*). Es uno de los principales problemas fitosanitarios dentro del invernadero, ya que esta enfermedad se transmite mediante las podas que constantemente se realizan a las plantas. La bacteria se desarrolla

en todo el sistema vascular de la planta de jitomate; en su fase inicial los síntomas de marchitamiento no son muy claros, pero a medida que avanza la infección es más notoria la marchitez, y más aún cuando existe alta transpiración.

Cuando el daño de la bacteria es muy severo, la planta entra en un estado de marchitez permanente, de la cual ya no se recupera y muere. Para el control de esta enfermedad, existen medidas preventivas como: desinfectar con alcohol los utensilios que se usan en la poda, la desinfección de sustratos con bromuro de metilo, la colocación de tapete sanitario con hipoclorito de sodio al 5 por ciento en las puertas de acceso del invernadero y la eliminación de las plantas enfermas. También se puede aplicar en aspersión al follaje sulfato de cobre pentahidratado, a dosis de 1.0 cc por litro de agua.

Moho gris (*Botrytis cinerea*). Esta enfermedad incide cuando la humedad relativa es mayor al 80 por ciento, condiciones de temperatura relativamente frías y poca penetración de luz. El tejido enfermo da una apariencia vellosa, de color café grisáceo, que se asemeja al terciopelo; las lesiones en los folíolos se expanden a toda la hoja, posteriormente al pecíolo y después al tallo, que queda rodeado por la lesión, causando la muerte de la planta hacia arriba de ésta; cuando ataca al fruto, provoca una pudrición suave de color gris. La mejor forma de control es separar más las plantas, efectuar oportunamente las podas de brotes laterales y hojas, y disminuir la concentración de nitrógeno de la solución nutritiva, para reducir el vigor de las hojas. El control químico se realiza asperjando en forma preventiva Captan, a dosis de 1.0 g por litro de agua. Cuando ya está presente la enfermedad, aplicar en aspersión Metalaxil a dosis de 2.0 g por litro de agua. También asperjar Propamocarb Clorhidrato a dosis de 3.0 cc por litro de agua.



Figura 34. Daño por cáncer bacteriano

Figura 35. Daño por Moho gris

Marchitez o secadera. Cuando se presenta en plántula también se le conoce como Damping-off. Esta enfermedad es causada por un complejo de hongos de los géneros *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Sclerotinia*. Atacan a nivel del cuello de la planta y se caracteriza por ocasionar un estrangulamiento que provoca marchitez o secadera y muerte de la planta. La enfermedad se previene desinfectando el suelo o el sustrato o aplicando en el agua de riego Captan a razón de 1.0 g por litro de agua. Cuando la enfermedad está presente, se debe disminuir la frecuencia de riegos para bajar la humedad y aplicar en el agua de riego Tiabendazol, a dosis de 1.0 g por litro de agua o bien Tiofanato en la misma dosis.

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*). Ataca al follaje cuando existe gran desarrollo foliar, ambiente con alta humedad relativa, temperatura de 22°C y poca ventilación. El follaje se torna necrótico y se muere. Para prevenir esta enfermedad, debe procurarse buena circulación de aire y podar de manera constante, así como establecer densidades de población adecuadas. Para prevenir asperjar Captan a dosis de 1.0 g por litro de agua; cuando



Figura 36. Daño por Tizón

ya esté presente la enfermedad, aplicar Metalaxil a dosis de 2.0 g por litro de agua asperjado al follaje o bien Propamocarb Clorhidrato, a dosis de 3.0 cc por litro de agua de forma similar.

Cenicilla polvorienta (*Leveillulia taurica*, *Erysiphe orontii* y *Oidium spp.*): Ataca las hojas de jitomate y los síntomas son



Figura 37. Daño por Cenicilla

manchas amarillas en el haz que se vuelven necróticas en el centro, observándose fieltro blanquecino en el envés, para prevenir y controlar asperjar Serenade a dosis de 15 g por litro de agua.

Desórdenes fisiológicos

Existen desórdenes fisiológicos ocasionados por inadecuadas condiciones del medio ambiente, temperatura, humedad relativa y luz, fallas en la nutrición o una incorrecta aplicación del riego, que provocan enfermedades fisiológicas como:

Enrollamiento de hojas. Es ocasionada por bajas temperaturas entre 7 y 10°C, o por podas severas; ocurre el enrollamiento de los folíolos a manera de acucharamiento de las hojas, que inicia en la parte basal y avanza hacia el ápice de las plantas, acompañado de una coloración púrpura en las nervaduras del envés de las hojas jóvenes.

Pudrición apical del fruto. Se le atribuye a diversos factores, tales como: estrés de agua (exceso o sequía), deficiencia de calcio, elevada salinidad, desbalance de nutrimentos en la solución nutritiva o una combinación de estos factores. La necrosis apical aparece al principio como manchas de agua en la base del fruto, el cual tiene un color verde acuoso, gradualmente cambia a café oscuro y la lesión se hunde a medida que el tejido pierde agua. Para evitar este desorden fisiológico, hay que seleccionar cultivares que muestren menos susceptibilidad, mantener un uniforme crecimiento de las plantas, disminuir las fluctuaciones en el suministro de agua, mantener adecuados niveles de calcio en la solución nutritiva, particularmente en la etapa de fructificación y maduración (no menos de 125 ppm). Para corregir se puede llegar hasta 200 ppm. También bajando la CE durante condiciones de alta luminosidad y temperatura, así como evitar el exceso de fertilizante nitrogenado en forma amoniacal.



Figura 38. Enrollamiento

Cara de gato. Es causado por temperaturas menores a 10°C; consiste en la deformación de los frutos, con la apariencia de cara de gato. También la deformación del fruto es ocasionada por una deficiente polinización, por ello es necesario contar con un sistema eficiente de polinización, que se logra por medio del movimiento de las plantas a través del sistema de tutorado, o bien con el uso de una aspersora motorizada que impulse aire solamente, también con el uso de ventiladores que al circular el aire mueven la planta. Esta práctica debe realizarse entre las 10:00 y 12:00 horas, que es cuando hay máxima dehiscencia de anteras. También la polinización puede auxiliarse con el uso de vibradores para mover el polen de las flores, mediante la agitación de los racimos en parte la inferior de su unión con el tallo.

El uso de abejorros (*Bombus impatiens*), que son altamente eficientes para estimular el proceso de polinización, resulta en incremento considerable del rendimiento y una mayor proporción de frutos grandes, comparados con los de polinización por el movimiento de la planta, uso de sopladores y vibradores. Las colmenas deben instalarse al comienzo de la floración. Un abejorro es suficiente por cada 75 m².

Rajaduras del fruto: La presencia de rajaduras radiales hacia afuera de la parte terminal del tallo del fruto o pedúnculo y hacia su parte baja, esto ocurre casi siempre a la maduración, unos días antes del cambio de color rosa a rojo, debido a cambios bruscos en la humedad suministrada a las plantas o por grandes diferencias entre las temperaturas del día y la noche. La prevención consiste en la selección de variedades tolerantes al problema, y evitar altas temperaturas, una adecuada proporción de fertilizantes y mantener una consistente humedad para evitar periodos de estrés.



Figura 39. Deformación de fruto

Figura 40. Rajaduras de fruto

Hombres verdes, quemaduras de sol y frutos de color naranja: Estos desordenes fisiológicos están asociados a altas temperaturas o gran intensidad de luz, para minimizar el problema, se recomienda incrementar la ventilación en días calurosos y sombrear las plantas, no cortar hojas arriba de los frutos. Un gran número de variedades son tolerantes a este defecto. El color naranja de los frutos después que han madurado es atribuido a la inhibición por alta temperatura del pigmento licopeno. Es importante decir que el color rojo se desarrolla en el fruto a 18.3 a 23.8 o C.

Pared gris: Son manchas irregulares de color verde o amarillo verdoso, que cuando el fruto madura, se ponen de color gris produciendo una maduración desigual. El desorden fisiológico está asociado a condiciones de baja intensidad de luz (días nublados), altas o bajas temperaturas en el medio ambiente y en el suelo, a alto

nitrógeno y bajo potasio, y también por compactación del medio de cultivo. Algunos cultivares son más susceptibles que otros. Para evitar el daño cuando la intensidad de la luz sea baja, aplicar el agua y nutrimentos con menor frecuencia, no intentar elevar la temperatura a más de 80°C sobre la temperatura mínima de la noche. También la pared gris ha sido asociada a ciertos hongos, bacterias y el virus del mosaico del tabaco.

Las deficiencias nutrimentales también provocan desordenes fisiológicos que llegan a confundirse con las enfermedades. Es importante comentar que los cultivares de jitomate para la producción bajo condiciones de invernadero, se reportan como tolerantes a diversas enfermedades, entre las que se citan: Virus del mosaico del tabaco, Cladosporium razas A,B,C y D, Verticilium, Fusarium de la Corona razas 1y 2, y Alternaria.



Figura 41, Fruto decoloro

Aborto de flores en jitomate

Causas

Existen varias causas para el aborto de flores en el cultivo de jitomate: plantas débiles, baja luminosidad, humedad relativa alta o baja, humedad del suelo o sustrato saturado o seco, temperatura alta o baja, y presencia de hongos fitopatógenos.

Plantas débiles

La planta de jitomate debe de estar fuerte y sana antes de permitir que se desarrollen flores en la misma. Si se permite que la planta desarrolle flores antes de que ésta sea suficientemente fuerte, se produce el aborto de flores. El aborto de flores significa que la planta aún no está suficientemente fuerte como para soportar el desarrollo de flores y su consecuente producción de frutos.

Baja luminosidad

Niveles bajos de luminosidad es otra causa por la cual las flores de la planta de jitomate abortan. La planta con el aborto de flores comunica al productor que no existe luz suficiente para soportar la producción de frutos. El cultivo de jitomate necesita 100 Juls de luz por racimo más 100 Juls de luz para el crecimiento y desarrollo de hojas y raíces.

Esto significa que un cultivo de jitomate con siete racimos y una densidad de plantas de 2.8 plantas por metro cuadrado, requiere de 2,260 Juls diarios de luz. Sin embargo, en México debido a su latitud, el total diario de luminosidad suma 1,600 Juls en el exterior. En un invernadero con una cubierta de un 70% de luz y 30% de sombra, el cultivo de jitomate solo recibe 1,100 Juls de luz, muy por debajo de las necesidades de luz para el desarrollo y producción del jitomate. Por todo lo anterior, es importante instalar cubiertas de la mayor transmisión de luz posible, lavar regularmente la cubierta, pintar la estructura de blanco, acolchado plateado y si es posible instalar luz blanca.

Humedad relativa alta o baja

Si la humedad relativa HR es alta más de 70% especialmente en la mañana, cuando la temperatura es baja, el polen se vuelve pegajoso incapaz de derramarse desde las partes masculinas de la flor, ésta abortará, debido a que las partes femeninas de la flor no fueron polinizadas. Si la HR es baja menos de 50% el polen no está disponible, por que está demasiado seco, o bien el estigma se reseca siendo incapaz de aceptar polen, el rango de HR óptimo es de 60 a 65 por ciento.

Temperatura alta o baja

La temperatura alta más de 28°C reduce significativamente la disponibilidad de polen o lo esteriliza o no viable para una polinización apropiada. En esencia el polen se muere cuando es expuesto a temperaturas superiores a los 28°C. La temperatura baja a menos de 12 C no constituye problema en cuanto a la calidad del polen. Sin embargo, por la mañana si la temperatura es baja menos de 12 C, la HR será muy alta más de 85%. Además, a medida que la temperatura desciende, se puede alcanzar el punto de condensación, esto hace que las flores se humedezcan y el polen se apelotona y se aferra a las anteras.

Presencia de hongos fitopatógenos

Los patógenos fúngicos tales como Botritis, Fusarium, Alternaria, Rhizoctonia, Phytophthora y Phythium, son comunes en invernadero e infectan y afectan al pedúnculo floral y a la estructura floral misma. Si el pedúnculo resulta infectado, al igual que cualquier otro tejido de la planta, la flor será privada de nutrimentos y agua, por tanto, abortará.

Medidas contra aborto de flores en el cultivo de jitomate

Instalar ventiladores

Se deben de instalar ventiladores de flujo horizontal, con el fin de hacer circular el aire por la mañana cuando la HR es muy alta y por la tarde cuando hace calor, con el fin de incrementar la transpiración.

No debe realizarse movimiento del aire demasiado fuerte a través de las hojas. Los ventiladores deben situarse sobre el cultivo.

La estrategia del riego

El riego se debe realizar de las 10 de la mañana a las 4 de la tarde en cuatro periodos y en cada periodo al menos seis riegos, teniendo en el primer periodo un 10% de drenado, en el segundo periodo un drenado del 20%, en el tercer periodo un drenado del 30% y en el cuarto periodo un drenado del 40%. Con el drenado se fuerza una entrada de aire al suelo o sustrato permitiendo la oxigenación del mismo. Los riegos frecuentes y ligeros son una medida muy importante para reducir el estrés por calor en el cultivo. El productor debe asegurarse de regar al menos cada 30 minutos de 200 a 300 cc/planta de agua durante ese lapso del día.

Aplicación de fungicidas

La aplicación de fungicidas preventivos o curativos según sea el caso es importante para contrarrestar el efecto negativo de la presencia de hongo fitopatogenos en el cultivo de jitomate, para evitar el aborto de flores.

Cosecha



Figura 43. Frutos próximos a su cosecha

Debido a que la inversión inicial en la producción de jitomate en invernadero es alta, implica un cuidadoso manejo de todos los sistemas involucrados en la producción. La cosecha como parte final del proceso, requiere de cuidados extremos. La madurez fisiológica en el jitomate llega cuando aparece la estrella rosa en la parte apical del fruto, que es cuando debe cosecharse. La recolección debe hacerse diariamente, o cuando más cada tercer día, haciendo el corte de los frutos, de acuerdo a las exigencias del mercado al que vaya destinado el producto.

Rendimiento

El rendimiento es muy variable, ya que depende de muchos factores, como son el tipo de cultivar, sistema de producción, experiencia del productor y tipo de asesoramiento, entre otros; por tanto, se pueden obtener desde 3.0 kg/m² hasta 120 kg/m², equivalente a 30 ton/ha y 1 200 ton/ha.



Figura 44. Racimo con buena carga de frutos

Selección

La selección del fruto se efectúa por tamaños: grandes, medianos y chicos. De acuerdo a las Normas de Calidad Mexicana, al fruto grande se le denomina "México extra", el cual debe tener un diámetro ecuatorial mínimo de 73 mm y máximo no requerido; al fruto mediano se le denomina "México 1" y debe tener un diámetro ecuatorial mínimo de 58 mm y máximo de 72 mm; al fruto chico se le denomina "México 2", el cual debe tener un diámetro ecuatorial mínimo de 48 mm y máximo de 57 mm. También se clasifica por color: rayado, rosado y rojo.



Figura 45. Clasificación de frutos

Empaque

Para mantener la óptima calidad de los frutos, deben enfriarse lo más rápido posible después de la cosecha. La temperatura en el cuarto frío debe mantenerse entre 10 y 13°C, con humedad relativa entre 90 y 95 por ciento, lo cual proporciona una larga vida de anaquel.



Figura 46. Línea de selección y empaque

Los jitomates deben ser empacados, sin lavados y con uniformidad en tamaño y color, en envases clave:200 que tiene una capacidad de 10 kg y medidas de largo 40 cm, ancho 30. cm y alto 20 cm; clave:250 con capacidad de 12 kg y medidas de largo 40 cm, ancho 30 cm y alto 25 cm; clave:300 de capacidad de 15 kg y medidas de largo 50 cm, ancho 30 cm y alto 20 cm; clave:350 con capacidad de 25 kg y medidas de largo 50 cm, ancho 40 cm y alto 35 cm.

También pueden ser empacados en envases donde los frutos se colocan a una tanda, en este caso los jitomates son cosechados con sépalos y pedúnculos insertos en el fruto o bien en racimos.



Después del empaque se identifican los envases. Los daños más comunes que deben evitarse en el proceso de cosecha, selección y empaque son: magulladuras causadas por impacto, compresión, vibración o rozaduras.

Figura 47. Producto empacado

Comercialización

Los canales de comercialización pueden ser locales, regionales, nacional e internacional, buscando siempre que la venta del jitomate producido en invernadero con calidad inocua, se haga de preferencia en un mercado selecto que pague la calidad del producto obtenida. Es importante programar el cultivo, de tal manera que se esté cosechando en mayo, julio y la primera quincena de agosto, noviembre y primera quincena de diciembre, fechas en las cuales el estado de Sinaloa, el gran productor en cantidad y calidad, no tiene producción, por tanto, se alcanzan precios altos que justifican la producción en invernadero.

Hay que considerar que este sistema de producción está creciendo rápidamente, por lo que estas ventanas de comercialización pueden modificarse, por consiguiente es necesario hacer estudios de mercado y trabajar en publicidad y marketing.

Resultados sobresalientes por productor y año de la producción de jitomate en invernadero en el Estado de México.

Productor cooperante	Ubicación	Año	Sistema	Híbrido	Rend.
kg/m ²					
ICAMEX	San Antonio la Isla, Méx.	2005	Acólchado	Hermosa	20.90
ICAMEX	San Antonio la Isla, Méx.	2005	Acólchado	Cid	18.70
ICAMEX	San Antonio la Isla, Méx.	2005	Acólchado	Maguay	16.70
Francisca Victoria G	Barrio de San Joaquín, Ixtlahuaca, Méx.	2005	Sustrato	Tequila	14.50
Armando Santos M.	San Lucas Totolmaloja, Acapulco, Méx.	2006	Sustrato	Sun-7705	22.30
ICAMEX	San Antonio la Isla, Méx.	2006	Acólchado	Cid	25.10
Santos Mejía Martínez	San Lorenzo Toxico, Ixtlahuaca, Méx.	2006	Acólchado	Anibal	21.90
Angelica López García	San Jerónimo Ejido, Acapulco, Méx.	2006	Suelo	Cid	17.30
Amado Monroy A.	Hincón de Buco, Tlaxiiltan, Méx.	2007	Acólchado	Cid	26.90
Porfirio Maldonado L.	San Isidro, Villa de Allende, Méx.	2007	Sustrato	Sun-7705	23.95
Noé Rico Ortega	San Agustín Altamirano, Villa Victoria, Méx.	2007	Acólchado	Reserva	22.80
Dionicio Martínez M.	San Lorenzo Toxico, Ixtlahuaca, Méx.	2007	Acólchado	Anibal	18.50
Silvia Dionicio Dionicio	San Lucas Totolmaloja, Acapulco, Méx.	2007	Sustrato	Anibal	18.90
Macario Samano Flores	San Bartolo del Llano, Ixtlahuaca, Méx.	2007	Acólchado	Hermosa	18.50
Engracia Santibañez N.	San Pedro de los Metates, Acambay, Méx.	2007	Suelo	Cid	15.20
Filomon Alcantara Plata	San Antonio Yondaje, Tlaxiiltan, Méx.	2007	Acólchado	Sun-7705	20.30
Javier Martínez Segundo	San Juan Guaymulo, Jocoiltan, Méx.	2007	Acólchado	Cid	15.90
ICAMEX	CITT-Racho Guadalupe, Metepec, Méx.	2008	Acólchado	Reserva	19.98
ICAMEX	CITT-Rancho Guadalupe, Metepec, Méx.	2008	Sustrato	Reserva	17.52
Fernán Bravo Quirino	Nopala, Polotlán, Méx.	2008	Acólchado	Rubi	23.55
Javier Carbajal A.	Guinyo, Acapulco, Méx.	2009	SSAF	Reserva	33.25

Bibliografía

León G., H. *Manual para el cultivo de tomate en invernadero*. Talleres Gráficos del Estado de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México. 2001. p. 239.

Mondragón S., L. *Jitomate manejo agronómico para la producción en invernadero (Triptico)*. Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuicola y Forestal del Estado de México, ICAMEX. San Antonio la Isla, Estado de México. México 2003.

Mondragón S., L. *Guía para el manejo y uso eficiente del agua*. Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuicola y Forestal del Estado de México, ICAMEX. San Antonio la Isla, Estado de México. México. 2003. p. 16.

Mondragón, S. L. et al. *Sistemas de producción con jitomate (Lycopersicon esculentum L.) en invernadero*. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuicola y Forestal del Estado de México, ICAMEX. Informe anual. 2005. 11 p.

Mondragón, S. L. et al. *Sistemas de producción con jitomate (Lycopersicon esculentum L.) en invernadero*. Instituto de

Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuicola y Forestal del Estado de México, ICAMEX. Informe anual. 2006. 13 p.

Mondragón, S. L. et al. *Sistemas de producción con jitomate (Lycopersicon esculentum L.) en invernadero*. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuicola y Forestal del Estado de México, ICAMEX. Informe anual. 2007. 14 p.

Mondragón, S. L. *Sistemas de producción con jitomate (Lycopersicon esculentum L.) en invernadero*. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuicola y Forestal del Estado de México, ICAMEX. Informe resumen final 2005-2007. 2008. 4 p.

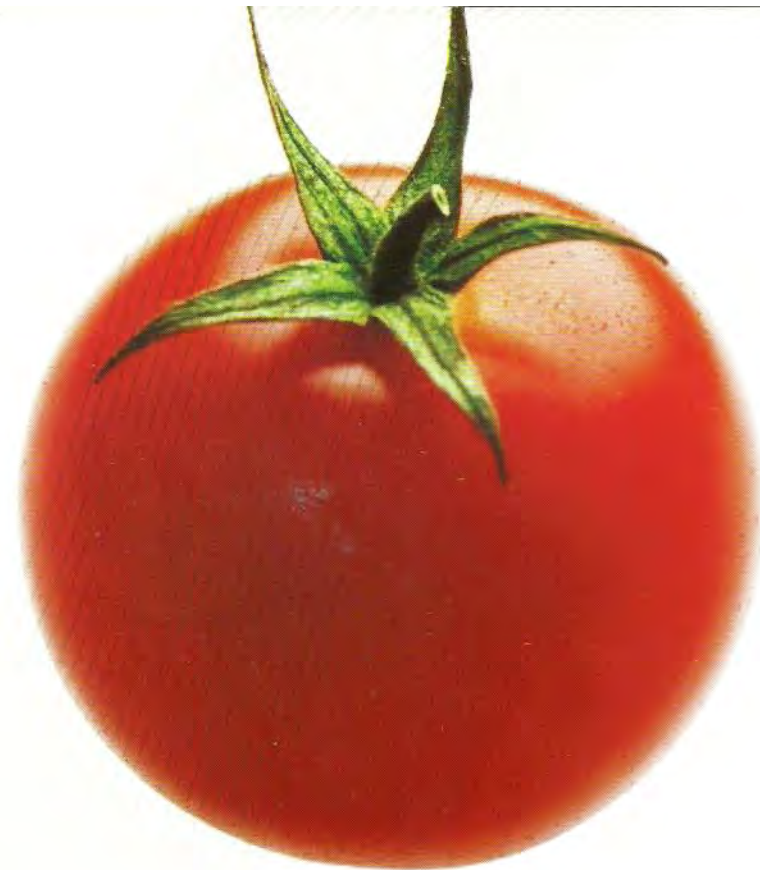
Mondragón, S. L. et al. *Evaluación de cultivares de jitomate (Lycopersicon esculentum L.) en invernadero en el Estado de México*. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuicola y Forestal del Estado de México, ICAMEX. Informe anual. 2008. 13 p.

Pérez G., M. y Castro B., R. *Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero*. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. Programa de Investigación y Servicio en Oleicultura. Chapingo, Estado de México. México, 1999. p. 58.

Productores de Hortalizas. *Plagas y enfermedades del tomate*. Guía de identificación y manejo. Suplemento Especial. México, 2006. p. 46.

Reed W., D. *Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops. A Grower's Guide*. Ball Publishing. Batavia Illinois USA. 1996. p. 314.

Valdez H., T. *Jitomate*. Apuntes Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Academia de Oleicultura. Chapingo, Estado de México. México. 1999. p. 33.



Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuicola y Forestal del Estado de México (ICAMEX) es un organismo público descentralizado, encargado de generar, validar y transferir tecnologías básicas y aplicadas en materia agropecuaria, acuícola y forestal, así como brindar capacitación a los productores y técnicos.